



HAL
open science

Appréhender la complexité de la ville : une introduction à l'analyse systémique

Thomas Lonjon

► **To cite this version:**

Thomas Lonjon. Appréhender la complexité de la ville : une introduction à l'analyse systémique. Architecture, aménagement de l'espace. 2016. dumas-01500801

HAL Id: dumas-01500801

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01500801>

Submitted on 3 Apr 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.

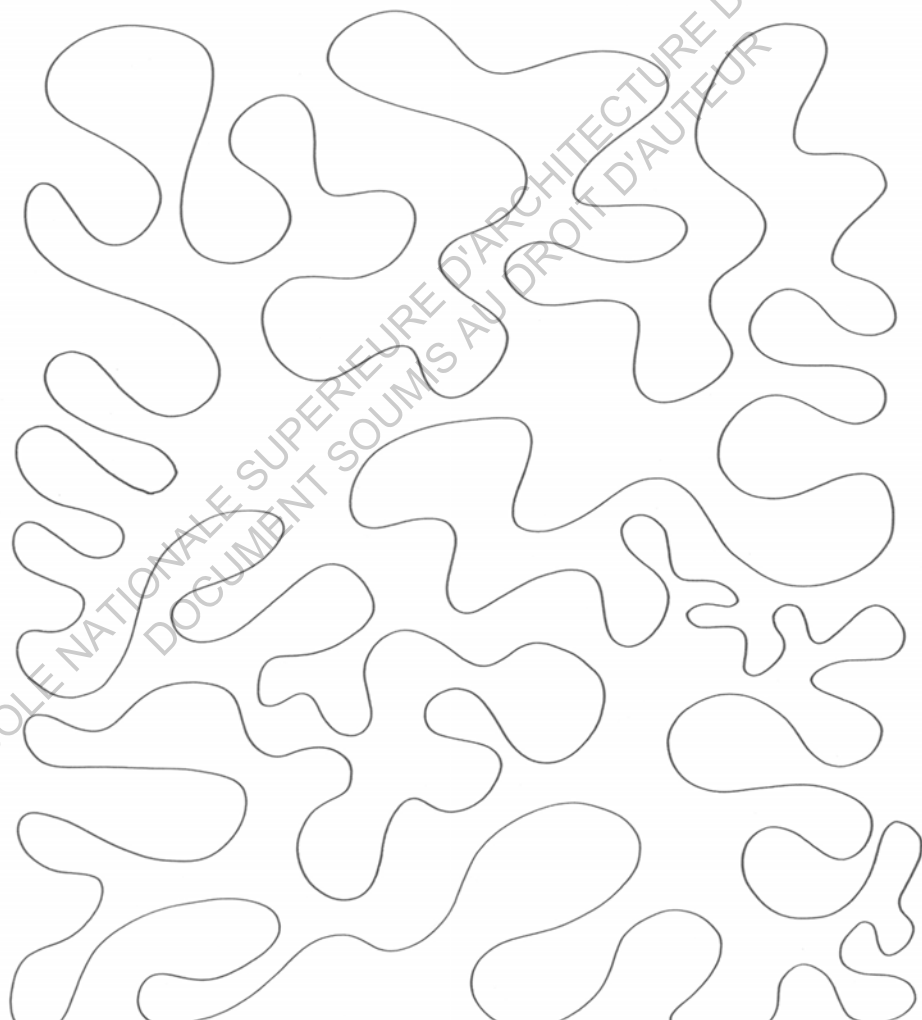


Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0
International License

Thomas Lonjon

APPREHENDER LA COMPLEXITE DE LA VILLE

Une introduction à l'analyse systémique



Mémoire de Master à l'Ecole Nationale Supérieure
d'Architecture de Nantes, sous la direction de Toufik
Hammoudi et Jean Lévêque

UE 74/84 Morphologie ou l'art de la description

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'ARCHITECTURE DE NANTES
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT D'AUTEUR

« La complexité est de plus en plus reconnue comme une des caractéristiques clés du monde dans lequel nous vivons. Ce qui est nouveau aujourd'hui, ce n'est pas l'étude de tels ou tels systèmes complexes, mais l'étude de la complexité des phénomènes en tant que telle. »

Herbert Alexander Simon

Table des matières

I. Fondements épistémologiques de la systémique	10
II. Les logiques de la modélisation systémique	28
A. Définition générale d'un système	28
B. Modélisation conceptuelle de la ville	41
III. Questionnements	51
A. Les systèmes d'information urbains.....	52
B. Le système de gouvernance	58
Conclusion	65
Bibliographie	67

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'ARCHITECTURE DE NANTES
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT D'AUTEUR

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'ARCHITECTURE DE NANTES
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT D'AUTEUR

« La grande aventure intellectuelle de la fin du 20^{ème} siècle aura été la découverte de l'extraordinaire complexité du monde qui nous entoure. Complexité du cosmos, des organismes vivants, des sociétés humaines, mais aussi de tous ces systèmes artificiels conçus par les hommes et qui sont, comme l'entreprise, à la fois techniques, organisationnels et sociaux. Le phénomène de mondialisation des échanges commerciaux, financiers et culturels, ne fait qu'accélérer cette prise de conscience de la complexité et en accentuer les effets. » (Gérard Donnadieu, Michel Karsky, La systémique : penser et agir dans la complexité)

Le milieu urbain est tout particulièrement témoin de cette incroyable complexification du monde. En un siècle, le nombre de citadin a été multiplié par 12. Si Henri Lefebvre envisageait dans *La Révolution urbaine* (1970), une urbanisation totale de la planète, 60% de la population mondiale sera urbaine en 2030. D'ici là, l'Asie et l'Afrique compteront deux fois plus de citadins qu'aujourd'hui.

Face à ce phénomène sans précédent, comment les décideurs politiques, les architectes, les urbanistes... vont-ils s'y prendre pour s'orienter, proposer des réponses concrètes aux problèmes posés par des villes de plus en plus complexes.

Les réflexions urbaines du siècle dernier se sont appuyées sur une science classique rationaliste, reposant sur une logique de décomposition et de simplification. Les réponses fournies aux nouvelles problématiques urbaines de large échelle ont ainsi découlé d'une conception sectorisée de la ville. Celle-ci répond à des problématiques autonomes, ne prenant pas en compte le long terme et a pour conséquence la découverte tardive des effets.

Face aux difficultés croissantes d'appréhender la complexité et d'agir sur elle, un courant de pensée s'est développé en se donnant comme objectif l'étude de la complexité : la systémique.

Cette approche met en avant l'importance de la modélisation du phénomène complexe étudié. Il s'agit tout d'abord de structurer les différents concepts clefs qui forment le phénomène. Ces modèles seront ensuite rendus dynamiques afin de permettre des simulations qui nourriront les réflexions des décideurs. Mais la mise en œuvre de modélisation urbaine est actuellement tâtonnante.

« La popularité [de la systémique] traduit plus une réponse à un besoin pressant de synthèse et d'analyse de la complexité que le développement d'un corps de connaissances et de techniques permettant d'affronter la complexité. » (H.A. Simon, Les sciences de l'artificiel).

En ce qu'elle propose une approche dépassant la sectorisation, la systémique est aujourd'hui un concept à la mode, mais théoriquement méconnu. Il bien vu de parler de parler de systèmes, global, intégré, dépassant l'approche par silos. Mais tous ces concepts sont souvent utilisés pour impressionner ou encore noyer un discours dans un charabia teinté de bonnes intentions floues. A vrai dire, il est assez difficile de discerner ce que cache la systémique et de saisir ce qu'elle propose.

Le flou théorique qui l'entoure permet à certains de placer la systémique comme solution miracle à tout problème urbain, sans rien proposer ou sans réellement s'être penché sur les fondements théoriques revendiqués. Il est compréhensible que certains autres se méfient de cette approche langue de bois et vendeuse dont les aboutissants ainsi que la mise en place sont difficilement appréciables.

La tentative de ce mémoire est de présenter la pensée systémique et de poser les grandes problématiques soulevées par ses théoriciens afin de nous éclairer sur la pertinence de l'approche dans l'appréhension de la complexité de la ville.

Dans une première partie, nous reviendrons sur les revendications de la pensée systémique, et des raisons de l'émergence au cours des siècles d'une remise en question de la science cartésienne et positiviste.

Dans une deuxième partie, nous présenterons les grandes logiques de la modélisation systémique, notamment à travers des travaux de J.L. le Moigne, H.A. Simon, L. von Bertalanffy et G. Donnadiou.

Enfin, nous tenterons de donner une illustration concrète des possibilités d'application de la démarche systémique à une modélisation des données, et nous présenterons des questionnements soulevés sur la gouvernance du système urbain.

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'ARCHITECTURE DE NANTES
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT D'AUTEUR

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'ARCHITECTURE DE NANTES
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT D'AUTEUR

I. FONDEMENTS EPISTEMOLOGIQUES DE LA SYSTEMIQUE

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'ARCHITECTURE DE NANTES
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT D'AUTEUR

1. LA NAISSANCE DE L'APPROCHE ANALYTIQUE

Reprenant le texte de Karsky et Donnadiou, le rapport du CERTU revient sur l'émergence du nouveau paradigme scientifique au cours de l'histoire de la pensée :

« Il semble qu'il faille remonter au débat entre Platon et Aristote pour comprendre l'avènement du positivisme comme épistémologie dominante de la rationalité moderne. »¹

Platon envisage un accès à la connaissance opéré directement par la pensée. Dans le mythe de la caverne, la confusion des sens nous empêche d'accéder à la vérité, qui se cache dans le monde des idées.

Aristote prône, lui, un recours aux sens, à l'expérience, comme point de départ à une abstraction et à une conceptualisation du monde, qui permette d'arriver à des théories de compréhension plus générales. Observer le petit pour penser le grand.

Si ces deux conceptions s'opposent, elles illustrent un questionnement qui nous intéresse ici : dépasser l'insuffisance des sens à dégager d'un côté l'universel, et de l'autre l'appréhension de la complexité du réel.

En 1637, René Descartes met en avant la nécessité d'élaborer une méthode de recherche de la vérité sur des bases plus solides que celles développées par la scolastique. Descartes souhaite arriver à la certitude en s'extirpant de connaissances qu'on lui inculque, mais souhaite aller puiser en lui-même des outils de compréhension du monde qui l'entoure. Il va se fixer une méthode d'appréhension du monde, une lente décomposition des phénomènes dans le but de les comprendre.

¹ *Introduction à l'approche systémique - Rapport d'étude du CERTU*

Les quatre préceptes du discours de la méthode. Descartes décrit ici une approche qui va modeler la démarche scientifique pour les siècles qui suivront :

« Ainsi, au lieu de ce grand nombre de préceptes dont la logique est composée, je crus que j'aurais assez des quatre suivants, pourvu que je prisse une ferme et constante résolution de ne manquer pas une seule fois à les observer.

Le premier était de ne recevoir jamais aucune chose pour vraie que je ne la connusse évidemment être telle, c'est-à-dire d'éviter soigneusement la précipitation et la prévention, et de ne comprendre rien de plus en mes jugements que ce qui se présenterait si clairement et si distinctement à mon esprit que je n'eusse aucune occasion de la mettre en doute.

Le second, de diviser chacune des difficultés que j'examinerais en autant de parcelles qu'il se pourrait et qu'il serait requis pour les mieux résoudre.

Le troisième, de conduire par ordre mes pensées en commençant par les objets les plus simples et les plus aisés à connaître, pour monter peu à peu comme par degrés jusque à la connaissance des plus composés, et supposant même de l'ordre entre ceux qui ne se précèdent point naturellement les uns les autres.

Et le dernier, de faire partout des dénombrements si entiers et des revues si générales que je fusse assuré de ne rien omettre »

2. L'ETABLISSEMENT DU PARADIGME POSITIVISTE

Cette méthode va progressivement s'affirmer comme nouveau paradigme scientifique, connu sous le nom de positivisme. Introduit par Auguste Comte, il se veut la synthèse de la méthode de Descartes et d'une mise en avant de l'expérience scientifique comme protocole apportant la certitude.

Suivant une décomposition cartésienne, il fonde une classification des sciences en autant de dénombrements que de disciplines, comme les mathématiques, la physique, l'astronomie, la chimie ou encore la physiologie et la physique sociale. La recherche de la vérité est au centre de ce projet scientifique, à laquelle on peut aboutir par l'expérience scientifique.

À travers l'imposition dans le domaine des sciences de la pensée positiviste d'Auguste Comte, les principes réductionnistes de Descartes vont s'affirmer de manière implicite à toute démarche scientifique. La pensée actuelle tient toujours de ce cadre cartésien.

L'émergence de la pensée systémique tient beaucoup à la remise en question progressive des outils d'analyse linéaire proposée par Descartes et le cadre scientifique positiviste.

Mais dès l'époque de Descartes se développe à travers Blaise Pascal une remise en question de la toute puissance de la raison. C'est sur les bases d'une contestation de ces préceptes que s'est construit la pensée systémique.

On distingue aujourd'hui trois principales remises en question : la réduction d'un objet à ses parties, la notion de complexité, et enfin, la compréhension de la complexité directement à partir de l'objet. Nous détaillerons l'émergence de ces trois points et examinerons l'impact de cette Méthode sur la manière de penser la ville.

a. Holisme et réductionnisme

La constitution de la Charte d'Athènes, aboutissement du IV^e Congrès International d'Architecture Moderne, tenu en 1933 sous l'égide du Corbusier a durablement marqué l'urbanisme d'après guerre. Le texte, très retravaillé par Le Corbusier, est publié la première fois en 1941 sous le nom de *Ville Fonctionnelle*. Les règles d'organisation de la ville, si elles sont motivées par des concepts hygiénistes et des aspirations de progrès social, sont fortement inspirées par les grands principes de décompositions établis par Descartes :

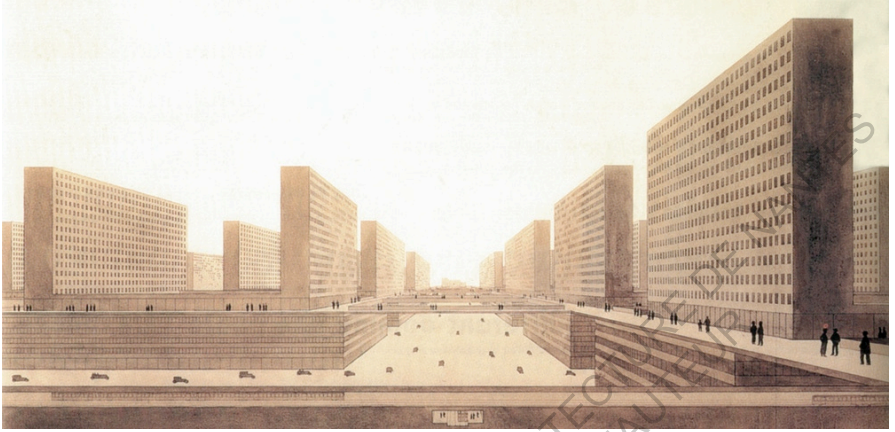
« Les clefs de l'urbanisme sont dans les quatre fonctions : habiter, travailler, se récréer (dans les heures libres), circuler. »

« Les plans détermineront la structure de chacun des secteurs attribués aux quatre fonctions clefs et ils fixeront leur emplacement respectif dans l'ensemble. »

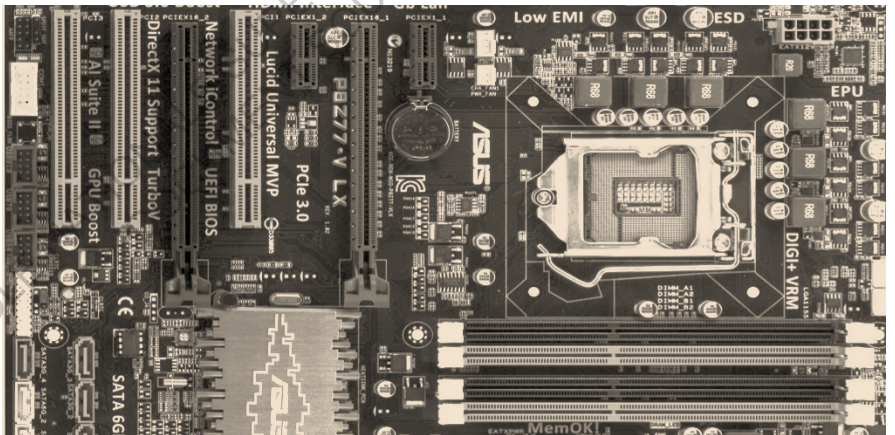
La réponse organisationnelle à la complexité de la ville répond ici au second précepte de Descartes, celui « *de diviser chacune des difficultés que j'examinerais en autant de parcelles qu'il se pourrait et qu'il serait requis pour les mieux résoudre* ». La méthode a engendré une manière de penser qui a mené à une volonté de résolution des problèmes compliqués de la ville par une décomposition, une spécialisation des différents éléments de la ville, réglés précisément mais indépendamment.

Cette idée s'est exprimée à différents niveaux, comme la célèbre séparation des voies de circulation, tout d'abord une utopie que l'on retrouve dès le début du XX^{ème} avant de devenir une réalité dans les quartiers sur dalle des années 60. Chaque niveau indépendant correspond à une typologie de transport particulière, en réponse à la complexité des croisements de flux.

En voici une illustration avec la Ville verticale de Ludwig Hilberseimer (1924), qui répond à la Ville contemporaine de trois millions d'habitants du Corbusier (1922).



« La ville du futur doit avoir le caractère d'une réalisation programmée, d'un organisme étudié dans chacune de ses parties » écrit Hilberseimer. La sectorisation des quartiers de ville et leur spécialisation, est un autre exemple de résolution des problèmes compliqués de la ville par une isolation de ses composants.



Si c'est une des plus grandes critiques faite au mouvement moderne, c'est également la principale méfiance dont faisait déjà part Pascal à l'égard du réductionnisme cartésien.

« Donc toutes choses étant causées et causantes, aidées et aidantes, médiates et immédiates et toutes s'entretenant par un lien naturel et insensible qui lie les plus éloignées et les plus différentes, je tiens impossible de connaître les parties sans connaître le tout, non plus que de connaître le tout sans connaître particulièrement les parties. » (B. Pascal, Pensées)

Le holisme, apparu dans les années 1920 et sur lequel s'appuie l'approche systémique, se réapproprie ce vieux concept, selon laquelle le tout n'est pas réductible à la somme de ses parties. Nous reparlerons du principe « créatif » de l'émergence qu'introduit le holisme.

Les problèmes qui ont découlé de la segmentation de la ville, à la juxtaposition moderne d'ensembles monofonctionnels et à l'explication du tout par la somme de ses éléments, ont engendré une prise de conscience de l'importance des interrelations existant entre les différents composants de la ville. En particulier une recherche de revalorisation de l'espace public, qui joue ce rôle unificateur des différentes fonctions de la ville. Attention aux « limites d'actions qui ne touchent que l'aspect des bâtiments sans remettre en cause leur relation » que Philippe Pannerai et David Mongin décrivent dans leur livre *Projet Urbain*.

Même si le zonage est aujourd'hui communément décrié, la problématique est toujours d'actualité. En effet, il existe toujours une segmentation de la prise de décision, qui s'exprime dans l'organisation politique mais aussi dans une spécialisation des métiers de la ville. Urbanisme, sociologie urbaine, Génie urbain, géographie et géomatique sont autant de disciplines qui ne communiquent pas. Pour Jean Piaget, biologiste et épistémologiste ayant travaillé sur les mécanismes d'apprentissage chez l'enfant, il y a une nécessité « d'aborder les questions complexes, irréductibles au domaine de compétence d'une discipline prédéfinie ».

b. La notion de complexité.

Nous avons une capacité limitée à appréhender les phénomènes qui comptent un grand nombre d'interactions. La recherche cartésienne de la certitude, et la mise en avant d'une toute puissance de la raison vont être remise en question par rapport à l'étude de phénomènes complexes, comme l'est la ville. En écrivant « *le cœur a ses raisons que la raison ne connaît point* », Pascal insiste sur la part d'irrationnel qui anime l'esprit humain, et donc ses créations. Tout n'est pas rationalisable, en particulier ce que l'esprit humain a engendré.

Au XX^{ème} siècle, la mécanique quantique et la théorie du chaos vont devoir rompre avec le déterminisme. L'étude de l'infiniment petit va également bousculer la rationalité de la pensée en apportant l'imprévisibilité de la position des électrons autour du noyau de l'atome.

La complexité implique un imprévisible possible. La présence au sein d'une ville d'entités auto-organisées, organisantes, souvent antagonistes, l'entremêlement de flux, d'échanges, d'activités variables rend son évolution difficilement déterminable sur le long terme. Un phénomène dit complexe, auquel nous allons nous intéresser, doit être appréhendé comme imprévisible, mouvant et incertain, à la différence d'un système mécanique, dont on peut connaître précisément les lois de comportement.

Un ordinateur, constitué d'une multitude de connecteurs, de puces interconnectées, engendre un flux d'information incroyable, mais celui-ci peut-être apprécié, mesuré précisément. En ce sens, un ordinateur est un objet compliqué, mais pas complexe. Son fonctionnement est programmé et connu, calculable.

Etudier le phénomène urbain sous l'angle de la complexité, c'est considérer que la ville n'est pas réductible à un modèle unique et complètement calculable. C'est s'avouer qu'on ne pourra connaître le phénomène dans son intégralité, ne serait que du fait de l'imprévisibilité des différents acteurs en jeu. Dans le film *Alphaville* (J.L. Godard, 1965),

un ordinateur appelé Alpha 60 régit toute la ville, et la difficulté des décisions qui dépassent l'entendement de l'homme lui est remise.



-Vous êtes dans Alphaville monsieur Johnson, dans Alpha 60. Le principe d'Alpha 60 est de calculer et de prévoir les conséquences auxquelles Alphaville obéira ensuite.

- Pourquoi ?

- Non, monsieur Johnson. Il ne faut jamais dire pourquoi, mais parce que.

c. La réduction d'un système complexe à un système compliqué.

Il y a nécessité de ne pas renier le caractère complexe d'un système en le ramenant à un système compliqué, dont il est toujours possible de déterminer une connaissance et une compréhension exhaustive de la structure et des lois de comportement.

Entreprendre une compréhension de la ville en tant que système compliqué et non complexe, c'est imaginer que la dynamique urbaine est potentiellement déterminable. Il ne faut pas espérer de solution technique pouvant résoudre tous les problèmes de l'aménagement.

« une vision mécaniste de la cité s'impose à travers cet outil qui fait de la ville idéale un territoire ouvert à la mainmise politique, tellement bien pensée par ses architectes et planificateurs que tout dysfonctionnement aura été prévu afin d'en minimiser les effets néfastes. Toute forme de spontanéité est ainsi refoulée »² écrit Régis Darques

Cette simplification par un modèle compliqué à un phénomène complexe peut avoir pour conséquence une *« aggravation de la complexité par mutilation et non pas la résolution du problème considéré »* J.L. Le Moigne, *Modélisation des systèmes complexes*

La systémique se donne pour objectif l'intelligibilité des phénomènes complexes perçus comme et par des systèmes ouverts. La Méthode analytique adaptée pour étudier des systèmes fermés, compliqués mais pas complexes.

² *Cartographier et contrôler la ville : l'enjeu des systèmes d'information. Dans Essais critiques sur la ville*, sous la direction de Guy Burgel.

« À la différence d'un Descartes qui partait d'un principe simple de vérité, c'est-à-dire identifiant la vérité aux idées claires et distinctes, et, par là, pouvait proposer un discours de la méthode de quelques pages, je fais un très long discours à la recherche d'une méthode qui ne se révèle par aucune évidence première et doit s'élaborer dans l'effort et le risque. La mission de cette méthode.. est d'inviter à penser soi-même dans la complexité » (Edgar Morin, *La Méthode*, 1982, p. 274). »

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'ARCHITECTURE DE NANTES
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT D'AUTEUR

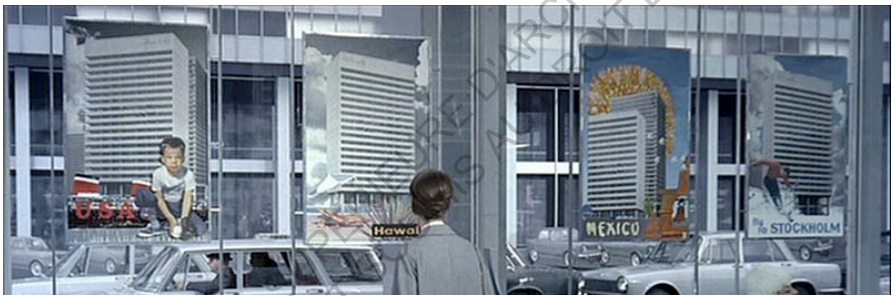
3. LE CONSTRUCTIVISME ET LES NOUVELLES SCIENCES

En voulant tirer son objectivité d'une mise à distance des sens, l'approche analytique défend l'existence d'une connaissance en soi de l'objet, à laquelle le chercheur parviendrait seul. Il n'y aurait qu'à observer en décomposant de manière rationnelle pour comprendre la complexité qui nous entoure. L'établissement d'une connaissance détachée du rapport qu'entretient l'homme avec l'objet investi va progressivement être remise en question. Léonard de Vinci, Paul Valéry, vont affirmer l'importance de ne pas séparer l'objet étudié et l'homme qui l'étudie. Dans les années 30, Gaston Bachelard se positionne en ce sens :

« Et quoi qu'on dise, dans la vie scientifique, les problèmes ne se posent pas d'eux-mêmes. C'est précisément ce sens du problème qui donne la marque du véritable esprit scientifique, toute connaissance est une réponse à une question. S'il n'y a pas de question, il ne peut y avoir de connaissance scientifique. Rien ne va de soi. Rien n'est donné. Tout est construit. » G. Bachelard, La formation de l'esprit scientifique, 1938

Jean Piaget conceptualise cette idée dans les années 1960 et pose les bases d'une épistémologie constructiviste, dans laquelle *« la connaissance est construite par le modélisateur qui en a le projet, dans ses interactions permanentes avec les phénomènes qu'il perçoit et qu'il conçoit » (J.L le Moigne, Modélisation des systèmes complexes, 1999)*

Ce qu'affirme donc le constructivisme, c'est le processus de construction de la connaissance, spécifique au contexte. Il rejette l'idée que la compréhension de la ville puisse venir directement de l'objet. C'est à dire qu'il puisse exister une idée universelle de ce qu'est la ville, d'un produit fini, doté d'une définition objective fixée une fois pour toute par une méthode d'analyse adaptée, donnant une solution parfaite. On a pu assister à une telle conception de la ville avec la définition d'une architecture et d'un urbanisme dits universels : l'affirmation d'une solution globale de ce que représente la ville. On retrouve par exemple une critique de cette vision dans le film *Playtime (1967, Jacques Tati)*, dans lequel les destinations d'un groupe de voyageuses américaines se distinguent par des détails anecdotiques : Paris est un Stockholm doté d'une Tour Eiffel.



4. L'IMPORTANCE DE LA MODELISATION

« *La conception que tout individu a du monde est et reste toujours une construction de son esprit, et on ne peut jamais prouver qu'elle ait une quelconque autre existence.* » (Erwin Schrödinger, *L'esprit et la Matière*, 1958). C'est à dire que face à un problème, nous élaborons nécessairement un modèle sur lequel nous allons raisonner : tout ce sur quoi nous raisonnons est inévitablement le fruit d'une première interprétation, d'une première conceptualisation de la chose.

« *L'épistémologie constructiviste consiste alors à étudier comment l'intelligence opère, quels moyens et manières elle emploie pour construire un monde relativement stable et régulier à partir de l'expérience dont elle dispose* » (E. Von Glasersfeld, 1981). Le constructivisme s'attache à donner un cadre en adéquation avec notre manière de percevoir le monde : en construisant des modèles de représentation.

« *Les modèles ne sont pas dans la nature, mais dans l'esprit des hommes* » (Claude Bernard). Ils servent à rendre la complexité intelligible et sont une manière de nous représenter le réel, afin de constituer une base au raisonnement et à la délibération. Une carte est un modèle du territoire. Elle permet de rendre intelligible le territoire comme un ensemble cohérent et d'être la base d'un discours commun.



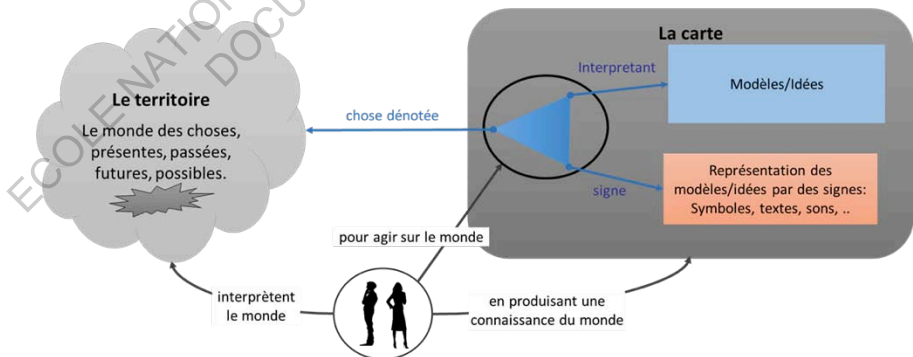
« Le positivisme avait accoutumé les cultures scientifiques à définir les disciplines par leurs objets modélisés plutôt que par leurs projets modélisateurs » (J.L. le Moigne)

La systémique, science des systèmes, est la science qui fait son projet des méthodes de modélisation des phénomènes par un système. On appelle système un modèle d'un phénomène complexe que l'on construit par modélisation systémique.

Modélisation et simulation, réflexion et raisonnements, sont les deux faces inséparables de toute délibération» (J.L. le Moigne, La modélisation des systèmes complexes)

Le modèle doit permettre la simulation du comportement du système, afin d'éclairer les décideurs sur les conséquences de leurs choix. Il ne s'agit pas d'imaginer une simulation omnisciente, comme le voudrait Alpha60. Encore une fois, le but de la modélisation est de rendre intelligible la complexité du phénomène, par l'appréhension de ses concepts. Le but est de rendre visible les interactions entre les différents composants de l'objet modélisé afin d'éviter les décisions isolées qui pourraient nuire à l'ensemble. Le modèle est la connaissance que nous construisons de l'objet étudié.

Pour une plus grande facilité de langage, on parlera désormais de « système » tout autant comme le phénomène complexe à modéliser que comme le modèle permettant de le rendre intelligible.



Nous avons donc présenté les principaux fondements de la systémique :

Tout d'abord le caractère complexe des phénomènes étudiés comme constitué d'un grand nombre de composant auto-organisés ayant beaucoup d'interactions. Le tout y est plus que la somme des parties, et le comportement de l'ensemble est imprévisible. La complexité du phénomène étudié est ensuite rendue intelligible à travers la construction d'un modèle.

C'est ce travail qui est au cœur des travaux des systémiciens depuis plus d'un demi-siècle. Comment élaborer des modèles en adéquation avec la complexité qu'ils cherchent à modéliser ? Quelle méthode pour modéliser la complexité de la ville ? La seconde partie présentera la logique de modélisation systémique.

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'ARCHITECTURE DE NANTES
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT D'AUTEUR

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'ARCHITECTURE DE NANTES
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT D'AUTEUR

II. LES LOGIQUES DE LA MODELISATION SYSTEMIQUE

A. DEFINITION GENERALE D'UN SYSTEME

« De tout ce qui précède se dégage une vision stupéfiante, la perspective d'une conception unitaire du monde jusque-là insoupçonnée. Que l'on ait affaire aux objets inanimés, aux organismes, aux processus mentaux ou aux groupes sociaux, partout des principes généraux semblables émergent » (L. von Bertalanffy, Théorie du système général, 1948-1961).

L'approche systémique, s'appuie sur l'observation d'une organisation commune à tout phénomène complexe. La science systémique s'attache donc à fixer un cadre à la modélisation de systèmes complexes, qui réponde à des principes généraux. Ainsi, la systémique *« propose de tenir pour inséparable le fonctionnement et la transformation d'un phénomène, des environnements actifs dans lesquels il s'exerce et des projets par rapports auxquels ils est identifiable » (J.L. le Moigne, Modélisation des systèmes complexes)*

En d'autres mots, un système en général se décrit d'abord :

- dans un environnement actif,
- fonctionnant et se transformant,
- par rapport à une finalité qu'il poursuit.

La systémique affirme qu'on ne peut rendre un phénomène intelligible sans l'aborder de cette manière. H.A. Simon insiste par exemple sur le rapport intime entre structure interne, environnement et finalité : *« Il dépend de la substance de sa lame et de la dureté de la matière sur laquelle elle est appliqué qu'un couteau coupe »*. A la manière de H.A. Simon, il faut teindre la description de ce système général par des exemples, afin de se l'approprier et qu'elle ne reste pas qu'une idée vague. Essayons de trouver des cas d'application au système urbain afin de nous rendre compte si oui ou non cette description est pertinente et si elle permet de révéler des éléments qui nous permettent de mieux appréhender le phénomène urbain.

1. LE SYSTEME DANS UN ENVIRONNEMENT ACTIF

a. Contre un universalisme analytique

Nous avons déjà parlé d'un système qui se comprend sans son environnement, sans prise en compte de son contexte. Il s'agit des fruits de l'architecture et de l'urbanisme universel qui considèrent qu'il existe une idée générale de ce qu'est la ville.

L'architecte autrichien Hans Hollein expose en 1964 un projet qu'il appelle *Aircraft-Carrier-City Entreprise* : le collage d'un porte-avion posé en pleine campagne. En tant que bâtiment parfaitement autonome, le porte-avion permet d'accueillir 3000 personnes : une vraie petite ville. Il s'agit d'une critique d'une conception, propre aux architectes de sa génération, d'une ville comme superstructure autonome, et cela fait surtout ressortir l'importance des liens entre la ville et son territoire. Entre tout système et son environnement.



b. Environnement et limite du système

Mais on y retrouve également une problématique plus vaste qui fait appel à la définition de l'identité même du système. Dans la troisième partie de *l'Être et le Néant*, Jean-Paul Sartre, on trouve une définition du soi par rapport à l'autre. Pour être A, il faut nécessairement qu'il y ait B. C'est donc précisément la définition de l'environnement du système qui va lui donner corps. L'environnement, c'est donc ce que le système n'est pas. S'il n'y a pas de limite, le système n'a pas d'identité propre, et est totalement dilué dans ce qu'Aristote nomme le chaos.

La définition du système passe donc par la délimitation d'une frontière. On retrouve effectivement l'importance de cette frontière dans les mythes de création des villes. Dans la mythologie romaine, Romulus et Remus se querellent pour définir le nom et l'emplacement de la future Rome. Alors que Remus franchit par dérision le sillon délimitant la ville, que vient de tracer Romulus, celui-ci le tue sous le coup de la colère. Dans son livre intitulé *La ville*, le sociologue allemand Max Weber revient sur le lien étroit entre la ville et sa limite, sa muraille.

Cette notion de limite est géographique, s'accompagne d'une communauté urbaine qu'elle englobe. René Girard, anthropologue français, définit qu'une communauté se construit toujours au dépend d'un autre. Historiquement, la communauté urbaine se définit, se construit, contre la barbarie extérieure. Pour Weber, c'est cette double délimitation, géographique et communautaire, qui est proprement urbaine ; nous y reviendrons.

c. Des systèmes ouverts

La question se pose donc de la définition de la limite du système, ou enveloppe externe. Celle-ci appartient par définition autant au système qu'à son environnement, du fait de son rôle d'interface. Une enveloppe externe assez souple va s'adapter à la modification de l'environnement. Si on ressent aujourd'hui moins les limites de la ville, ce n'est pas qu'elles ont disparues, c'est qu'elles ont été rendues floues, mouvantes par la modification de leur environnement. Pour qualifier cette porosité, ou évolutivité de l'enveloppe externe, on parle d'ouverture des systèmes. Nous étudierons la ville comme un système ouvert sur son environnement : les habitants, les activités qui l'animent peuvent aller et venir. « Une bonne partie des éléments-clefs du système urbain lui échappe. Mais son ouverture l'enrichit en informations et en possibilités d'action, lui donne une plus ample variété. A l'inverse, un système clos, sans diversité interne et sans apport de variété externe, est exposé à disparaître si son environnement se modifie » (T. Vilmin, *L'aménagement urbain, acteurs et système*)

L'ouverture du système est nécessaire. Hegel définit la liberté comme étant chez soi, auprès de l'autre. S'avoir s'ouvrir tout en gardant son identité.

L'ouverture de la structure externe permet la prise en compte des transformations de l'environnement au niveau de la structure interne. Celle-ci, à son tour, va s'adapter en fonction des modifications de la structure externe.

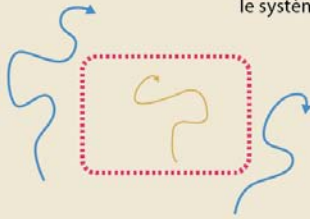
Dans un environnement mondialisé, de plus en plus ouvert aux échanges, à la dématérialisation, à la remise en question des logiques d'ancrage de la ville, l'ouverture du système urbain semble parfois remettre en question les fondements même de l'identité urbaine, par la dissolution de son enveloppe. La structure interne s'adapte petit à petit aux modifications de leur environnement. Cela s'exprime tant au niveau formel, qu'au niveau de la communauté urbaine qui voit son rapport au monde et à autrui changer radicalement.



Changement de l'environnement
du système



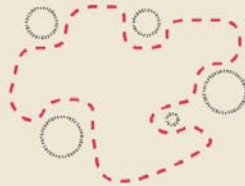
Modification de son
enveloppe externe



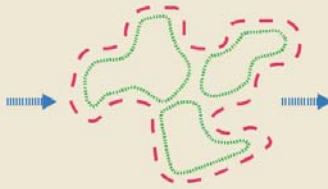
Celle-ci est plus ou moins poreuse :
le système plus ou moins ouvert



Le système est alors plus ou moins en capacité
de s'adapter aux changements



Le système va s'adapter en fonction de la flexibilité
de sa structure interne et des finalités qu'il poursuit



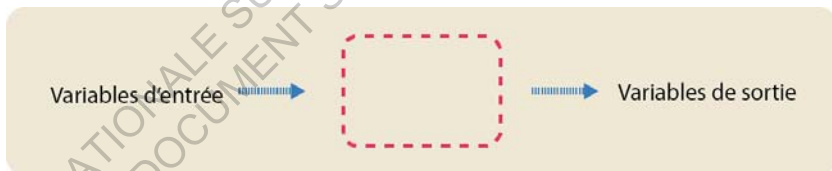
2. LE SYSTEME FONCTIONNANT ET SE TRANSFORMANT

L'approche du Système dit général introduit donc la nécessité d'étudier le système en interaction constante avec son environnement, il agit sur celui-ci (fonctionnant) et se modifie (se transformant).

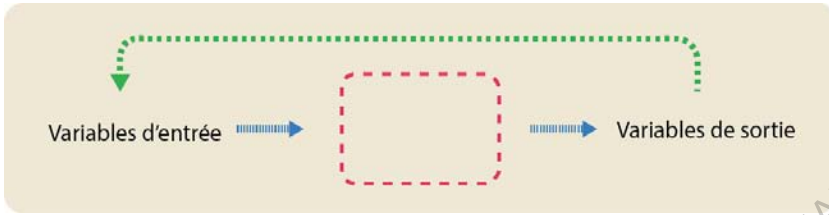
a. Le système fonctionnant

Connaître son environnement, c'est connaître les limites du système. C'est connaître les entrées et les sorties. C'est donc connaître ce qu'il fait. « *Il n'y a pas de processus sans processeur* » écrit J.L. le Moigne pour souligner le lien étroit entre système (processeur) et ce qu'il fait (processus).

Dans un premier temps, la systémique ne s'intéresse donc pas à ce qu'il y a à l'intérieur du système, qui est étudié comme une boîte noire. Il n'y a pas, par exemple, nécessité de comprendre la composition interne d'une calculatrice pour pouvoir l'utiliser, ce qu'elle « fait » nous suffit. Ce principe de boîte noire est fondamental en systémique. Il va à l'encontre d'un cartésianisme qui revendique la décomposition pour une meilleure appréhension. Cette décomposition irait donc jusqu'à l'atome ?



Le système peut donc agir sur son environnement. Le phénomène de rétroaction, découvert notamment à travers les travaux de Rosenblueth et Wiener, est central dans l'approche systémique. Le système urbain agit sur son environnement à travers une modification de ses variables de sortie, qui vont devenir ses nouvelles variables d'entrée. Un exemple d'actualité est celui des déchets urbains, et de la pollution, qui ont des influences directes sur le système urbain en lui-même : la qualité de vie.



b. Le système se transformant

Le système va alors s'adapter pour pouvoir poursuivre sa finalité. Il va y avoir modification de sa structure interne : on parle d'auto-adaptation du système. Les possibilités d'actions adaptatrices sont offertes par la variété interne, ainsi que par la capacité d'évolution des sous-éléments du système.

- La variété

La diversité des envies et activités humaines fournit une variété inhérente au phénomène urbain. Historiquement, « *le passage de la vie rurale à la vie urbaine se traduit par une diversification des métiers exercés par la population (...) Alors que dans les villages de Mésopotamie, de l'Indus ou d'Egypte les archéologues exhumaient surtout des objets domestiques, des outils pour travailler la terre ou pour chasser, les vestiges des villes regorgent d'objets de cultes, de bijoux, de céramiques faites au tour et d'une foule d'autres articles fabriqués par des artisans spécialisés de la cité* »³. L'habitant profite de la diversité de la ville, qui lui permet de s'exonérer d'activités répondant uniquement à des problématiques de survies : scribes, comptables, marchands, prêtres peuvent exercer une activité. Pour Max Weber la présence d'un marché est indissociable à l'émergence d'une ville.

Ce sont les échanges qui naissent de cette variété qui sont à la base du phénomène urbain, et qui favorisent sa pérennité face aux modifications de son environnement. Spatialement, les échanges passent par l'utilisation

³ *Les cahiers de science et vie* (août 2015) *La Naissance des Villes*, p27

de l'espace public. Le nombre de branchement des sous-systèmes sur l'espace public est une manière d'apprécier l'intensité des échanges rendus possibles.



Rue commerçante d'André Renoux

- La capacité d'évolution des sous-éléments du système

« A sa naissance, l'homme est faible et malléable. Quand il meurt, il est dur de chair et de cœur. Le bois de l'arbre qui pousse est tendre et souple. Quand il sèche et perd sa souplesse, l'arbre meurt. » (Stalker, film d'Andrei Tarkovski, 1979)

L'analyse systémique s'intéresse aux capacités d'adaptation d'un système, qui semble dépendre de deux critères :

Le premier critère, est celui de la malléabilité, de la variabilité de la structure interne du système. Il incarne la capacité du système à recevoir la variété, la diversité, à favoriser des usages variés de l'espace urbain. Du point de vue formel, on peut par exemple s'intéresser aux possibilités d'évolution du tissu urbain en fonction de la densité parcellaire et de la taille des bâtiments. Des bâtiments de grande emprise offrent peu de variations possibles. Ils sont un piètre support à l'évolution urbaine, si bien que leur inadaptation à un environnement donné entraîne plus souvent leur démolition totale que leur mutation. C'est le cas de bon nombre de barres de grands-ensembles, car elles n'offraient en fait pas de possibilité d'adaptation.



De plus, les bâtiments de grande emprise créent souvent une rupture du fait de leurs interactions limitées avec leur environnement : des bâtiments à la structure externe peu poreuse, et qui s'adaptent mal aux modifications externes. Un tissu de centre ancien, au contraire, aura plus de capacité à évoluer du fait d'une taille réduite de ses parcelles et bâtiments. Les interactions entre le bâti et l'espace public sont nombreuses, du fait de la nécessité d'un grand nombre de points d'accès aux bâtiments ce qui participe à l'animation de l'espace public. A l'échelle de l'îlot, la structure externe est poreuse et favorise la variété et les échanges.

Mais une trop grande importance de diffus nuit également à la capacité d'adaptation du système, due à un enrayement de sa variété interne. Dans le cadre d'un tissu ancien, une division parcellaire trop importante pourra néanmoins nuire à la conception d'un projet, du fait de l'impossibilité de maîtriser des parcelles de trop petites tailles, ou objets de querelles familiales.

Le second critère d'adaptation est la capacité du système à s'ordonner, à encadrer la variété qu'il engendre afin de fonctionner convenablement : *« les réseaux s'engorgent, l'insalubrité et l'insécurité se répandent, les relations humaines deviennent difficiles et tendues... »* écrit Thierry Vilmin. Ces deux critères paraissent antinomiques, car un excès d'ordre tue la variété et vice versa. L'ordre est nécessaire s'il ne tombe pas dans une programmation précise de l'activité, de la vie urbaine, et *« crée les conditions de l'édification et de la gestion du tissu urbain »*, une mise en place des conditions d'adaptation. (David Mangin et Philippe Panerai)

Le développement d'une ville se réalise par auto-organisation locale et par des actions de planification à plus large échelle. Les possibilités d'évolution du tissu urbain vont résulter d'un équilibre entre ordre et désordre, entre homogénéité et variété, entre unité et diversité. Cet équilibre d'adaptation du système à son environnement, entre auto-organisation et planification, va se faire en fonction de la finalité poursuivie.



Le quartier sur dalle de Baugrenelle à Paris et son emprise bâtie dans le quartier du 15^e arrondissement

3. LE SYSTEME PAR RAPPORT A UNE FINALITE QU'IL POURSUIT.

C'est la finalité qui va orienter l'adaptation et le comportement interne du système. La réflexion sur la capacité du système à se fixer sa propre finalité n'est pas la plus aboutie de la réflexion systémique, aux dires de Jean-Louis le Moigne dans son livre *La théorie du Système général*.

En ce qui concerne la ville, la capacité de la communauté urbaine à se fixer sa propre finalité se définit dans son organisation politique et dans son efficacité à proposer des décisions qui permettront l'adaptation du système aux modifications de son environnement. Il s'agit donc de ne pas considérer la construction de la ville d'abord comme une question formelle, bâtie, comme ceci est souvent enseigné dans les écoles d'architecture.

Finalement, on retrouve dans cette définition du système en général des éléments qui éclairent notre lecture du phénomène urbain. Un lien très fort lie une communauté urbaine, qui s'organise politiquement pour se fixer ses finalités afin de permettre une adaptation aux modifications de son environnement.

Un système complexe est composé de sous-systèmes. Chacun d'entre eux sera abordé selon la théorie du système général. Comment construire un modèle de représentation de l'entremêlement des sous-systèmes composant la ville ? C'est l'objet de la prochaine partie concernant la modélisation conceptuelle des systèmes.

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'ARCHITECTURE DE NANTES
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT D'AUTEUR

B. MODELISATION CONCEPTUELLE DE LA VILLE

1. ORGANISER LES SOUS-SYSTEMES

a. Les ontologies

Afin de pouvoir construire des modèles il est nécessaire de disposer d'une syntaxe de base permettant de construire des catégories dans lesquels les différents schémas de concepts pourront s'organiser. L'organisation syntaxique et sémantique de ces catégories correspond à ce que l'on appelle aujourd'hui des « ontologies » en référence à l'usage philosophique de ce terme désignant une « science de l'être ».

Plus modestement, les ontologies dont il est question dans les travaux actuels ⁴ visent à produire des représentations du réel qui soient appréhendables à la fois par les personnes et par les algorithmes informatiques.

Le but est d'organiser les différents concepts et sous-systèmes de la ville avant de leur appliquer dans un second temps des modèles dynamiques de calculs menant à des modélisations.

Deux questions de base sont à l'origine de cette syntaxe élémentaire :

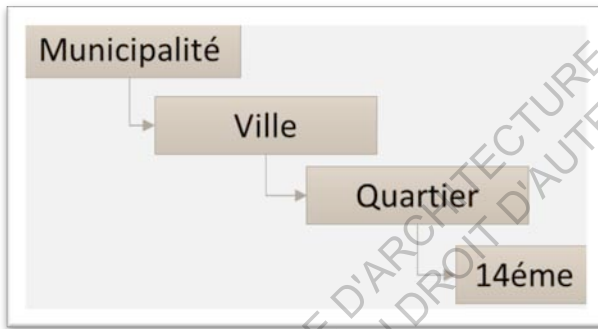
- L'objet conçu est-il ensemble (un type) ou un individu (Ville/Nantes) ?
- L'objet conçu est-il un tout ou une partie (Ville/Quartier) ?

De nombreuses ontologies, y compris celles sur la ville, distinguent mal ces deux aspects et perdent la capacité à développer une sémantique pertinente pour le domaine étudié : elles ne permettent pas de distinguer la nature des concepts, et de leurs relations.

⁴ Dans la mouvance du web sémantique (semantic web), les spécifications RDF et OWL forment des langages couramment utilisés pour construire des « ontologies ».

Par exemple, l'arbre ci-dessus semble homogène alors que l'on y passe indistinctement d'une relation de spécialisation (Type/Sous-types) à une relation de composition (whole/part).

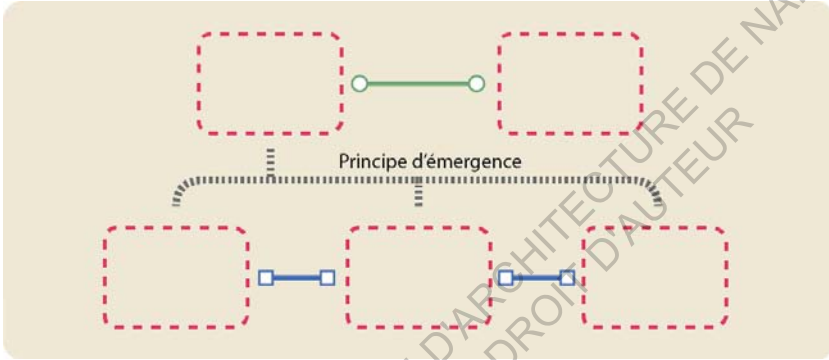
- Paris est un individu de l'ensemble « Ville »
- Quartier est un sous-ensemble de l'ensemble « Ville »



En étudiant un objet, on étudie donc d'abord s'il s'agit d'un sous-ensemble ou un individu.

b. Principe d'émergence

Le holisme s'approprie une vieille idée, celle que « le tout est plus que la somme des parties ». Elle introduit le principe de l'émergence : des nouvelles propriétés du *tout* et ses relations n'appartiennent pas aux *parties*.



Si ce principe peut paraître flou, ou très général, il trouve facilement des applications dans des cas très pratiques.

Prenons par exemple un projet de logement qui nécessite l'acquisition de plusieurs parcelles. Ce qui nous intéressera dans un premier lieu, c'est le prix d'acquisition de ces parcelles, ainsi que leur surface. Ces deux éléments conditionneront la phase de pré-projet. Par contre, lors des premières faisabilités, on raisonnera plus à l'échelle de l'îlot, composé de ces différentes parcelles. Ce n'est plus les prix d'acquisition ou les surfaces qui pourront nous intéresser, mais le nombre de logement envisageables, et la surface de plancher qui en découle.

On remarque que les propriétés au niveau des parcelles ne sont pas retrouvées au niveau de l'îlot. Selon le niveau étudié, s'articuleront des niveaux de réalité différents.

Cet ensemble peut être approché en tant que parcelles. On s'intéresse alors à leur prix d'acquisition et à leur surface



Pour le même ensemble géographique, on s'intéressera plutôt à l'ilot lorsqu'on considérera le nombre de logements constructibles, ainsi que la surface de plancher représentée.



2. ONTOLOGIES SYSTEMIQUES

Une ontologie va donc s'organiser de la manière suivante : une architecture complexe articulant différents niveaux de concepts, dans laquelle chaque niveau à des propriétés différentes qu'aux niveaux inférieurs. A chaque niveau, on étudie deux aspects propres à l'analyse systémique :

- l'objet en tant que système général
- le niveau d'abstraction selon lequel le système est étudié.

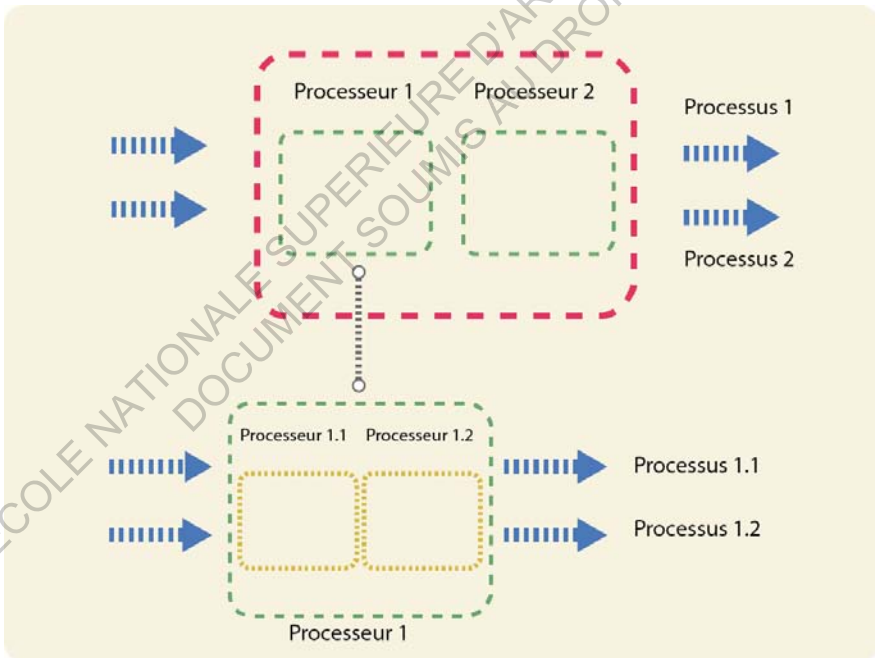
ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'ARCHITECTURE DE NANTES
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT D'AUTEUR

a. L'objet en tant que système général

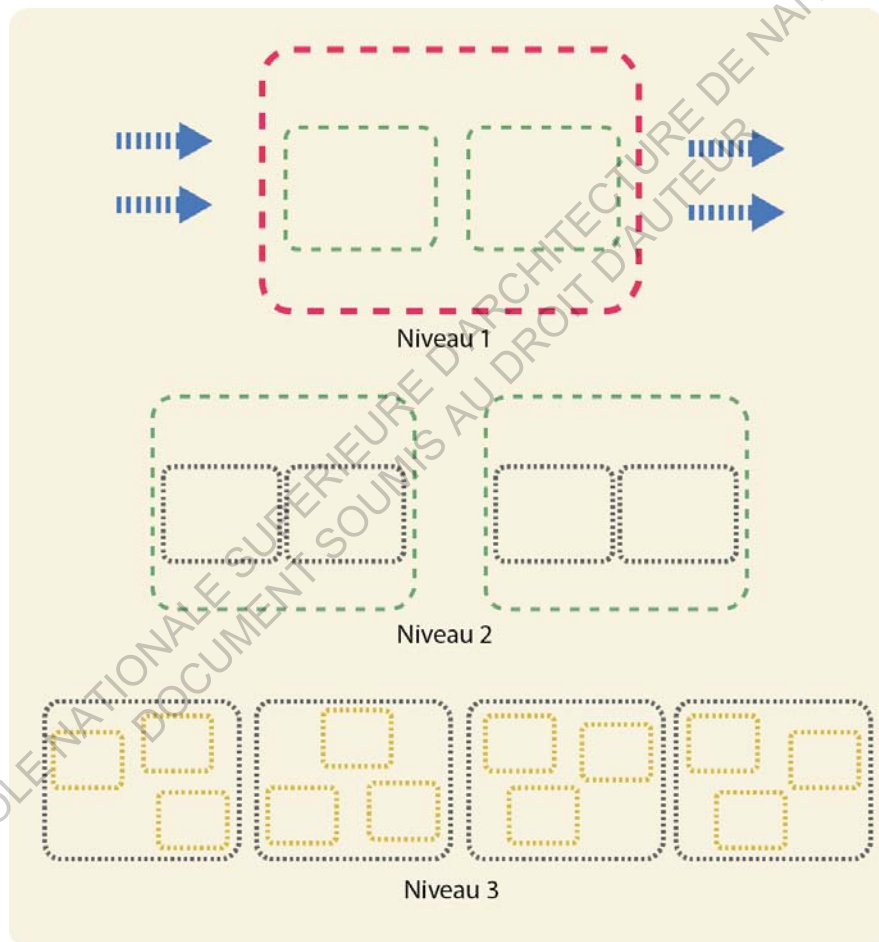
Le premier axe d'analyse est l'étude de l'objet en tant que système finalisant : c'est à dire envisagé comme un couple processeur/processus.

Il s'agit de procéder à une double décomposition concomitante des processeurs et des processus :

- Un processeur est composé de sous-processeurs.
- Un processeur conduit des processus : les missions qui lui sont confiées.
- Pour chacun des processus qu'il conduit, il distribue les actions/tâches à réaliser à ses sous-processeurs.

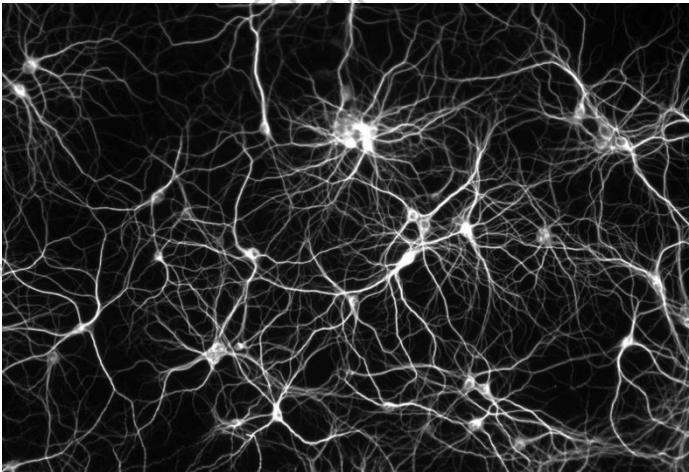


Une fois que l'on a adopté le principe de la double composition, chaque processus, chaque processeur devient un bloc autonome, assemblé et interconnecté niveau par niveau. La ville peut donc être approchée comme un réseau de processeurs/processus structurés par niveaux.



C'est l'assemblage par niveau qui fonde l'architecture selon une logique de boîte noire. Dans cette approche, la compréhension des systèmes s'analyse horizontalement, selon les relations qu'entretiennent processeurs et processus à un niveau donné. Les réflexions seront envisagées à un niveau donné, les modes de pilotage également. Si on considère la science de la matière, on raisonne à des niveaux différents. Une fourchette ne s'aborde pas du tout de la même manière selon qu'on l'étudie à notre échelle, à celle des molécules qui la composent, à celle de l'atome... Chaque niveau fait l'objet d'une organisation et donc d'une approche différente du fait du principe d'émergence.

Plus on multiplie les niveaux d'assemblages, plus le système devient abstrait et difficile à appréhender. Plus il devient complexe. Par exemple, Internet est un réseau de réseaux. Chaque réseau est composé lui-même d'un certain nombre de matériels de communication, de connexions entre ces matériels et d'algorithmes de routages. On peut appréhender un commutateur, le prendre à la main, mais il est plus difficile de saisir Internet. Il en est de même avec les groupes sociaux et la ville.



b. Niveau d'abstraction et niveau conceptuel

Le second axe d'analyse est la définition du niveau d'abstraction de l'objet étudié.

Plus on monte dans les niveaux d'abstraction, plus on trouve de la stabilité, plus on distingue des invariants. C'est l'étude de ces invariants qui permet de comprendre les recombinaisons opérées lors de la modification du système. Avec les modifications de l'environnement actif, mais aussi des solutions techniques propres à une époque, le système urbain va s'adapter, tout en remplissant les grandes fonctions conceptuelles qui sont nécessaires à son fonctionnement.

Exemple de l'échange, du marché. Max Weber associe sa présence à la définition d'une ville plutôt qu'un gros village. Raisonner au niveau conceptuel permet de s'émanciper des réponses techniques connues et d'essayer de discerner comment son rôle ancien est perpétué aujourd'hui. On tire forcément le conceptuel de la réalité. Il est en fait assez difficile de raisonner au niveau conceptuel et de se dégager des processeurs, qui sont propres à notre époque.

La question se pose donc sur les grandes questions conceptuelles de la ville. Il semble qu'il faille revenir sur comment sont apparues les premières villes, et pourquoi ? Quels phénomènes en sont indissociables ? Cela fait naître un questionnement très large, notamment abordé par la sociologie urbaine, l'archéologie, la philosophie politique, l'urbanisme...

Cette recherche va participer à la construction de notre compréhension de la ville. La recherche des grandes fonctions conceptuelles, et la construction du modèle conceptuel qui lui est associée, est donc une machine à poser des questions, et à structurer les réponses, et d'affiner le niveau de maturité des connaissances du décideur sur le système qu'il dirige.

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'ARCHITECTURE DE NANTES
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT D'AUTEUR

III. QUESTIONNEMENTS

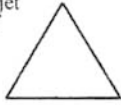
Dans son ouvrage *La théorie du système général*, J.L. Le Moigne définit des grandes typologies de systèmes, présentés par ordre de complexité croissante. A partir de la définition du système général, il s'agit d'entrer dans la structure interne du système pour comprendre son organisation.

A partir d'un certain niveau de complexité, qui définit celui qui permet la vie, le modélisateur est invité à envisager trois niveaux conceptuels principaux : Opération, information, décision. Le niveau 9 voit l'émergence de la conscience et de la l'intentionnalité, à la capacité d'auto-finalisation du système, peut-être propre à l'humain. On peut envisager que la ville s'organise de cette manière. Un ensemble d'éléments en interactions, desquels remontent des informations. A partir de ces informations, le système finalisant peut d'orienter pour prendre des décisions.

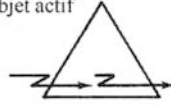
Chaque niveau, complexe, doit faire l'objet d'une modélisation qui nous permette de nous les représenter. La dernière partie de ce mémoire dresse des questionnements d'une appréhension complexe de l'information et du système finalisant.

Il s'agit tout d'abord d'aborder le système d'information urbain qui fait face à l'ouverture des données, géographiques ou non, et sur lequel reposent beaucoup d'espoir d'appréhension de la complexité des interactions urbaines. Il s'agira ensuite de présenter quelques pistes de réflexions au sujet du système de gouvernance urbaine face à l'ouverture du système urbain au reste du monde.

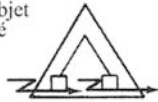
1 - Objet passif



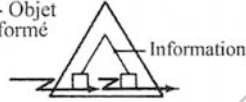
2 - Objet actif



3 - Objet régulé

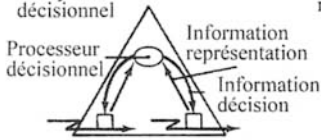


4 - Objet informé

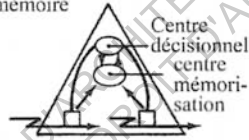


Niveau «machine»

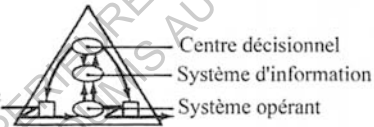
5 - Système à centre décisionnel



6 Système avec mémoire



7 Système avec coordination



Niveau «vie»

Centre décision

Centre imagination

Système de pilotage

Finalisation

Imagination

Décision

Information

Sys opérant

Information

Sys opérant

8 Système à imagination

9 Système à finalisation

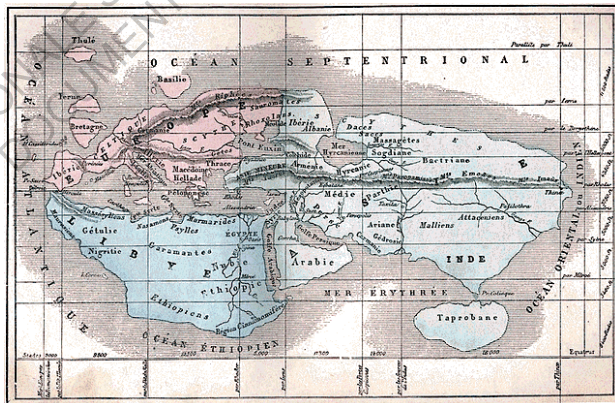
Niveau «humain»

A. LES SYSTEMES D'INFORMATION URBAINS

1. RAPIDE RETOUR HISTORIQUE SUR LA VILLE ET LA DONNEE

Les travaux archéologiques nous rappellent que l'invention de l'écriture est concomitante à l'apparition des premières villes, à la fin du IV^e millénaire av. J.C. Le lien étroit qu'elles entretiennent vient du besoin de mémoriser l'ensemble des échanges, décisions qui prennent place en ville, et qui dépassent les seules capacités de mémoire humaine. « Les administrations des palais ont pu gérer des territoires plus grands et des populations plus nombreuses qu'avec un système fondé uniquement sur l'oralité » rappelle Christophe Nicole, chercheur au CNRS.

Les premières cartes datent, elles, de la fin du III^e millénaire av. J.C. et permettant également de gérer au mieux le territoire, en indiquant les limites de propriété. Les Egyptiens relevaient des levées cadastrales sur des papyrus afin de reconstituer le parcellaire qui disparaissait avec les crues du Nil. Les premières cartes représentent des parties très restreintes du monde. C'est à partir des découvertes des navigateurs ou de conquérants comme Alexandre que se constituent petit à petit des cartes plus larges, esquissant une vision plus globale de notre monde.



Carte d'Eratosthène, III^e siècle av. J.C.

Aujourd'hui, il n'a jamais été plus facile de saisir l'imbrication des différentes échelles avec le jeu de zoom/dézoom possible avec les logiciels de cartographie ou les cartographies 3D en ligne. L'environnement urbain est appréhendé immédiatement par l'utilisateur, sans effort d'imagination.

En plus de cette représentation visuelle rendue possible, les données sur le territoire se développent à une vitesse déroutante. La richesse des Systèmes d'Information Géographiques (SIG) réside dans la conjonction entre les informations qu'ils portent et leur intégration d'un modèle cartographique représentable. L'accès à différentes bases de données fait présager des possibilités de croisement qui pourraient faire émerger une compréhension de la manière dont les sous-systèmes de la ville s'organisent, des interactions qui les lient. La lente construction d'une chronologie des données pourrait permettre de comprendre l'adaptation du système urbain aux modifications de son environnement.

Cet engouement, cette fascination pour les données sont portés par l'explosion des capteurs et des données, et de leur accès facilité par le développement d'internet. La problématique, soulevée par le terme Big Data, est le traitement d'une nouvelle complexité que celle du système opérant de la ville : celle du système informationnel. On croule sous l'information et il est bien difficile de restituer cette complexité sous forme intelligible.

Les ontologies appliquées au système d'information permettent de nous représenter son organisation. Elles semblent répondre à deux questionnements : la classification des données et l'édification d'un langage commun aux différentes bases de données.

2. LES ONTOLOGIES APPLIQUEES AUX DONNEES

La classification des données va venir nourrir le modèle urbain. En effet, à chaque niveau, il va y avoir définition de propriétés de chaque type. Par exemple le système hôpital aura :

- nombre de lits
- budget annuel
- nombre d'employés
- parcelle

L'intégration de données au modèle vient instancier les « types » définis : c'est l'exemple du type Quartier, instancié en 14ème.

Si le modèle est bien composé, il évitera la nécessité de superposer des couches correspondant à un même élément. Par exemple, il semble y avoir redite lorsqu'une couche SIG « Hôpital » se superpose avec une autre couche « parcelle ». La dissociation de la donnée d'un même élément sur plusieurs couches réduit les possibilités de croisements, si nécessaires à l'appréhension de la complexité. Elle entraîne une débauche d'information et accentue également la complexité.

Par ailleurs, la mutation 3D entraîne des changements de perspectives concernant notamment la définition du cadastre. L'augmentation de la taille des bâtiments et du nombre d'étage pose en des problèmes de propriété selon les étages, qu'une modélisation dégagée d'une vision en 2D pourrait faire évoluer.

La normalisation de l'information permettrait aux services de la ville d'unifier leur données, et ce en prenant compte des niveaux d'organisation et de la prise de décision concernés. Il est parfois déplorable que des décisions prises au niveau du département soient difficilement reléguées au niveau de la ville afin d'être prises en compte dans un projet. Ce qui est en jeu, c'est la fluidification de l'information, à travers les différents services et acteurs du projet, dans la construction d'un langage commun sur la ville, afin d'éviter les sentiments de tragiques impuissance.

3. ONTOLOGIES ET LANGAGE COMMUN

Différents sites de bases de données classent leur information selon des ontologies qu'ils se créent. Chacun a donc son propre langage, sa propre manière d'aborder la ville. Si cette différence est inhérente au principe de modélisation constructiviste et répond à des questionnements précis selon les bases de données, elle peut être un handicap pour une recherche globale, mettant à disposition toutes les ressources d'internet.

Pourtant, il existe des manières d'aller chercher des informations sur plusieurs bases de données sur la base d'un langage commun. Il s'agit des tentatives de normalisation d'internet par le W3C, le World Wide Web Consortium, qui vise à standardiser l'ensemble des outils et langages informatiques.

Sans rentrer dans les détails, l'utilisation de langages RDF ou OWL du web sémantique, se basant sur la construction d'ontologies, permet de faire des requêtes sur plusieurs bases de données en même temps.

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'ARCHITECTURE DE PARIS
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT D'ACCES

Le partage de l'information rendu de plus en plus aisé, ainsi que les efforts pour la rendre intelligible et accessible à tous pose plusieurs questions : Si tout le monde a l'information, qui dirige ? Et s'il est question de langage commun, comment celui-ci s'organise-t-il ? Comme dans l'organisation des systèmes selon le schéma système opérant/système d'information/système décisionnel, il est bien ici question de gouvernance et de politique.

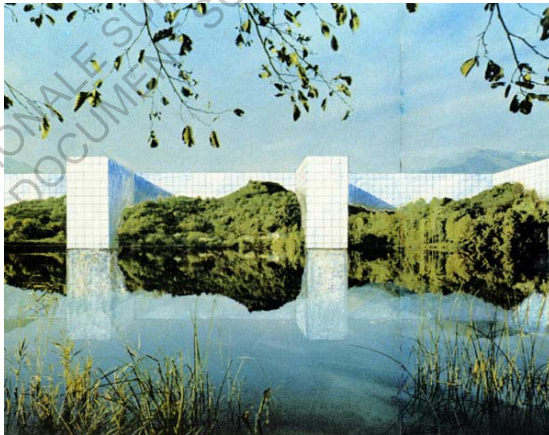
ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'ARCHITECTURE DE PARIS
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT D'AUTEUR

B. LE SYSTEME DE GOUVERNANCE

1. LA VILLE EST NECESSAIREMENT ET D'ABORD POLITIQUE

« Il est courant d'associer le terme ville à des critères purement quantitatifs : il s'agit d'une grande localité. La définition sociologique selon laquelle « la ville est une localité, c'est-à-dire un regroupement dense de maisons contiguës, qui constituent une agglomération tellement vaste que fait défaut ce qui caractérise sinon le groupement de voisinage : le fait de se connaître personnellement et mutuellement entre habitants. Seules les localités relativement grandes seraient donc des villes, et le seuil à partir duquel on pourrait parler de ville évoluerait en fonction des conditions culturelles générales. Ce critère ne s'applique pas toujours, loin s'en faut ».

Dans son livre intitulé *La Ville*, Max Weber réfléchit à ce qui crée la particularité de la ville, par rapport à un village. Une définition formelle de la ville semble insuffisante. Les réponses aux problématiques urbaines sont souvent formelles, parfois même portées par des bâtiments seuls, dont la superstructure gère tout.



Superstudio et ses superstructures évolutives

Max Weber s'intéresse à ce qui constitue la ville et revient sur l'importance de sa double définition économique et politique. Elle est la synthèse de château et du marché. La ville est abordée comme commune, c'est-à-dire comme forme d'organisation politique, non comme un milieu de vie caractérisé par un habitat dense.

Nous avons déjà parlé de l'importance de la limite de la ville chez Weber, et de sa place dans la définition de son identité. Elle définit une limite géographique, mais aussi une communauté

Comment définir cette communauté ? Comment parler de communauté urbaine ? Alexis de Tocqueville définit la société de son époque comme tout d'abord démocratique, nous rappelle Pierre Manent, philosophe politique et directeur d'étude à l'EHESS : « *comment la démocratie transforme tous les aspects de la vie humaine, même les plus personnels et les plus intimes* »⁵ Toute société se définit d'abord politiquement. « Pour soigner les maux de la société moderne, il envisage et recommande principalement des remèdes politiques – non pas économiques, ni sociaux, ni scientifiques, ni culturels »

La limite urbaine s'est initialement construite sur :

- la délimitation d'un espace géographique,
- d'une communauté, qui se définit politiquement,
- puis du pouvoir gérant cette communauté.

⁵ *Tocqueville philosophe politique*, Revue Commentaire, Numéro 107.

2. DISSOLUTION DE LA LIMITE URBAINE

a. La dépolitisation de la ville

L'ouverture actuelle du système urbain est caractérisée par une plus grande porosité de son enveloppe externe. Bâti, acteurs et citadins constituaient une unité géographique. Il y avait superposition des trois entités. Ceux-ci sont aujourd'hui rendus plus autonomes. Il y a aujourd'hui une vraie difficulté à poser une définition de la frontière, puisque les modalités sur lesquelles elle s'est fondée sont totalement remises en question.

« *Finalement, que devient la politique de la ville, lorsque les forces économiques de pointe sont tournées vers le marché mondial ?* » écrit Saskia Sassen dans *Global City*.

La dissolution des limites de la ville est due aux nouveaux réseaux de communication. Pour Pierre Manent, « *la communication nous permet tout ce que la communauté nous donnait, mais sans l'appartenance, sans les contraintes de l'appartenance* ⁶ ». Une appartenance autant communautaire que géographique. La communication remet en question la logique d'ancrage de la ville, support aux échanges humains, et entraîne la dissolution de ce qui la constituait : une limite, une communauté, un pouvoir organisateur.

Les possibilités de déplacements et d'échanges indépendamment de l'urbain rendent les citadins plus mobiles, moins impliqués dans la vie politique de la ville. Si bien que certains parlent aujourd'hui de consommateurs urbains. Citoyens vs consommateurs. Il s'agit d'une remise en question d'une communauté urbaine s'organisant politiquement au sein de ses limites, une dépolitisation de la ville. « *Quand la ville n'est plus une agglomération et ne se compose plus que de ceux qui réussissent à s'inscrire dans le cadre de l'urbain, l'esprit démocratique s'efface progressivement* » écrit Olivier Mongin, écrivain et essayiste, directeur de la revue *Esprit* de 1988 à 2012.

⁶ *Cours familier de philosophie politique*, tel Gallimard.

b. L'art de la démocratie selon Tocqueville

On peut faire le lien entre l'abolissement du cadre de l'Ancien Régime, et de l'autonomie laissée aux citoyens afin qu'ils s'émancipent en tant qu'individu, avec cet effacement des frontières de la ville. Pour Tocqueville, la démocratie porte en elle la fin du politique. Est-ce que l'ouverture des villes, allant à l'encontre de leur logique d'ancrage, les remet en question ?

Dans une société qui se définit politiquement, la dépolitisation, la dépossession du sentiment de citoyenneté, représente pour Tocqueville un danger de dérapage vers un individualisme violent qui « ramène [chaque homme] sans cesse vers lui-même et menace de le renfermer tout entier dans la solitude de son propre cœur ».

Pierre Manent analyse la proposition de Tocqueville « Dans la société démocratique, les hommes sont irrésistiblement tentés d'oublier qu'ils sont des animaux politiques. Il faut le leur rappeler, non par des discours, mais par des institutions, des mœurs, qui pour ainsi dire les forcent à être libres en les obligeant à participer ensemble à la gestion de leurs affaires »⁷.

Pour Tocqueville, les moyens de la démocratie seront ceux d'une participation sociale et politique : « C'est donc en chargeant les citoyens de l'administration des petites affaires, bien plus qu'en leur livrant le gouvernement des grandes, qu'on les intéresse au bien public et qu'on leur fait voir le besoin qu'ils ont sans cesse les uns les autres pour le produire »⁸. C'est ce qu'il nomme l'art de la démocratie, observée aux Etats-Unis dans les petits actes citoyens.

L'implication du citoyen dans les affaires de la ville est présentée comme une solution à l'individualisation de la société. Aujourd'hui, si la

⁷ Cours familial de philosophie politique, tel Gallimard.

⁸ Alexis de Tocqueville, *La démocratie en Amérique, Chap IV : Comment les Américains combattent l'individualisme par des institutions libres*

communication à la remise en question de la ville, elle est aussi porteuse de nouveaux outils de participation.

c. La participation citoyenne

L'intégration des petits gestes citoyens peut se faire à travers la prise en compte d'actions de ceux qui sont aujourd'hui communément appelés les Tiers-Acteurs. L'utilisation dans des projets urbains d'information émanent de ceux qui connaissent le mieux le territoire, qui sont au mieux à même d'en faire ressortir les problématiques locales : les habitants.

Il s'agit de construire le sentiment d'intégration citoyenne. L'échelle urbaine est celle à laquelle l'individu peut exercer le plus directement sa parole politique. Associer les citoyens aux problématiques urbaines afin de ne pas tomber dans un désintérêt politique du fait de l'imposition de projets urbains (comme le ministère des Finances de Bercy ou encore le quartier Maine Montparnasse, Olympiades) auxquels ils ne sont pas associés. Permettre une participation citoyenne à la constitution d'un modèle de représentation des concepts du phénomène urbain, autour d'un projet commun réaffirmé. Ce sont autant d'axes de réflexions autour de l'organisation politique de la ville, et de son adaptation à l'ouverture de plus en plus importante de sa structure externe.

3. ORGANISATION DES ECHELLES DE LA DECISION

Un autre questionnement que pose la limite est la dimension du périmètre urbain, la taille de sa communauté, et cela particulièrement à l'heure de la métropolisation. « C'est une idée chère à Nietzsche que l'homme ne peut être créateur que dans un horizon limité. Dans un monde absolument ouvert, la création serait simplement impossible » rappelle Pierre Manent⁹.

Jean-Jacques Rousseau soutenait que les hommes ne peuvent vivre décentement que dans une communauté institué à l'intérieur de certaines limites. C'est ce que reprend Paul-Henri Chombard de Lauwe, précurseur de la sociologie urbaine en France, lorsqu'il dit qu'« *au dessus d'une certaine dimension, les villes ne peuvent plus être gérées réellement démocratiquement* »

Comment s'organise une société urbaine dans un cadre dont elle ne perçoit pas les frontières ? Comment s'organise la prise de décision dans des villes de plus en plus grandes ? Quelle construction politique en réponse à des jeux d'échelles difficiles à appréhender au niveau humain ? Comment faire dialoguer, travailler ensemble, des institutions dont les compétences, les ressources, les relations avec les autres échelons territoriaux sont disparates ?

La systémique insiste sur l'importance des niveaux d'organisation d'un système. Pour s'adapter aux jeux d'échelles, la prise de décision urbaine s'organise par niveaux. La problématique d'un traitement cartésien de la complexité est toujours bien présente, tant la difficulté de ne pas disloquer la prise de décision est grande.

Pour le géographe Paul Clauval en 1981 : « *les problèmes de gouvernement sont aujourd'hui les plus graves de ceux auxquels sont confrontés les grandes villes modernes* ».

⁹ *Cours familier de philosophie politique*, tel Gallimard, p161

En tant qu'espace où la participation citoyenne a le plus de sens, où elle est le plus ressentie, et où peut naître l'impression la plus nette d'implication politique et participation à un projet commun, la ville est finalement au centre de la question démocratique, et de son adaptation aux modifications de notre environnement. Paul-Henri Chombard de Lauwe n'hésite pas à écrire : « *une discussion sur l'avenir des villes est bien une discussion sur l'avenir de la démocratie* »

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'ARCHITECTURE DE NANTES
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT D'AUTEUR

CONCLUSION

L'approche systémique urbaine fait donc émerger des questionnements sur la ville à plusieurs niveaux. Son émergence tient beaucoup à la remise en question du réductionnisme analytique, inconsciemment ancré dans nos manières d'appréhender le monde. La première tentative de ce mémoire aura été de montrer comment la Méthode de Descartes a marqué l'urbanisme du XX^e siècle, et de saisir les revendications de la pensée systémique. Au cours de mes recherches, ces éléments m'ont paru intéressant et prometteurs dans nos tentatives de traitement de la complexité.

Nous avons également vu que celle-ci s'appuie sur l'importance constructiviste de modélisation, qui doit servir de support à la construction d'une intelligence du système étudié. Il s'agit dans un premier lieu de classer, d'organiser, de comprendre les interactions entre les concepts qui composent le phénomène urbain ; c'est ce que nous avons présenté. Il semble que ce premier travail englobe de nombreux questionnement sur notre manière de nous représenter le phénomène urbain, et donc d'en appréhender la complexité. Dans un second lieu, qui fait l'objet de la dynamique des systèmes, il s'agit d'appliquer à ce modèle des modèles mathématiques, physiques, reposant sur des équations différentielles, afin de proposer des simulations de comportements des domaines physiques.

Une proposition pour un travail ultérieur pourrait être de reprendre les travaux de la sociologie urbaine, de l'histoire de l'urbanisme, qui s'intéressent à ce qui fait la spécificité du phénomène urbain, à ses grands concepts, et de les intégrer dans une modélisation conceptuelle urbaine.

La principale tentative de ce mémoire aura été de clarifier cette notion de modèle, afin de ne pas tomber dans une trop grande fascination technologique. La tendance actuelle semble parfois être à la surenchère de modèles perfectionnés, mais spécialisée sur un aspect de la question urbaine. Le vrai sujet est de relier les données aux réalités de la ville, dans une démarche de projet. Le modèle n'a de sens que s'il apporte une discussion à la planification, au politique, à quelque chose qui dépasse le quantifiable. La superposition aveugle de modèles quantifiés ne permettra pas d'avancer au milieu de la complexité mouvante du phénomène urbain. Il ne faut pas tomber dans une précision quantifiée de la ville, dont la mesure sera limitée par l'outil. « *Attention à ce que les cartes ne deviennent pas muettes en dépit de leur sophistication* » met en garde Régis Darques.

Nous nous étions également posés la question de l'apport de l'approche systémique dans l'appréhension de la complexité urbaine. Ce mémoire a tenté d'engendrer des questionnements sur le phénomène urbain à partir d'une logique systémique, en s'appuyant sur ses préceptes. Cela nous a mené à approcher la ville en tant que système s'adaptant aux modifications de son environnement, à questionner la place du traitement de l'information et à initier une réflexion sur la gouvernance de la ville.

Ce mémoire de Master dans une école d'architecture pose une dernière question : face à la revendication systémique d'appréhender la complexité de manière globale, quelle place donne-t-elle à l'architecte et à l'urbaniste ? Celui-ci est-il spécialiste, s'intégrant dans une démarche multidisciplinaire, ou au contraire un généraliste, portant une réflexion de synthèse de la complexité ?

BIBLIOGRAPHIE

APPROCHE SYSTEMIQUE

- Modélisation des systèmes complexes - Jean-Louis Le Moigne
- La théorie du Système général - Jean-Louis Le Moigne
- Les sciences de l'artificiel - H.A. Simon – folio essais
- Introduction à l'approche systémique - Rapport d'étude du CERTU
- La systémique - Daniel Durand - Que sais-je ? PUF
- L'approche systémique, de quoi s'agit-il ? - synthèse de l'AFSET
- La systémique, penser et agir dans la complexité - Gérard Donnadiou/ Michel Karsky
- Aménagement urbain : acteurs et systèmes – Thierry Vilmin - Editions Parenthèses

PHILOSOPHIE POLITIQUE

- Cours Familier de Philosophie Politique - Pierre Manent - tel Gallimard
- Introduction à la philosophie politique - Raymond Aron - Livre de Poche
- La démocratie contre elle-même - Marcel Gauchet - tel Gallimard
- Tocqueville philosophe politique - Pierre Manent
Commentaire n°107
- La démocratie internet, Promesses et limites - Dominique Cardon - Edition du Seuil, La République des idées

SOCIOLOGIE URBAINE

- La ville - Max Weber – La découverte
- Sociologie urbaine - Jean Marc Stébé/Hervé Marchal - Que sais-je ? PUF

AUTRES OUVRAGES

- Essais critiques sur la ville – Sous la direction de Guy Burgel – INF
- Projet urbain – David Mangin/Philippe Panerai – Editions Parenthèses

REVUES

- L'Atlas des villes – Le Monde Hors-Série, 2013
- La naissance des villes – Les cahiers Science & Vie, août 2015

DOCUMENTAIRES

- Documentaire Arte – Mainmise sur les villes
- Documentaire Institut Kervegan - le web : un défi pour la démocratie
- Trois tours et puis s'en vont: <http://www.ina.fr/video/CPA78050122>