



SAUF VÉHICULES AUTOMOBILES

diagonal

NOVEMBRE 2016/N° 198

REVUE DES ÉQUIPES D'URBANISME

■ À pied, à cheval
et en voiture

■ Le génie urbain
se réinvente

D O S S I E R

Ville et santé : deux termes à concilier

PRIX AU NUMÉRO : 10€ - ABONNEMENT 4 NUMÉROS : 40€

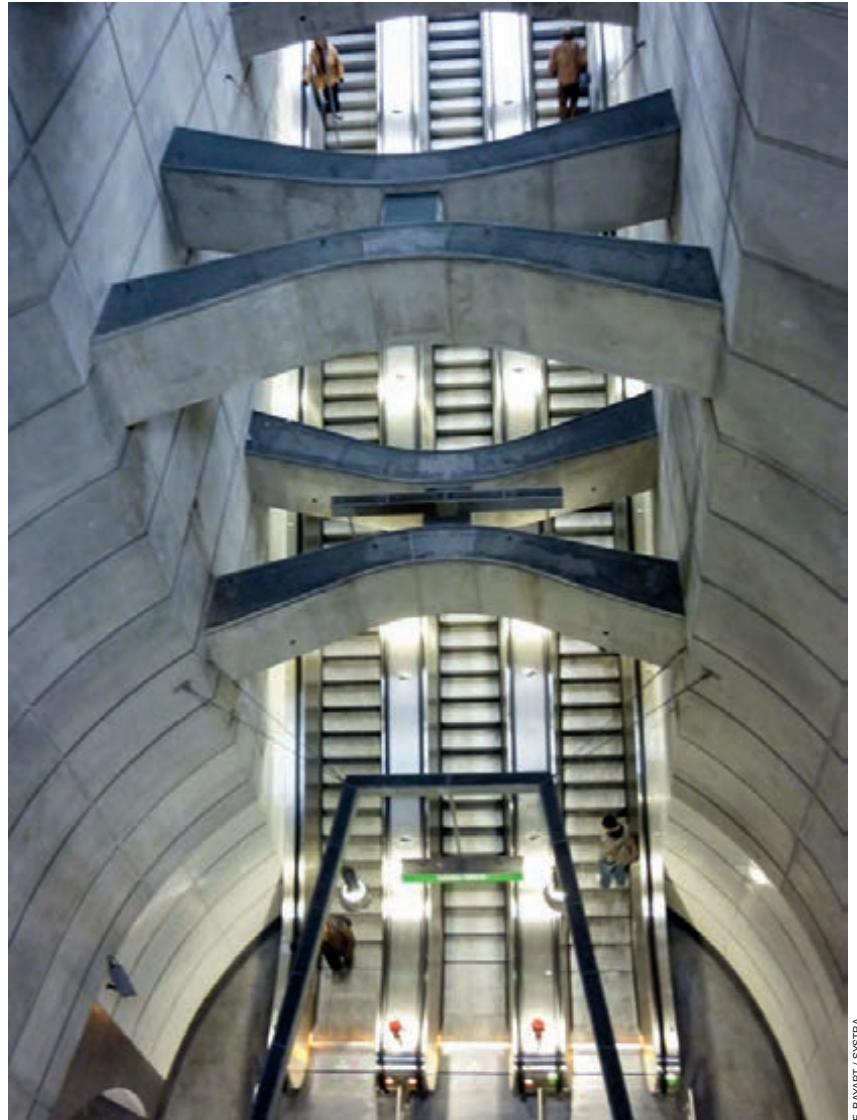
Génie urbain : la réinvention permanente

Dans son acception courante, le génie urbain pourrait se définir comme l'approche de la ville par les réseaux. Il est en fait plus large et plus complexe puisque au-delà de l'aspect technique de la gestion des flux, il s'attache aux services qui les soutiennent, à leur interaction, aux dimensions sociale et sociétale de leur fonctionnement et des politiques publiques qui leur sont associées. En ce sens et en gardant sa spécificité, le génie urbain recouvre la totalité du champ de l'urbanisme.

Entre génie civil et génie rural, un large consensus s'établit pour faire émerger le génie urbain au début du XX^e siècle, dans la suite de la "ville des ingénieurs" liée à la construction haussmannienne. Pourtant, le champ recouvert par ce concept a sans cesse évolué, jusqu'à disparaître pour mieux renaître ; il s'est nourri de la notion de service, a pris en compte les problématiques environnementales, étant ainsi constamment réinventé, revisité...

Aujourd'hui, le génie urbain occupe une place majeure dans la fabrication et dans le fonctionnement de la ville, dans la conception des projets et dans l'élaboration des politiques urbaines. De l'énergie aux transports, des réseaux de communication à la gestion des flux, des domaines techniques très divers sont aujourd'hui mobilisés pour faire la ville. Et les enjeux qu'ils sous-tendent sont au cœur de l'aménagement urbain : gérer

Le flux urbain se caractérise par un espace technique et dédié, tel cet escalier de la station Schottenring à Vienne.



les zones urbanisées soumises à des risques naturels, construire une ville économe en énergie, concevoir des projets sur des terrains industriels pollués, questionner le modèle de l'industrie dans la ville... De même, les systèmes techniques tels les réseaux de chaleurs, les smart-grids et smart technologies, les communications dans tous les sens du terme sont parties intégrantes du projet urbain. Enfin, la prise en compte de l'impératif écologique s'accompagne d'interrogations nouvelles sur l'atténuation des impacts urbains sur le climat ou

l'adaptation de la ville aux risques, mais aussi d'éclairages sur la gestion des risques par la résilience urbaine, l'efficacité énergétique à l'échelle urbaine, la gestion métabolique des déchets... Les savoirs et expertises techniques de l'ingénierie urbaine sont, en conséquence, de plus en plus présents dans l'action, alors même que la production des déchets, leur gestion et leur traitement, l'assainissement, l'adduction d'eau, la production et la répartition des énergies et finalement la gestion de tous les flux





KATIA LAFFRECHINE

ne peuvent plus être réduits à des sujets à solutions techniques, mais s'étendent à des questions de société. Aussi, le génie urbain se doit-il de répondre à cette double injonction, technique et sociétale.

Les formations ont intégré cette nouvelle dimension, tel le département génie urbain de l'Université-Paris-Est qui forme depuis plus de 20 ans ses étudiants à ces problématiques. Et depuis, nombre d'écoles et d'universités ont inscrit ce domaine à leur cursus, voire en font leur ADN.

Les grandes métropoles créent des services de génie urbain (Tokyo, New York...), les grands groupes d'ingénierie font de même. Ces acteurs sont régulièrement confrontés à diverses questions interrogeant les procédures et les pratiques. Pour y répondre, acteurs publics opérationnels et universitaires partagent leurs connaissances autour de recherches méthodologiques et d'innovations concrètement mises en œuvre. Ces collaborations réinventent de manière permanente le génie urbain. En France, en 1986, le rapport de Claude Martinand (1) a indéniablement constitué le nouveau socle de référence de cette discipline en questionnant, notamment, la relation entre technique urbaine et espace urbain : *“Faire œuvre de génie urbain, ce n'est pas seulement maîtriser les techniques correspondantes, mais aussi et surtout les restituer dans leur contexte local [...]. Cela signifie que la notion d'optimum technique perd beaucoup de sa pertinence face à d'autres légitimités”*. Le génie urbain ce n'est pas, ce n'est plus, l'urbanisme des réseaux, c'est une partie intégrante de l'urbanisme, ou le contraire... Dans un article sur le sujet publié récemment dans la *Revue internationale d'urbanisme* (2), Sabine Barles invite le génie urbain à s'urbaniser, mais à front renversé sa

démonstration validerait une “génie-urbanisation” de l'urbanisme !

Aujourd'hui le génie urbain se fonde sur une approche systémique qui intègre fortement la dimension territoriale, de même qu'il privilégie des réflexions transversales et notamment le croisement de la dimension technique avec la portée sociale de la ville. Transdisciplinaire, il s'attache à la résolution de problématiques urbaines complexes nécessitant l'adoption d'une vision globale.

Il faut savoir distinguer la complexité de la complication. Ces deux notions sont très fréquemment confondues alors qu'existe une différence fondamentale : un objet compliqué, c'est-à-dire présentant un certain désordre, peut être simplifié, alors que la complexité est un état fondamental qui définit l'objet considéré. Un objet complexe ne doit, par conséquent, pas être simplifié. La complexité varie en fonction de certains paramètres, de la multitude des usages exercés, des acteurs impliqués, de la dispersion géographique, des échelles spatiales et temporelles considérées... La systémique est la discipline permettant d'appréhender le problème de la complexité.

Afin de mesurer et quantifier les impacts d'un flux, d'une fonction urbaine, d'un scénario d'aménagement, la recherche en génie urbain s'appuie sur la théorie des systèmes, mais les méthodologies d'autres disciplines peuvent également être mobilisées.

Les démarches fonctionnelles en font partie, elles permettent de comprendre le fonctionnement des systèmes techniques et parfois d'en caractériser les risques et les fragilités. Plus précisément, l'“approche fonctionnelle des systèmes” est une méthode permettant de concevoir des systèmes en répertoriant de manière exhaustive les relations fonctionnelles qui les définissent et d'en

Cette vision très “génie urbain” de la ville de Copenhague en montre bien la complexité entre habitat, infrastructures, eau, énergie, paysages...

comprendre le fonctionnement. L'objet considéré n'est plus interprété comme un ensemble de composants matériels, mais comme un ensemble de fonctions. Cette approche s'adapte à tous les types de questionnement qu'il soit matériel ou immatériel et peut renvoyer à des méthodes issues du monde industriel telles que l'analyse fonctionnelle, l'analyse des modes défaillances, l'identification des vulnérabilités par des méthodes de types analyse préliminaire des risques (APR) et analyse préliminaire des dangers (APD), les méthodes des arbres des causes et des arbres de conséquences, etc. Lorsqu'on les applique à des morceaux de ville cela permet d'étudier l'organisation d'un périmètre dans son environnement urbain et permet d'aboutir à l'identification des niveaux de résilience des systèmes techniques, à la détermination des scénarios d'aménagement, à l'identification des chemins critiques et des éléments de robustesse.

MODE NORMAL ET MODE DÉGRADÉ

Des recherches récentes ou en cours déploient une démarche systémique de caractérisation de risques portant sur l'ensemble des sous-systèmes techniques d'un quartier, leur organisation et leur mode de fonctionnement. L'objectif est de proposer une évaluation du fonctionnement du quartier en mode normal et en mode dégradé avant, pendant et après la survenue de l'aléa, inondation par exemple. Il s'agit également d'évaluer la fonction d'habiter avant, pendant et après l'événement et d'apprécier la résilience fonctionnelle des systèmes techniques, notamment en abordant les questions de dépendance aux réseaux et de maintien de la qualité d'usage au travers de l'autonomie énergétique en mode dégradé, de la mobilité résidentielle et des problèmes d'assainissement.

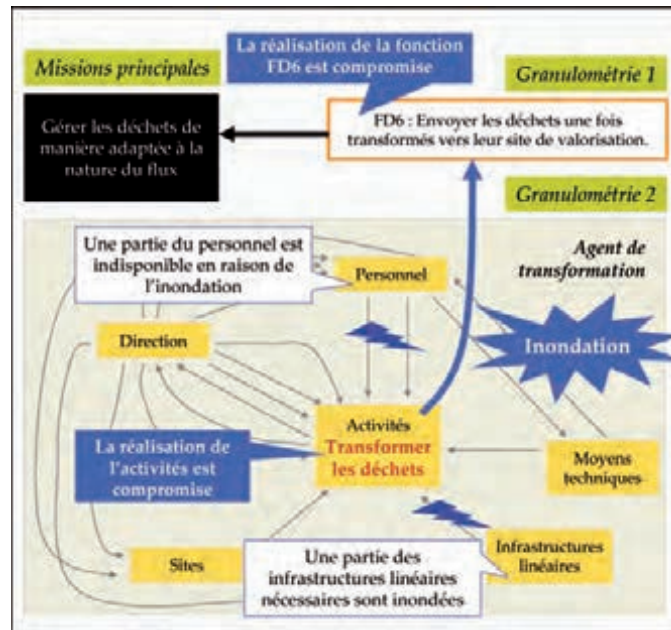
Dans un autre registre, des démarches de type “empreinte” sont utilisées pour évaluer les impacts. La notion “d'empreinte du risque” cherche à articuler les processus physiques ayant lieu sur le terrain, avec la dimension territoriale des politiques publiques par rapport aux catastrophes naturelles (3). L'“empreinte environnementale” quant à elle “vise à décliner les impacts du métabolisme urbain [...] sur la biosphère” (4). Elle ne se limite donc pas à la surface de sol nécessaire, mais tente de mesurer l'impact sur l'ensemble de l'envi-

ronnement local et global. De manière plus ciblée, l'agglomération de Lyon a travaillé sur l'"empreinte écologique" urbaine des déchets, aboutissant à l'idée d'une empreinte déchets délocalisée (5). À la dimension spatiale, s'ajoute dans ces travaux la dimension temporelle induite par des matières dont la dégradation est parfois lente. L'impact des déchets est donc à appréhender en fonction des deux notions d'espace et de temps pour obtenir une vision détaillée des effets territorialisés de leur gestion.

D'autres méthodes et outils sont mis en œuvre parmi lesquels l'analyse du cycle de vie qui commence à donner des résultats intéressants en génie urbain. Concernant les outils ils sont généralement orientés vers l'aide à la décision. Le transfert des recherches vers la sphère opérationnelle mobilise des compétences en gestion de l'information. Il faut qualifier la qualité, la pertinence et la fiabilité des données d'entrée dans le système. Au-delà des données, la construction d'indicateurs et la traduction en critères doivent impliquer l'ensemble des acteurs du processus décisionnel lesquels ont à s'accorder sur leur hiérarchisation et leur pondération. La mise en œuvre de ces critères est de plus dépendante des échelles spatiale et temporelle, de la typologie des situations urbaines, des situations climatiques, des natures des projets urbains...

La modélisation systémique est considérée en génie urbain comme une représentation intelligible d'une réalité complexe. Elle permet la traduction d'un fait ou d'un processus complexe qui ne peut être observé ou compris par simplification. La démarche consiste d'une part à observer et analyser un objet, un fait, un processus dans son contexte et son environnement urbain immédiat et d'autre part à mener une réflexion théorique sur ces objets, faits ou processus particuliers.

Dans la pratique, l'approche systémique en génie urbain développe une démarche scientifique articulée autour d'un problème, d'une méthode – en l'espèce l'approche fonctionnelle – et d'un objectif. Pour l'étude d'un service de gestion des déchets (voir le graphe ci-dessus), il peut s'agir de diagnostiquer et d'initier la résilience de ce service aux catastrophes naturelles (6). Les stratégies d'amélioration de la résilience des territoires à risques ont pris une place prépondérante dans les politiques de gestion des inondations. Raisonner en termes de



résilience, c'est-à-dire de capacité pour un système à se maintenir et à retrouver un fonctionnement acceptable après la crise, permet de penser différemment et d'anticiper la longue période qui suit un événement catastrophique.

ÉVALUER LA CAPACITÉ D'ADAPTATION

Il s'agit donc de caractériser le système de gestion des déchets, son fonctionnement en période "normale" et ses dysfonctionnements en période de crise. L'approche fonctionnelle permet de modéliser la marche du service, puis de recenser ses dysfonctionnements. La capacité du service à maintenir un niveau acceptable pour le système urbain peut ainsi être évaluée. S'il n'en est pas capable, la méthodologie propose d'estimer sa capacité d'adaptation, de déterminer s'il peut mobiliser des ressources plus larges à savoir des acteurs du service ayant des territoires de compétence plus étendus que celui de l'impact de l'inondation ou des acteurs extérieurs lui permettant d'absorber la nouvelle production de déchets, et ainsi de récupérer un mode opératoire acceptable. Le travail de thèse de Didier Allaire (2012) développe une approche systémique d'un parc immobilier pour améliorer sa performance énergétique (7). Cette recherche appréhende la complexité fonctionnelle des parcs immobiliers d'envergure nationale en menant une interprétation systémique fondée sur l'établissement d'un concept de

Modélisation d'un service de gestion des déchets et des conséquences des dysfonctionnements à l'échelle du réseau support sur le réseau services.

performance globale. La démarche, avant tout méthodologique, repose sur l'élaboration d'une cartographie des processus macroscopiques devant intervenir en gestion patrimoniale pour obtenir une évolution positive du système immobilier. L'étude menée sur le parc du ministère de la Défense a permis de confronter la méthode à une forme réelle de complexité immobilière et de la mettre en pratique dans le domaine énergétique. L'élaboration d'une stratégie ministérielle et l'établissement d'un système d'information de gestion ont notamment contribué à valider la portée opérationnelle des résultats obtenus. L'émergence d'une véritable pensée stratégique patrimoniale ouvre des perspectives d'évolution systémique fondées sur la réorganisation progressive d'un fonctionnement immobilier souvent rudimentaire.

Bien qu'ayant une histoire courte, le génie urbain a su se renouveler sur la base des avancées scientifiques de nombreuses disciplines afin de capitaliser la richesse des expériences urbaines pour en saisir, comprendre et appréhender les complexités. Depuis sa naissance à travers l'étude des réseaux techniques, le génie urbain reste étranger à tout dogmatisme disciplinaire ; son savoir constitutif est consubstantiellement transdisciplinaire et porté vers l'action urbaine. De l'intérêt des professionnels et des acteurs locaux au succès rencontrés par les formations, nul doute qu'il saura se réinventer pour participer plus activement encore à la construction de la ville future. ■

Bruno BARROCA – Serge BETHELOT – Katia LAFFRECHINE – *Département Génie urbain Université Paris-Est ; Lab'Urba Équipe Génie Urbain*

(1) Claude Martinand, *Le Génie urbain, Rapport au ministre de l'Équipement, du Logement, de l'Aménagement du territoire et des Transports*. La Documentation française, 1986.

(2) Sabine Barles. "L'urbanisme, le génie urbain et l'environnement : une lecture par la technique". RIURBA – *Revue internationale d'urbanisme*, 2015.

(3) *Analyse des processus de territorialisation des risques majeurs en milieu urbain*. Labex Futur Urbains, 2012.

(4) "Comprendre et maîtriser le métabolisme urbain et l'empreinte environnementale des villes" - Sabine Barles – 2008 - in *Revue Responsabilité et environnement*, n° 52, p. 21-26

(5) Communauté urbaine Grand Lyon. *L'empreinte écologique ou la mesure de la durabilité écologique*. 2009. Agenda 21

(6) Hélène Béraud. *Initier la résilience de service de gestion des déchets aux catastrophes naturelles*.

PhD thesis, Université Paris-Est-Marne-la-Vallée (2013).

(7) Didier Allaire. *Amélioration de la performance énergétique d'un système immobilier. Développement d'une approche systémique appliquée au parc immobilier du ministère de la Défense*.

PhD thesis, Université Paris-Est-Marne-la-Vallée.