



POINT D'INFORMATION NATIONAL VILLE

*Position sur la recherche
et l'innovation urbaine*

octobre 2018



SOMMAIRE

PRÉAMBULE	1
1 - INTRODUCTION	3
2 - LES MODES DE VIE URBAINS : RÉTROSPECTIVE ET PROSPECTIVE	8
3 - LA VILLE MATÉRIELLE ET IMMATÉRIELLE	10
4 - MÉTABOLISME URBAIN ET RÉSILIENCE	12
5 - ACCÈS À LA VILLE ET SES SERVICES	14
6 - NATURE EN VILLE, BIODIVERSITÉ ET ÉCOSYSTÈMES URBAINS	16
7 - GOUVERNANCE ET ÉCONOMIE DES SYSTÈMES URBAINS	18
8 - GOUVERNANCE DE L'INNOVATION	21
9 - PEUPLEMENT ET TRANSITION ÉNERGÉTIQUE	23
ANNEXE	25

Le Point d'Information National VILLE¹

Le Point d'Information National VILLE (PIN Ville) a vocation à amplifier la participation coordonnée des acteurs français dans les programmes et projets européens du domaine de la recherche et de l'innovation urbaine en les informant de façon synthétique sur ces programmes et sur les opportunités de financement européens (appels à projets), et en favorisant l'interconnaissance et la coopération entre les différents types d'acteurs (organisation de journées nationales et régionales d'information et d'échange). Il souhaite ainsi répondre à l'ampleur des attentes, liée à la complexité des problématiques urbaines inhérentes au concept de développement durable, à la multiplicité des initiatives européennes et à la diversité des acteurs concernés. Sa mission est aussi de contribuer à la définition des politiques et programmes européens en participant à l'élaboration des positions françaises auprès des instances européennes.

La mission du Point d'Information National « Ville » est pensée en complémentarité et en association avec les initiatives nationales existantes. Il associe dans son fonctionnement les structures et réseaux nationaux d'acteurs de la recherche, des entreprises, des collectivités territoriales, des aménageurs et des urbanistes, ainsi que le ministère de la transition écologique et solidaire (MTES), le ministère de l'enseignement supérieur, de la recherche et de l'innovation (MESRI), le ministère de la cohésion des territoires (MCT), et le commissariat général à l'égalité des territoires (CGET).

Positionnement de ce document

Ce document prospectif sur la recherche et l'innovation urbaine est une contribution du PIN Ville à la position française dans ce domaine auprès des instances européennes concernées. Une version anglaise de ce document a été éditée à cet effet. Elle a en particulier été communiquée à la Joint Programming Initiative « Urban Europe » dans le cadre de la révision de son SRIA (Strategic Research and Innovation Agenda). Ce document est à la disposition des ministères intéressés comme élément pouvant alimenter leurs positions et actions auprès des services concernés de la Commission Européenne, notamment pour l'élaboration des programmes de travail du futur programme cadre de recherche et d'innovation HORIZON Europe 2021-2027.

Processus de rédaction de ce document

Cette «Position sur la recherche et l'innovation urbaines» a été préparée dans le cadre du groupe thématique VILLE du PIN Ville. Les membres de ce groupe thématique sont des représentants



1. Le Point d'Information National « Ville » est une action de l'I-SITE FUTURE porté par Université Paris-Est, coordonnée par l'IFSTTAR et le CSTB. L'I-SITE FUTURE bénéficie d'une aide financée par le programme d'Investissements d'Avenir lancé par l'État et mis en œuvre par l'ANR.

d'alliances nationales de recherche (AllEnvi, ANCRE, ATHENA, ALLISTENE), du comité de programme H2020 (RCP Energie, Environnement, Transport, TIC, NMBP, SHS), de programmes européens (URBACT, UIA, LIFE, ESPON), de réseaux professionnels (entreprises de l'ingénierie, du numérique, des travaux publics, et de la sécurité, architectes, urbanistes, aménageurs), d'associations de collectivités territoriales (villes, agglomérations, métropoles, régions), d'initiatives européennes (JPI Urban Europe, ECTP, UERA), de pôles de compétitivité (Systematic, Cap-Digital), d'agences nationales (ANR, ADEME, PUCA).

Ce document a été élaboré de la façon suivante :

- Des documents (cf. annexe) ont été rassemblés par le groupe thématique VILLE afin de s'appuyer sur des réflexions prospectives déjà publiées et provenant en particulier des réseaux représentés par les membres du groupe thématique;
- L'analyse de ces documents existants, la préparation du plan et la relecture de ce document ont été effectuées par un sous-groupe animé par Gérard Hégron (IFSTTAR) coordinateur du PIN Ville, et composé de Jean-Pierre Lévy (CNRS), Denise Pumain (Université Paris 1 Panthéon Sorbonne), Alain Zarli (CSTB), Marie-Claude Dalibard (Club Ville Aménagement);
- Une première version de ce document a été mise en débat au sein du groupe thématique VILLE ;
- Le document a été rédigé par Gérard Hégron (IFSTTAR) et Jean-Pierre Lévy (CNRS);

1 - INTRODUCTION

Le contexte

La plupart des programmes ou travaux prospectifs sur la recherche et l'innovation urbaine introduisent depuis des années leurs propos en évoquant les grands changements planétaires (climatiques, environnementaux, technologiques, démographiques...) qui influencent fortement les dynamiques territoriales et urbaines et qui confèrent à ce champ d'investigation une importance renouvelée et toute particulière. Ce contexte global reste toujours d'actualité, mais revêt un niveau d'intensité et d'urgence beaucoup plus élevé : le retard pris sur les mesures limitant les émissions des gaz à effet de serre rend les prévisions du GIEC sur l'évolution du climat de plus en plus inéluctables, la régression de la biodiversité et la raréfaction de certaines ressources comme les terres arables et l'eau ne cessent de progresser et sont devenues alarmantes, le numérique a gagné tous les secteurs d'activités humaines engendrant des mutations profondes, les migrations d'ordre économique, climatique ou politique ne cessent de croître (progression de +2,4% par an en moyenne), etc. Les objectifs et approches formulés en réponse à ces changements globaux dans les grands accords internationaux (protocole de Nagoya sur la biodiversité en 2010, COP21 en 2015, Habitat III sur le logement et le développement urbain durable de 2016) demeurent par conséquent un cadre de référence.

Les problématiques du changement

Ces objectifs à atteindre induisent des changements nécessaires et de natures différentes orientant la recherche et l'innovation dans des directions assez différentes :

- **Transition** : La transition implique que l'on perçoive le prochain état du système et la trajectoire pour y parvenir, en prévoyant des moyens techniques à mettre en œuvre et en imaginant des modes de faire appropriés pour leur gouvernance ; cela semble le cas pour la transition énergétique où l'on peut se fixer des objectifs quantitatifs à atteindre (par exemple la part des énergies renouvelables dans la production énergétique), ou encore pour les mesures à prendre afin d'accompagner le changement climatique (pourcentage de réduction des émissions des gaz à effet de serre par exemple).
- **Transformation** : Dans le domaine des sciences humaines et sociales où les objectifs sont plus difficiles à résumer par des mesures quantifiées, la Commission européenne propose le terme de transformation qui invite à une observation et une description des impacts sociaux, dans le domaine de l'organisation politique, sociale et économique tout comme dans ceux du patrimoine historique et culturel et des arts.
- **Disruption** : La disruption (ou déstabilisation) qualifie l'innovation dite de rupture par opposition à l'innovation incrémentale qui améliore les solutions existantes. Elle est également mise en avant par Audacities pour englober les interventions de nouveaux opérateurs du numérique dans les champs d'activité des collectivités territoriales, en posant la question de l'urgence d'une révision des modes de faire et de la gouvernance. C'est aussi sur la **gouvernance** que la Commission

européenne insiste pour s'attaquer aux problèmes récurrents des inégalités et de la crise démocratique en favorisant des innovations qui rendraient le secteur public plus agile et centré sur le citoyen et le passage à l'échelle vers la haute performance de services sociaux inventifs.

Concepts et méthodologies

Que ce soit en termes d'acquisition de connaissances, d'identification des problématiques et de leur résolution, de conception et de mise en œuvre de solutions innovantes, l'étude des systèmes urbains nécessite des approches méthodologiques adaptées :

- Différents **paradigmes** sont usités pour analyser et comprendre les phénomènes qui sont à l'œuvre au sein des territoires urbains et pour résoudre les problèmes inhérents à leur fonctionnement et leur développement : ville durable, ville intelligente, ville résiliente, économie verte, ville sobre, etc. Si ces concepts offrent des points de vue, des grilles d'analyse et des méthodologies de travail complémentaires, ils servent parfois des objectifs aux conséquences divergentes. Un travail de comparaison (efficacité, objectifs) et de mise en cohérence de ces concepts s'avère par conséquent nécessaire. Par ailleurs, ces paradigmes sont-ils toujours à la hauteur des défis qui doivent être relevés et qui semblent appeler plus que des changements mais de véritables **mutations** de nos modèles de développement, de production et de consommation, de nos valeurs, de nos organisations, de nos pratiques et de nos modes de vie ?
- Les villes sont des objets où s'articulent des dimensions à la fois physiques, écologiques, techniques, humaines et sociétales qui exigent des **approches pluridisciplinaires**. Les transitions et transformations espérées seront cependant effectives si l'on développe progressivement une **interdisciplinarité radicale** articulant les sciences humaines et sociales avec les sciences de l'environnement, de l'ingénierie et de la modélisation. La durabilité de nos sociétés ne sera atteinte qu'avec la combinaison d'innovations techniques et sociales.
- L'urbanisation croissante des territoires a transformé progressivement et de façon radicale les sociétés sur toute la planète. Elle se développe par ailleurs en forte interaction avec le changement global (Anthropocène) via de multiples réseaux (d'agglomérations, de villes, de multinationales...) qui repositionnent ainsi les frontières de la ville et des questions urbaines de l'échelle locale à l'échelle globale. La ville fonctionne par ailleurs selon des temporalités diverses : quotidiennes, saisonnières, générationnelles, séculaires... La cohérence des processus de transition et de transformation ne sera donc effective que si l'on adopte une **approche multi-scalaire** où l'on articule les différentes échelles spatiales (de l'individu aux niveaux local, régional et global) et temporelles (les urgences du court terme, la planification du moyen terme, et les stratégies du long terme).
- L'intelligibilité des réalités urbaines et du passage du savoir à l'action ne peut se faire sans convoquer l'ensemble des acteurs concernés : acteurs académiques, acteurs territoriaux, experts (entrepreneurs, aménageurs, architectes, urbanistes, associations, consultants...), expertise habitante, etc. Cette **approche intersectorielle** appelle par ailleurs la mise au jour de processus de médiation pour la gouvernance et la coordination des acteurs impliqués.
- Si les expérimentations, les innovations et réalisations exemplaires méritent une diffusion massive auprès des villes afin d'accélérer l'avènement des changements globaux attendus, il

convient de tenir compte cependant des réalités contextuelles des villes qui nécessitent toujours une adaptation des approches et des solutions conçues et développées par les acteurs globaux. Les villes présentent en effet des situations locales spécifiques et des trajectoires historiques particulières dont il faut tenir compte car elles peuvent infléchir de manière contre-intuitive le résultat attendu de l'application de solutions pensées comme génériques et répliquables.

Observation et modélisation des systèmes urbains

La plupart des travaux de recherche et d'innovation dans le champ urbain requiert l'accès à des données et des travaux de modélisation et de simulation numérique. L'acquisition raisonnée des données nécessite la constitution de véritables observatoires des systèmes urbains et des flux associés ainsi que la mise en œuvre de plates-formes de stockage et de traitement de ces données. On assiste par ailleurs à l'émergence de micro-capteurs exploitant les progrès des nanotechnologies dont un déploiement extrêmement dense est possible, au développement massif des objets connectés (internet des objets ou IoT²) et à la production massive de données participatives, actives ou passives. Le corollaire sera une croissance exponentielle du nombre de données à transmettre, à enregistrer et à traiter pour lesquelles se pose la question de la qualité, de la conception et de la gouvernance des architectures de réseaux et des serveurs qui supporteront ces flux de données.

En ce qui concerne la modélisation et la simulation des systèmes urbains des enjeux importants demeurent aussi bien en termes de production de connaissances, notamment dans le domaine de la compréhension des phénomènes et comportements sociaux, qu'en termes opérationnels (évaluation ex ante et ex post des innovations et projets urbains, aide à la décision...). Dans ce domaine, le recours aux systèmes d'intelligence artificielle (IA) basés sur les données et l'apprentissage automatique pose des problèmes spécifiques et des questions éthiques :

- Quelle part de la société est réellement prise en compte ? Quels biais, notamment de ségrégation ethnique, économique, sociale et géographique, se retrouvent perpétués, voire amplifiés, dans les systèmes d'apprentissage supervisés ou non supervisés ?
- Quelle cohérence avec les politiques publiques et la planification urbaine ? Quels sont les choix politiques implicites dans les outils d'optimisation des infrastructures urbaines fondés sur des systèmes d'apprentissage ?
- Quelle législation en vigueur encadre le déploiement des services et des données associées ? Faut-il la faire évoluer ?

De façon plus générale, comme le recommande l'Académie française des technologies, « un cadre de référence sur l'Intelligence Artificielle permettrait d'y associer dès ses fondations la notion d'IA responsable en incluant les dimensions éthiques, les questions complexes du contrôle, de la certification et du test. Ce cadre de référence pourrait être associé à un observatoire de l'Intelligence artificielle, placé sous le contrôle d'une agence européenne, dont l'objectif serait de suivre et référencer les pratiques et les usages de l'IA dans notre société ».

2 - Internet of Things

Les thématiques prioritaires

Huit grandes thématiques prioritaires ont été identifiées :

- ***Les modes de vie urbains : rétrospective et prospective***

Les modes de vie urbains d'aujourd'hui sont le fruit d'une longue trajectoire historique qui permet d'analyser la façon dont ils façonnent les organisations spatiales de la ville et leurs usages et dont ils sont en retour façonnés par eux. Ils demeurent par ailleurs l'un des déterminants forts du succès de la transition écologique et en particulier de la transition énergétique. La modélisation numérique des pratiques individuelles et collectives devient par conséquent incontournable pour élaborer des modèles pertinents de consommation énergétique.
- ***La ville matérielle et immatérielle***

La réalité matérielle de la ville avec ses bâtiments, ses infrastructures, ses espaces naturels, ses flux de biens et de matières, semble primer sur son développement et son devenir. Mais c'est sans compter sur son versant immatériel fait d'informations, de cultures, de valeurs, de représentations, de normes, de réglementations, d'outils et de services numériques, dont les réalités matérielles sont le support. Il convient par conséquent de mieux comprendre comment ces deux réalités interfèrent et se modèlent l'une l'autre.
- ***Métabolisme urbain et résilience***

Les villes mobilisent, consomment et transforment d'importantes quantités de biens, de matières et d'énergie, qu'elles produisent, importent ou exportent. La compréhension et la régulation de l'ensemble de ces processus désigné comme le métabolisme urbain, sont de la première importance pour répondre à l'ensemble des enjeux associés : degré d'autonomie des villes, le bouclage des flux (économie circulaire), la gouvernance intégrée des flux, la convergence des réseaux d'énergie, la résilience des villes face à tout type de perturbations de ces flux, la logistique et les modalités de la gestion des flux.
- ***Accès à la ville et à ses services***

La localisation (ou délocalisation) des activités humaines sur un territoire, le coût du foncier, les offres de mobilité, le déploiement des technologies de l'information et des services numériques associés, les limites cognitives, économiques ou physiques des habitants ont des incidences fortes sur le développement de pratiques de mobilité durables, sur les consommations d'énergie, sur les inégalités socio-spatiales, etc. Afin d'en limiter les effets négatifs, le processus d'aménagement urbain devrait intégrer ces questions, les offres de mobilité (dont les véhicules énergétiquement sobres et/ou autonomes) devraient être coordonnées et encourager les modes collaboratifs, les fractures numériques pourraient être atténuées par des formations et des dispositifs adaptés.
- ***Nature en ville, biodiversité et écosystèmes urbains***

Le développement de la nature en ville sert différents enjeux parfois sources de problèmes et de tensions. Le premier enjeu est le maintien de la biodiversité dont il est nécessaire d'étudier plus avant les méthodes d'évaluation et les conditions de son essor et de son adaptabilité à la morphologie et au métabolisme urbain. Le second porte sur les multiples usages et services écosystémiques qu'elle procure. Associée à la qualité globale de l'environnement urbain, elle est enfin l'un des déterminants principaux de la santé des citoyens. De façon plus générale, c'est une

écologie pleinement socialisée et politisée (régulation des conflits d'usages, de gestion et fonciers) qu'il convient de mettre au jour puis de mettre en œuvre.

- ***Gouvernance et économie des systèmes urbains***

Les villes recèlent différents niveaux d'administration territoriale et sont en interaction avec de nombreux autres territoires (métropoles, communautés d'agglomérations) et réseaux (réseaux de villes, entreprises multinationales...). Ces interactions multi-niveaux invitent par conséquent à explorer la cohérence des politiques publiques qui y sont menées, à concevoir des formes de gouvernance plus démocratiques associant l'ensemble des parties prenantes, à identifier et exploiter les opportunités créatrices de nouvelles valeurs, à réduire les conflits de concurrence par une meilleure qualité d'information... Par ailleurs, le développement au sein des villes d'initiatives citoyennes, de plates-formes numériques, de gestionnaires de communautés, etc., requiert la mise au jour de modes de gouvernance innovants s'appuyant sur la participation citoyenne, des services numériques de sociabilité et de nouveaux modèles juridiques et économiques.

- ***Gouvernance de l'innovation***

L'urgence écologique requiert des solutions innovantes, fruits d'une coopération nécessaire entre les opérateurs, les gestionnaires, les politiques et le monde scientifique. Elle impose une collaboration étroite entre ceux qui les inventent, ceux qui les expérimentent, et ceux qui les fabriquent et les gèrent. Les innovations techniques, urbanistiques et sociales ainsi coproduites invitent à repenser les modes de collaboration entre ces différents acteurs afin de construire une véritable médiation entre acteurs, de l'évaluation ex ante des solutions à leur évaluation ex post. L'obsolescence de plus en plus rapide des innovations pose par ailleurs en termes de gouvernance des problèmes d'arbitrage entre modernité et temps long.

- ***Peuplement et transition énergétique***

Le peuplement désigne les processus et dynamiques de distributions des populations dans un territoire. Les mobilités résidentielles sont motivées par des raisons professionnelles ou économiques, des facteurs liés à la qualité du logement et du voisinage, au cycle de vie des ménages, au statut social. La compréhension de ces mécanismes devrait permettre d'anticiper et limiter l'embourgeoisement ou la paupérisation des territoires et la concentration de la pauvreté dans des immeubles vétustes (renforcement de la précarité énergétique). L'inflation du prix du foncier et de l'immobilier dans les centres urbains, notamment sous l'effet des concurrences inter-urbaines et internationales, favorise le choix de résidences en dehors des zones d'emplois (étalement urbain, augmentation des déplacements et de l'usage de la voiture). La périurbanisation concerne toutes les villes quelles que soient leurs tailles en englobant les anciennes périphéries dans des aires urbaines de plus en plus mixées socialement, sans réduire pour autant les distances sociales. La question d'une transition énergétique par le peuplement (nouvelles offres de mobilité, de logements, d'aides, de relocalisation des emplois et des services, etc.) dans un système urbain difficilement contrôlable reste toujours d'actualité.

2 - LES MODES DE VIE URBAINS : RÉTROSPECTIVE ET PROSPECTIVE

Les modes de vie définissent l'ensemble des comportements quotidiens des groupes et des individus. Ils relèvent des positions sociales, des revenus, du genre, mais également de l'acculturation à des modèles issus des milieux culturels et familiaux. Ils dépendent très largement des évolutions techniques ouvrant vers de nouvelles demandes sociétales. Le concept renvoie donc à une diversité d'attitudes évoluant en fonction des expériences acquises, des ressources matérielles, sociales et économiques. Il comporte également une profondeur temporelle complexe, dans la mesure où il reflète à la fois la vie sociale de chacune des périodes historiques, mais également les besoins renouvelés au cours des séquences de vie des individus. Par ailleurs, il inclut une dimension quotidienne, car les individus doivent adapter leurs comportements aux impératifs de sociabilisation de leurs différents milieux de vie : du travail au voisinage.

Dans le contexte urbain, les modes de vie traduisent tout d'abord la façon dont les individus et les groupes pratiquent les espaces de la ville. Il s'agit alors de saisir le degré d'influence de l'organisation spatiale sur les usages d'une part, et l'adaptation de cette organisation aux modes de vie des citoyens d'autre part. Cette dernière question est particulièrement prégnante dans le champ de la conception architecturale et urbaine. Et ceci d'autant plus qu'il reste toujours une part d'autonomie et de marge de manœuvre aux individus pour mettre en œuvre leurs pratiques et contourner les contraintes spatiales.

Plus récemment, avec l'impératif de la transition écologique et, surtout, de la transition énergétique, les modes de vie sont redevenus une question urbaine très actuelle. Le constat largement partagé est que les comportements des individus constituent un coût énergétique qu'il s'agit de comprendre et de quantifier, afin de s'orienter vers le facteur 4 et produire une ville décarbonée. Les problématiques dépassent celles des pratiques spatiales au sens strict, pour s'élargir aux choix résidentiels et à l'étalement urbain ; aux déplacements, aux choix modaux et aux transports alternatifs.

Les modes de vie sont aussi au cœur des travaux portant sur la biodiversité à travers les rapports Ville-Nature et les Ecosystèmes. Ils sont également au centre des interrogations sur la capacité des individus à modifier leur comportement de mobilité et à s'approprier les nouveaux modes de transport. Parmi toutes ces questions, celle des consommations énergétiques des bâtiments apparaît l'une des plus épineuses et des plus urgentes à résoudre, à travers à la fois les nouvelles techniques de conception et la nécessité de réhabiliter une grande partie du parc existant pour les rendre moins énergivores.

Dans tous ces domaines, la plupart des expérimentations montre que les réponses techniques actuelles sont insuffisantes, notamment du fait d'une difficulté pour numériser des comportements sociaux divers. Les modèles techniques réduisent les usages énergétiques en quelques indicateurs discrétisés, qui ne traduisent pas la logique d'ensemble des pratiques sociales en les intégrant comme une variable d'ajustement. D'un autre côté, si les travaux qualitatifs des comportements énergétiques des ménages parviennent à décrire les processus dans leur complexité et leur globalité, ils sont difficilement modélisables numériquement. Plus globalement, le chaînage d'approches inductives, déterministes et statistiques, avec des approches mathématiques, déductives et stochastiques, voire toutes ces approches entre elles ne va pas de soi, dès lors qu'elles mobilisent les sciences sociales et économiques, l'écologie urbaine et le génie urbain au sens large.

Dans cette perspective, la co-construction de nouveaux concepts et de nouvelles méthodes permettant de modéliser numériquement la causalité des pratiques s'avère indispensable pour théoriser, simplifier et expérimenter des modèles de consommation énergétique. Ce champ de recherche est plus que jamais nécessaire. Il reste cependant largement ouvert et devra surmonter plusieurs obstacles afin d'être développé.

Le premier verrou est celui des données disponibles, car nous ne disposons pas à l'heure actuelle de bases de données qualitatives et quantitatives portant conjointement sur les caractéristiques techniques des objets matériels (du bâtiment au transport) et les comportements énergétiques. Le deuxième verrou à lever est celui des approches statiques, parce qu'il s'agit de comprendre et d'intégrer dans les modèles l'impact de la flexibilité des pratiques des ménages sur les consommations. Le troisième verrou est le cloisonnement entre les modélisations heuristiques et celles ciblées sur l'aide à la conception, qui recouvre en fait la question sensible de la production de modèles génériques globaux dont on sait qu'ils sont inadaptés à la diversité des situations locales.

3 - LA VILLE MATÉRIELLE ET IMMATÉRIELLE

Longtemps abordée comme une réalité matérielle constituée d'espaces construits continus, de vides et de pleins, la ville prend désormais davantage en compte ses dimensions immatérielles du fait d'un développement rapide des réseaux numériques qui modifient en profondeur sa fabrication, sa gestion et son usage. Les villes les plus avancées dans la mise en place de ces réseaux sont parfois qualifiées de smart cities. Des technologies innovantes sont largement mobilisées pour promouvoir de nouvelles façons d'aborder la ville durable par un urbanisme écologique. L'un des objectifs central est d'utiliser ces infrastructures afin de parvenir à une régulation énergétique efficace et rapide visant, dans le cadre de l'Horizon 2020, à rendre les villes moins émettrices de GES. Les éco-quartiers constituent de véritables laboratoires de ce nouvel urbanisme écologique et numérique. Ces expérimentations ont vocation à s'élargir à la conception urbaine au sens large, dans les espaces publics, les nouvelles constructions et les réhabilitations en particulier. Elles présentent l'avantage de faire émerger des projets novateurs, tout en interpellant les milieux scientifiques et opérationnels tout autant que le citoyen sur les risques d'une ville intelligente régulée par une production et une gestion numérisée excessives.

Ainsi, les nouvelles technologies sont mises au service d'un contrôle du métabolisme urbain, pour réduire la consommation des ressources naturelles par les activités urbaines et ses rejets en substances toxiques sur la ville et son environnement. La gestion des déchets, la surveillance des systèmes de ressources en eau et la baisse de la consommation des énergies fossiles font partie des domaines prioritaires des technologies numériques. En d'autres termes, les nouvelles infrastructures numériques contribuent à la production de ressources et à leur maintien par leur recyclage dans la ville. Leur généralisation va indéniablement dans le sens d'une transition écologique en participant à la lutte contre la perte de la biodiversité urbaine. Pour autant, la reproduction endogène et artificielle des grands métabolismes par une gestion intégrée et numérisée des rejets que l'on recycle (eau, déchets...) peut par certains aspects poser question. A travers ces projets, il s'agit de valoriser une nature fréquemment matérialisée par l'implantation de coulées vertes et bleues, complétée parfois par une agriculture urbaine soutenue par la réutilisation des ressources consommées par les habitants. Mais dans le même temps elle érige en doctrine les valeurs symboliques d'une artificialisation de la nature en ville, tout en contribuant à l'émergence d'une homogénéisation des espaces urbains.

Par ailleurs, l'incitation au développement d'un environnement intelligent modifie en profondeur la production actuelle des bâtiments. En s'appuyant sur des modèles complexes, des normes sont édictées afin d'imposer les matériaux utilisés, les structures et les formes des immeubles pour répondre aux impératifs d'une faible consommation énergétique. Les nouvelles constructions contribuent ainsi à la transition énergétique et à la diminution des GES. Mais en contrepartie, des contraintes de plus en plus fortes encadrent la conception architecturale en gommant les spécificités esthétiques et contextuelles du bâti. Les injonctions à la faible consommation touchent également les immeubles existants qui doivent répondre aux nouvelles réglementations énergétiques, ce qui interroge la place du patrimoine architectural au sein de la ville intelligente. Quel devenir pour le bâti ancien dans une ville soumise au développement rapide des réseaux numériques ? Compte tenu de l'inertie du renouvellement urbain, comment préserver un patrimoine peu adaptable à ces

nouvelles technologies ? Dès lors comment gérer une ville composite où coexistent des constructions écologiques et des immeubles plus énergivores ?

Mais cette maîtrise énergétique empiète également sur l'espace domestique, afin de permettre une meilleure régulation du chauffage et des appareils électroménagers. Par là-même, elle sous-entend une acceptation et une adaptation sociales à ce nouvel environnement. Or, la ville immatérielle ne fonctionne qu'à travers des infrastructures matérielles supports des réseaux numériques. Cela implique que les ménages aient à la fois les ressources financières permettant l'acquisition des nouvelles technologies, mais également une acculturation à leur utilisation. Ce qui signifie que les smart cities introduisent une part de discrimination, qui reste à déterminer, dans l'accès à la modernité urbaine. Cela implique également de nouvelles règles juridiques protégeant la vie privée du citoyen, dès lors que les réseaux numériques permettent de contrôler les différents aspects de sa vie quotidienne. C'est déjà le cas avec l'obligation d'installation au domicile de compteurs intelligents suscitant autant de craintes, de polémiques que d'attentes des sociétés de service pour une meilleure régulation énergétique. C'est également le cas avec la surveillance vidéo des espaces publics où le problème de la levée de l'anonymat se pose lors de la détection d'un risque majeur pour la population. La problématique du paradoxe entre d'une part la nécessité impérative d'une transition énergétique pour la sauvegarde de l'humanité et d'une ville sûre, portées en partie à l'échelon local par les infrastructures numériques, et d'autre part leurs retombées négatives, réelles ou supposées, pour la santé et la vie privée des individus, reste posée.

La ville immatérielle est donc synonyme d'une diffusion rapide de nouvelles technologies numériques qui remet en cause le fonctionnement du système urbain actuel. L'introduction de ces technologies dans la chaîne de production urbaine va affecter dans les années à venir l'ensemble des métiers de la ville : architectes, promoteurs, constructeurs, gestionnaires, politiques... Le recours aux infrastructures numériques fonctionnant à partir d'algorithmes conçus par les ingénieurs pose indirectement la question centrale de savoir qui fabrique la ville aujourd'hui ? Quelle sera la ville de demain organisée par un jeu d'acteurs en mutation, où interviennent les ingénieurs qui élaborent les outils numériques, les politiques, les opérateurs et les concepteurs qui les utilisent, mais aussi les citoyens sommés de s'adapter à l'usage des nouvelles technologies au risque de fragiliser leurs libertés individuelles.

4 - MÉTABOLISME URBAIN ET RÉSILIENCE

Métabolisme urbain

Les sociétés et singulièrement les villes constituent d'importantes consommatrices de biens, de matières et d'énergie, que ce soit directement sur leur territoire ou indirectement par les matières, biens et services qu'elles importent ou exportent. Le métabolisme urbain désigne ainsi l'ensemble des processus par lesquels les villes mobilisent, consomment et transforment ces ressources. Sont ainsi concernés les flux entrants de matériaux de construction, d'eau, de produits alimentaires, de combustibles, mais aussi les flux sortants de produits finis, d'émissions et de déchets dont elles rejettent une partie sous forme d'émissions solides, liquides, gazeuses, dans l'eau, l'air, les sols, contribuant ainsi à l'ouverture des cycles biogéochimiques. Ces flux de matières et de marchandises sont essentiels au fonctionnement de la ville, tout en générant des problèmes majeurs (pollution, congestion). Ils sont par ailleurs la plupart du temps gérés de façon cloisonnée.

Les enjeux sous-jacents concernent non seulement la compréhension du fonctionnement des villes et de leurs interactions avec la biosphère, mais interrogent également les questions de prospective et d'action, par exemple : les relations spatiales et temporelles avec les sources d'approvisionnement (tableau de bord des flux entrant et sortant, autonomie/dépendance de la ville vis-à-vis de la localisation des ressources qu'elle mobilise), le bouclage des flux (économie circulaire), les modèles de gouvernance décloisonnée de ces flux comme par exemple ceux liés à la convergence des sources et réseaux d'énergie (nucléaires, fossiles, renouvelables...) et au partage des points de consommation énergétique (transport, bâtiments, industrie...), les symbioses urbano-agro-industrielles, les relations entre inégalités et vulnérabilité/résilience des territoires, les circuits courts, les conflits d'usage de l'espace (nouveaux modèles d'aménagement urbain : résidentiel, commercial, logistique), etc.

Résilience

L'analyse du métabolisme urbain présente un grand intérêt pour l'analyse du rôle environnemental des villes et de leur résilience. Qu'il soit de type catastrophique (court terme comme les épisodes caniculaires, les tempêtes, les submersions côtières, les ruptures d'approvisionnement...) ou progressif (moyen et long termes comme le changement climatique, les crises économiques...), tout aléa perturbant la dynamique de ces flux rend la ville vulnérable avec des conséquences sans cesse plus lourdes en termes de coûts économiques ou de désorganisation sociale. L'étude de la vulnérabilité des villes et des risques associés doit être considérée d'une manière systémique en considérant à la fois sa vulnérabilité physique, fonctionnelle et socio-économique et doit prendre en compte les interactions et rétroactions à différentes échelles spatiales et temporelles. En particulier, la dépendance croissante des trajectoires urbaines aux localisations d'implantations décidées par des acteurs lointains (économiques, financiers, politiques) doit faire l'objet d'observations systématiques et de modélisations sur les évolutions d'ensembles de villes différenciées par leurs tailles, leurs fonctions et leurs positions dans des territoires divers, à court, moyen et long terme.

La résilience des systèmes urbains permet de penser leurs trajectoires comme la résultante combinée

de processus de long terme et de chocs souvent imprévisibles, en tout cas imprévus. Il est en particulier nécessaire dans ce contexte d'étudier le développement d'une gouvernance et d'une ingénierie de la transformation et de l'adaptabilité acceptant des modes dégradés, notamment en ce qui concerne le patrimoine bâti existant (bâtiments, réseaux, infrastructures) et les risques sociaux et sanitaires associés aux crises alimentaires, énergétiques ou environnementales.

Logistique

L'étude du métabolisme donne par ailleurs à voir les enjeux logistiques en considérant les activités qui les génèrent, liées à la matérialité de la ville comme aux activités productives qui la constituent. La transition d'une économie très gourmande en ressources et majoritairement linéaire (« extraire-fabriquer-consommer-jeter ») vers une économie plus sobre et plus circulaire (« réduire-réutiliser-recycler ») constitue un objectif majeur. Les enjeux logistiques associés questionnent donc la réduction des flux ou des distances associées, en interrogeant la localisation des sources d'approvisionnement de la ville (services de proximité pour favoriser les circuits courts par exemple) ou des lieux de tri ou de valorisation des déchets. Ils interrogent également les modalités de la gestion de ces flux, appelant l'optimisation de leur circulation, des chargements, mais aussi la mutualisation des flux de matières ou de produits, la gestion décloisonnée des flux de matières dans la ville ou encore l'hybridation des flux de marchandises et de voyageurs. Ces enjeux appellent aussi une évolution des pratiques des citoyens ou des métiers des professionnels qu'il faut accompagner (métiers associés à la diffusion des pratiques de l'économie circulaire par exemple). Ces enjeux doivent aussi être analysés au regard de l'introduction des nouveaux services numériques qui modifient sensiblement les circuits empruntés par les flux de marchandises : l'uberisation du transport de marchandises qui enfreint la logique collaborative, l'e-commerce, l'internet physique...

5 - ACCÈS À LA VILLE ET À SES SERVICES

Mobilité quotidienne des personnes et pratiques spatiales

Les pratiques sociales et spatiales des habitants des territoires urbains sont fortement liées aux localisations résidentielles et par conséquent au fonctionnement des marchés fonciers et du logement, aux localisations des activités économiques et sociales, à la configuration des infrastructures et services de transport et à l'explosion des technologies et services d'information et de communication. Ces derniers, associés à l'avènement de « pratiques durables », concourent à transformer les offres de mobilité et les pratiques des usagers : mode collaboratif (covoiturage, auto-partage...), mode actif (marche, vélo...), mode combiné (intermodal), télé-services (e-commerce, télétravail...).

Malgré ces tendances vertueuses, le recours au transport individuel reste pour autant croissant et les pratiques demeurent souvent intensives en ressources. Des travaux sont par conséquent à mener sur la compréhension et la régulation de ce phénomène et de façon générale sur la prospective des mobilités en lien avec les évolutions des modes de transport, des comportements des usagers et des modes de vie, prenant en compte notamment les TIC et les réseaux de sociabilité, le vieillissement de la population, les nouvelles relations à l'automobile, etc. Une attention particulière doit être apportée aux zones urbaines périphériques et peu denses. L'efficacité énergétique des véhicules et des systèmes de transport constitue toujours une ligne de recherche axée sur l'économie des véhicules quel que soit le choix technologique (véhicule hybride, électrique, au gaz, à hydrogène...), sur les réseaux de transports et leurs interconnexions, et sur les nouvelles infrastructures numériques pour la gouvernance de la mobilité (routes et infrastructures de transport intelligentes, route de cinquième génération...). L'avènement de la mobilité autonome, hybridant mobilités individuelles et servicielles, introduira à terme une nouvelle logique de régulation de la mobilité dont il conviendrait d'étudier plus avant le mode de gouvernance (public/privé, coordination des offres de mobilité), ainsi que la pertinence de ses zones de déploiement (priorité aux zones urbaines denses, articulation avec les territoires moins denses...).

L'accessibilité aux services

Le coût du foncier et du logement contraignent la localisation résidentielle des habitants en les éloignant le plus souvent de leurs lieux d'activité. La délocalisation d'entreprises, d'administrations, de commerces ou de tout autre service privé ou public, produit également les mêmes effets. Les inégalités spatiales qui en découlent se voient renforcées par l'augmentation de la durée et du coût des transports. Il convient par conséquent de renouveler les processus d'aménagement urbain en intégrant la question de la relocalisation des logements, des infrastructures de transport, des zones industrielles et des services (mise en œuvre de méthodes de diagnostic et d'évaluation).

On assiste par ailleurs à une explosion des services numériques qui contribuent notamment à l'atténuation de ces inégalités spatiales (télétravail, e-commerce, services publics en ligne...). Se pose alors la question de la conception des systèmes et services numériques de manière à les rendre

accessibles au plus grand nombre. Quelle place accorde-t-on aux illettrés, aux malvoyants, à ceux qui culturellement sont de l'autre côté de la « fracture numérique » ? Cela nécessite le développement d'une connaissance approfondie sur les barrières cognitives et physiques qui sont à l'œuvre ainsi que sur les mécanismes d'usage des services (ergonomie) et de représentation de l'information (compréhension et interprétation des données notamment lorsqu'elles sont sensibles comme celles liées aux risques sanitaires ou environnementaux).

Le premier corollaire au point précédent est de réfléchir aux outils de formation initiale et continue, d'éducation populaire et d'accompagnement scientifique et technique qu'il faut mettre en place. L'enjeu est aussi démocratique, à savoir donner à tout un chacun les outils intellectuels nécessaires pour appréhender les questions politiques et éthiques autour du numérique : les limites du numérique et de l'intelligence artificielle, la question de la propriété des données et de la protection de la vie privée, etc. Le second corollaire est la capacité de développer la coopération entre la recherche et les acteurs de la fabrique urbaine au sein d'espaces de co-création de valeurs et d'innovations.

Mobilité résidentielle

La mobilité résidentielle (changement de lieu de résidence d'un ménage ou d'un habitant) constitue un objet d'étude en soi qu'il convient d'interroger en fonction d'un contexte en mutation comme le montrent les changements démographiques (en particulier le vieillissement de la population et les migrations), la complexification des parcours de vie, la diversification des modes de vie et les différentes crises économiques. Elle peut être considérée en tant qu'indicateur dans le but de comprendre d'autres problématiques comme la mobilité quotidienne, les mutations urbaines (périurbanisation, gentrification...), les disparités régionales, les politiques de développement régional (économie présentielle/résidentielle) et les différents modèles urbanistiques (attractivité des quartiers issus d'opérations de densification ou régénération urbaine, impact de la morphologie urbaine sur les pratiques de mobilité, etc.).

6 - NATURE EN VILLE, BIODIVERSITÉ ET ÉCOSYSTÈMES URBAINS

La nature en ville qui tantôt épouse ou tantôt produit les formes de la ville construite, représente une ressource valorisée (valeur patrimoniale et récréative, facteur de lien social, atténuation des effets d'îlot de chaleur, agro-écologie, etc.) ou a contrario une source de problèmes voire de tensions majeures (problème pour les gestionnaires, problèmes sanitaires, enjeu foncier de la part des promoteurs cherchant des terrains constructibles ou des habitants cherchant à se loger, etc.). Elle est ainsi porteuse de représentations et d'intérêts distincts (conflits d'usages, de gestion, fonciers), qui en disent beaucoup sur la société urbaine et ses pratiques. Outre la recension des espèces (faune et flore) et leur traçabilité, c'est une écologie pleinement socialisée voire politisée qu'il convient de mettre au jour, via le recensement des usages et services écosystémiques, l'établissement d'une typologie des pratiques urbaines, la définition des statuts fonciers des terrains concernés, et l'articulation nécessaire entre les différents échelons politiques et les acteurs publics et privés des projets urbains.

Si certains des rôles joués par la « nature en ville » commencent à être mieux appréhendés, des lacunes importantes demeurent. La première concerne la façon dont les espèces animales et végétales s'adaptent au cadre urbain. Des études récentes montrent par exemple que certains insectes adaptent leur taille pour surmonter la dispersion des zones végétalisées ou pour faire face à la montée des températures (îlots de chaleur). Ces travaux devraient par conséquent être poursuivis pour comprendre les façons dont la faune et la flore s'acclimatent et s'adaptent aux nuisances urbaines (pollutions de l'air, de l'eau et des sols, pollution lumineuse, bruit, etc.), à l'élévation des températures, à la fragmentation des espaces naturels, etc. La seconde lacune porte sur la compréhension des interactions entre les réseaux écologiques urbains aux différentes échelles spatiales et temporelles, et la connectivité souvent limitée entre les différents éléments de ces réseaux favorisant la circulation des espèces. Peu de travaux dans ce domaine concernent la perméabilité du milieu urbain à la biodiversité, alors même que cette question a des implications fortes en matière d'aménagement aux échelles locale et régionale. Un des enjeux majeurs concerne les formes d'usage des sols au regard du maintien de la biodiversité. En particulier, le rôle central et multifonctionnel de l'agriculture urbaine et périurbaine doit à cet égard être mieux étudié, mesuré et comparé à d'autres formes d'usage des sols.

Parmi les autres chantiers à privilégier, on notera en particulier :

- La classification et la comparaison des méthodes d'évaluation (mesure) de la biodiversité, et la sensibilité des résultats à la qualité et au volume des données disponibles ;
- Les études portant sur le rôle des mobilisations collectives dans la production de la biodiversité, le renouveau de l'action collective à l'échelon local et métropolitain grâce notamment à la fédération des initiatives locales ;
- Le développement d'une ingénierie écologique urbaine, s'appuyant notamment sur la production de données nouvelles relatives au recensement des espèces florales et faunistiques (patrimoine de biodiversité), à leur adaptation aux milieux urbains et au fonctionnement des socio-écosystèmes urbains, et la mise au jour de méthodes innovantes ;

- La prise en compte des services écosystémiques comme composante du bien-être des urbains, et donc la question de l'accessibilité à ces services (et des inégalités d'accès). Les écosystèmes, qui rendent de nombreux services aux sociétés humaines, font l'objet d'un intérêt scientifique croissant. Mais les travaux restent souvent sectoriels et n'envisagent pas les différentes interactions et rétroactions entre les grandes catégories de services : d'approvisionnement, de régulation, à caractère social, culturel, sensible (ambiances urbaines) et paysager... L'approche de ce domaine doit être par conséquent largement renouvelée dans une triple visée de connaissance, d'évaluation et d'action collective.
- Le développement de démarches transversales visant (i) à soutenir la nécessaire élaboration de consensus plus formels entre acteurs sur ce qui « fait valeur » en matière de patrimoine de biodiversité, d'esthétiques paysagères, d'histoire, de services rendus, d'économie... (ii) à vérifier la cohérence des contributions des territoires, notamment des initiatives locales, aux objectifs globaux.
- L'environnement est l'un des principaux déterminants de la santé individuelle et communautaire (un quart des maladies et des décès sont attribuables à des facteurs environnementaux). Certaines pathologies sont plus spécifiquement liées aux milieux urbains (maladies cardio-vasculaires, allergies, surpoids ou stress) et font apparaître des disparités spatiales importantes. Les villes apparaissent par ailleurs comme les nœuds privilégiés de diffusion de pathologies (maladies vectorielles, épidémies), en lien, dans certains cas, avec les changements environnementaux planétaires et la mondialisation croissante des échanges. Cependant, les équipements sanitaires implantés en ville tendent à rendre les conditions sanitaires urbaines meilleures qu'à la campagne dans les pays les plus pauvres. La santé en ville représente par conséquent un autre secteur important d'investigation. Dans un contexte d'urbanisation croissante de la population, il paraît essentiel d'étudier de manière approfondie les relations entre interdépendances urbaines, écosystèmes urbains et santé. De telles études doivent pouvoir s'appuyer, en particulier, sur de grandes enquêtes épidémiologiques.

7 - GOUVERNANCE ET ÉCONOMIE DES SYSTÈMES URBAINS

Gouvernance des systèmes urbains.

Les formes canoniques de régulation entendue au sens large (réglementation, incitations, évaluation...) reposent sur une conception d'échelles spatiales et institutionnelles emboîtées du local au global ou inversement. Cette vision est bouleversée par la montée en puissance des préoccupations environnementales au sein de nos sociétés, et ce au moins de trois manières : par le changement d'échelle des phénomènes, par la faible cohérence des politiques publiques environnementales menées à différents niveaux d'administration territoriale, par les perceptions et les représentations des citoyens. Il convient donc d'explorer les tenants et les aboutissants de formes de gouvernance démocratique multi-niveaux encore largement à concevoir, en accordant une attention particulière à la diversification et à la démultiplication (des porte-parole) des parties prenantes : acteurs publics et privés, société civile, habitants, générations futures... L'une des questions de fond inhérente à ce mode de gouvernance dit participatif où les stratégies d'influence ou de pression sont souvent présentes est de savoir qui gouverne réellement et emporte la décision.

Villes en réseaux

Dans les calculs du métabolisme urbain, dans la recherche de solutions techniques pour la transition écologique tout comme dans les réflexions sur la gouvernance des villes, une représentation tend à dominer les débats qui serait celle de la ville isolée, maîtresse de ses choix et de son avenir. Or dans le monde actuel fourmillant de réseaux (communautés d'agglomération et métropoles, réseaux de villes, continuum ville - périurbain - rural, réseaux d'organisations des firmes multinationales...) qui propagent des interactions et des influences à toutes les échelles et qui mettent en concurrence les villes et les territoires, il est nécessaire d'approfondir les recherches permettant d'améliorer la connaissance de ces interactions et de ces influences multi-scalaires. Qu'il s'agisse des entreprises multinationales, des grandes plates-formes numériques, mais aussi des ententes géopolitiques ou des contaminations épidémiques, idéologiques et culturelles, les effets des réseaux sur le devenir des villes sont encore très mal connus et largement sous-estimés. Or, ces interactions et ces influences agissent non seulement comme des contraintes limitant les marges de manœuvre des décideurs urbains, mais aussi comme des opportunités dont ils pourraient se saisir pour créer davantage de valeurs, de toutes natures, en exploitant mieux les ressources des villes ainsi mises en réseau.

Gouvernance innovante

De nouvelles compétences sont à développer parmi les collectivités territoriales, pour assumer des rôles de médiateur et d'interface entre les différents acteurs de la ville, de concepteur de plates-formes d'acquisition et de stockage de données urbaines, de gestionnaire de communauté.

Des mobilisations associatives et citoyennes s'emparent de nombreuses questions (adaptation au changement climatique comme le mouvement des Transition Towns, agriculture urbaine, commerce de proximité, intégration et lien social, appropriation des espaces publics, etc.) et produisent des solutions alternatives reposant sur des formes de réappropriation locale de ces questions.

La participation citoyenne requiert non seulement des services numériques de sociabilité, mais aussi à plus long terme la construction de collectifs (mise en réseaux des initiatives locales) pour imaginer et construire le changement, à la création desquels la recherche peut contribuer. En fait, ce sont plus souvent les usagers et les consommateurs qui sont impliqués, alors que la légitimité et la capacité du citoyen à intervenir dans la prospective urbaine pourraient être bien davantage valorisées. L'enjeu est d'accompagner et valoriser ces initiatives citoyennes, sans nécessairement les institutionnaliser, afin de leur permettre de révéler leur plein potentiel...

La gouvernance et l'économie des nouveaux systèmes et services urbains

De nouveaux systèmes ou services urbains voient progressivement le jour comme les plates-formes de gestion de données urbaines, l'économie circulaire, l'immobilier serviciel, la mobilité multimodale, etc. La question de la gouvernance et de l'économie de ces systèmes urbains reste posée.

Par exemple, comment faire émerger des opérateurs de la donnée urbaine ? Cela prend en compte la collecte de cette donnée (plutôt opérateurs de réseaux IoT), puis le stockage (plutôt data-center) et l'arbitrage du traitement (High Performance Computing, grid). La multiplication d'acteurs concurrents ne va pas dans le sens d'un traitement performant des données. En termes de collecte c'est évident puisqu'on a plusieurs réseaux qui fonctionnent sur les mêmes bandes de fréquences sans se coordonner. En termes de stockage et traitement, c'est l'absence de contrôle de la qualité des données, de leur standardisation y compris de l'open data, mais aussi le stockage à divers endroits qui limitent les capacités de traitement et de croisement de ces données. Il est par ailleurs extrêmement difficile de réguler un ensemble hétérogène d'acteurs, en particulier sur les questions de confidentialité (privacy) des données. Réfléchir à la convergence de solutions techniques et administratives associant les autorités publiques, les organisations privées et les citoyens, est un enjeu majeur car elle doit favoriser :

- la mise en œuvre des entités à la fois juridiques et politiques sujettes au droit de la donnée, capable de maintenir son intégrité, sa sécurisation et sa viabilité à long terme ;
- l'orchestration de l'accès aux données voire leurs traitements de manière efficace laissant libre cours à la recherche, l'innovation, l'économie collaborative et la prospective. Parmi les différents traitements possibles on peut citer la conception et la simulation numérique aux différentes échelles, la gestion et la supervision en temps réel ou différé de la ville (mobilité, sécurité, énergie, ...), les services aux citoyens et usagers de la ville.

Sans réponse à ces questions-là, la seule réponse sera la concentration vers quelques acteurs du numérique (cf. les GAFA) avec une perte évidente de souveraineté économique et politique des pays européens.

Concomitamment à la question de la gouvernance des systèmes ou services urbains se pose celle de

leur économie et de leur viabilité : Quelles nouvelles valeurs offrent-ils (offre de service) ? Quelles sources de revenus génèrent-ils (qui paye qui, et combien) ? A quelle clientèle sont-ils destinés (utilisateurs des services) ? Quelles conséquences ont-ils en termes de durabilité écologique, de cohésion sociale ?

Les enjeux liés aux modèles économiques et aux processus de décision politiques ne doivent pas être négligés et relégués dans des réflexions a posteriori et déconnectées de la R&D technologique menée.

8 - GOUVERNANCE DE L'INNOVATION

L'impact nuisible des activités humaines sur la biosphère contraint la gouvernance urbaine à inscrire son action dans les cadres de la transition écologique et énergétique. Il s'agit dorénavant de développer et d'inventer une écoconception dans l'aménagement urbain, c'est-à-dire dans la production des espaces publics, de grandes infrastructures ou de nouveaux quartiers.

Ce nouveau type d'aménagement est largement mené sous la pression d'une urgence écologique, qui oblige les gouvernants, les techniciens, les chercheurs et les ingénieurs à proposer rapidement des solutions inventives permettant de réduire les dommages de la ville sur son environnement. Les techniques innovantes proposées ne sont donc pas que des produits de laboratoires : elles doivent répondre aux attentes des opérateurs et être expérimentées afin d'évaluer dans des délais courts leurs effets réels. La recherche urbaine s'éloigne donc d'une production fondamentale, pour devenir le fruit d'une coopération nécessaire entre les opérateurs, les gestionnaires, les politiques et le monde scientifique. Cette évolution réinterroge le statut de l'innovation et de son expérimentation dans la démarche de recherche. Un nouveau processus s'installe entre exigences écologiques/ réponse par l'innovation/écart à la demande.

Les résultats de certaines innovations peuvent être évalués à travers des productions expérimentales matérialisées. Dans les éco-quartiers par exemple, dès la livraison du projet, il sera possible de mesurer rapidement l'impact de la collecte sélective et du recyclage de déchets, des modes de chauffages écologiques, du système de mobilité, de la régulation des consommations énergétiques... Dans tous ces cas, il est envisageable d'estimer les effets des nouvelles infrastructures, de nouveaux appareils domestiques et d'un urbanisme écologique sur l'empreinte énergétique et environnementale globale du projet : niveau de consommation d'énergie fossile, impact sur la reproduction de la faune et de la flore, taux d'émission de CO₂... Si des écarts significatifs entre les résultats estimés et l'impact réel des innovations apparaissent, des améliorations rapides peuvent être effectuées.

En revanche, des innovations ne peuvent-être expérimentées in situ du projet et nécessitent des phases d'étude en laboratoire. C'est le cas par exemple des nouvelles constructions ou des îlots de chaleur. L'utilisation de modèles est alors incontournable. Ils peuvent être considérés comme des outils de médiation entre les opérateurs qui définissent les objectifs du projet et les chercheurs et les ingénieurs chargés de trouver les moyens d'y répondre. Cette méthode est particulièrement adaptée au domaine de l'écoconstruction. Dans ce cas, les modèles reposent sur des approches déductives, dont les hypothèses sont élaborées en co-construction entre les ingénieurs, les concepteurs et les producteurs au sens large (de l'architecte au promoteur du projet en passant par les urbanistes et parfois les politiques). Au-delà de bâtiments particuliers, les modèles de consommations sont aussi utilisés pour élaborer des normes de construction à basse consommation énergétique. Ce n'est qu'une fois la construction achevée, que la réelle portée du modèle apparaîtra. Si des écarts entre la prévision du modèle et les consommations réelles apparaissent, leurs causes devront être identifiées afin d'ajuster les variables, les coefficients ou introduire d'autres facteurs dans un nouveau modèle. Mais dès lors les normes, mais surtout les constructions produites à partir du modèle initial, apparaîtront obsolètes dans le paysage urbain au regard de nouvelles propositions plus innovantes que les précédentes.

La poursuite vers l'innovation écologique à tout prix bouleverse donc toute la chaîne de production urbaine. Une nouvelle gouvernance urbaine se met progressivement en place, confrontée à l'urgence écologique et aux pressions sociétales. La production urbaine dans un continuum instantané entre recherche/expérimentation/matérialité bouleverse l'ensemble des métiers de la ville et impose des collaborations entre ceux qui la produisent, ceux qui la gèrent et ceux sommés de l'inventer pour répondre aux urgences environnementales. Comment s'assurer de la réussite d'innovations techniques et urbanistiques coproduites par les différents métiers de la ville et résultant de formes de collaborations inédites ? Quelles méthodes de travail, quels vocabulaires, quelles pratiques transverses permettront d'aller vers une compréhension mutuelle de ces différents acteurs ? Dans ce nouveau cadre, l'expérimentation matérielle ou virtuelle permet-elle une véritable médiation entre les différents acteurs et constitue-t-elle une solution univoque pour produire une innovation consensuelle ? Enfin, quelle gouvernance pour une ville écologique soumise à l'introduction de plus en plus rapide d'innovations techniques et urbanistiques ? Surtout si l'on veut bien concevoir que la nouveauté est, par définition, éphémère et qu'elle conduit inéluctablement à son dépassement. En ce sens, la gouvernance d'une ville écologique innovante ne se réduit-elle pas à devoir assumer un arbitrage – paradoxal et insoluble – entre une modernité et son corollaire : une obsolescence technique, formelle et matérielle de plus en plus rapides ?

9 - PEUPLEMENT ET TRANSITION ÉNERGÉTIQUE

Dans son sens le plus large, le peuplement désigne les processus de distributions des populations dans l'espace. Ils relèvent toujours de mécanismes de stabilité et de mobilité. La mesure conjointe de ces deux facteurs permet en effet de comprendre et d'anticiper la construction et les rythmes d'évolution des caractéristiques sociales, démographiques voire ethniques des populations présentes sur un territoire donné. C'est donc une notion dynamique dans la mesure où les distributions relèvent toujours d'un processus, même si les cartographies informent sur un état donné d'une situation.

Reste que la notion évolue selon les échelles auxquelles on l'applique. Le peuplement peut concerner la population d'un pays, d'une région, d'une métropole, d'une ville, d'un quartier ou d'un immeuble. Chacun de ces échelons renvoie à des dynamiques démographiques, mais surtout d'attractions et de répulsions engageant des mobilités spécifiques. Par exemple, le peuplement national est déterminé par des phénomènes migratoires distincts selon les pays d'origine ou de destination, mais la structure de la population évolue essentiellement sous les effets du solde naturel. C'est aux niveaux inférieurs que l'impact des mobilités est le plus visible. Ainsi, l'évolution du peuplement régional est très sensible aux effets des mobilités dites de longues distances, généralement motivées par des raisons professionnelles. Par contre, au sein des métropoles, des villes ou des quartiers, la majorité des ménages réalise des changements de résidence de courtes distances motivés par des raisons liées au logement : qualité, voisinage, taille, etc. La mobilité résidentielle est également associée aux grandes étapes du cycle de vie des ménages : mises en couples, naissances, décès etc. A chacune de ces étapes, il existe une adaptation de la taille du logement à celle du ménage.

Par ailleurs, il existe également une association entre la position résidentielle et la position sociale, dans la mesure où le quartier de résidence ou la qualité du logement représente un statut. Le peuplement est donc une question sociale délicate en raison de l'inégale distribution des populations dans l'espace. Les formes de coexistences sociales provoquent des concentrations de ménages riches ou pauvres qui interpellent directement la gouvernance urbaine. Le milieu politique incite au développement de travaux de recherche pour comprendre l'enracinement de la pauvreté ou de la richesse, afin d'anticiper voire limiter l'embourgeoisement ou la paupérisation des territoires, par gentrification d'un côté ou crise économique de l'autre par exemple.

Le peuplement est également une notion associée à la transition écologique et énergétique. Du point de vue environnemental, la distribution des populations dans l'espace s'intègre dans la problématique de l'empiètement résidentiel des espaces naturels. L'étalement urbain interroge les raisons pour lesquelles les ménages s'éloignent des centres urbains. Dans ce cadre, les logiques de la promotion immobilière rencontrent celles des ménages en quête d'accession à la propriété. La marchandisation de la ville entraîne une inflation des prix du foncier et des logements dans les centres urbains, rendant inaccessible l'achat d'une résidence au cœur des villes. On assiste alors à une prolifération de lotissements de maisons individuelles à destination des familles dans des zones périphériques jusqu'aux franges des secteurs ruraux. Cette dynamique de métropolisation englobe dans les aires urbaines les anciennes périphéries, parfois paupérisées, éloignées des centres villes. Elle concerne les grandes villes, comme les moyennes et les petites, en respectant toutefois les particularités de chacune d'entre elles, mais en provoquant tout de même une homogénéisation des formes urbaines de plus en plus polycentriques du point de vue résidentiel et commercial. Il

n'est donc plus rare de voir se côtoyer dans l'espace urbain des lotissements de couches moyennes et supérieures, des grands ensembles dégradés et des pôles secondaires vieillissants. Cette mixité sociale apparente n'entraîne pas pour autant un mélange des populations par les pratiques spatiales, du fait des inégalités sociales dans l'accès à la mobilité et dans la difficulté à pouvoir s'approprier les ressources urbaines si l'on ne dispose pas d'un véhicule autonome.

Les ménages n'hésitent donc plus à choisir leur résidence en dehors des zones d'emplois. Le peuplement devient alors une problématique strictement résidentielle, dissociée des politiques d'emplois. Il apparaît donc illusoire de tenter de freiner l'étalement urbain par des politiques immobilières ciblées sur « un retour au centre ». Comment rapprocher la localisation résidentielle et celle de l'emploi dans un contexte de précarisation où l'accession à la propriété devient une valeur refuge ? N'y-a-t-il pas un décalage entre une volonté affichée des aménageurs et des politiques pour empêcher l'extension des métropoles, et les moyens dont ils disposent pour contrer une précarité de l'emploi, une capitalisation des centres urbains, une promotion immobilière qui accompagne des logiques résidentielles autonomes ? En un mot, comment assurer une transition écologique par le peuplement dans un système urbain difficilement contrôlable où s'entrecroisent des logiques sociales, financières et économiques complexes ?

D'une certaine manière, l'étalement urbain associe la problématique de la transition écologique à celle de la transition énergétique. L'éloignement des ménages des zones d'emplois, des localisations résidentielles distantes des secteurs commerciaux, favorisent le recours à la voiture pour les déplacements domicile-travail et plus généralement pour les activités de la vie quotidienne. En ce sens, le peuplement questionne la mobilité et ses modes. La problématique est ici d'encourager des transports alternatifs moins émetteurs de CO₂. Mais elle est également aménagiste : faute de pouvoir contrôler efficacement l'éloignement résidentiel des centres, peut-on anticiper l'implantation d'infrastructures périphériques évitant des déplacements automobiles obligés ?

Mais c'est surtout à travers la concentration de la pauvreté dans des immeubles vétustes que le peuplement rejoint la transition énergétique. Les distributions socio-résidentielles sont déterminées par le marché immobilier et les possibilités qu'ont les ménages à pouvoir se loger dans de plus ou moins bonnes conditions. Or, le système du logement pousse les ménages les plus pauvres vers les fractions du parc immobilier les plus anciennes et les plus énergivores (phénomène d'éviction sociale), en les entraînant dans une précarité énergétique qui se cumule à une précarité sociale. Indirectement, l'existence de ces immeubles constitue « une soupape de sécurité » dans le marché immobilier en proposant des alternatives à ceux qui n'ont pas accès au parc ordinaire. Mais leur présence participe au maintien de ces immeubles dans les villes. Les politiques publiques se trouvent donc face à une double contrainte, car elles doivent en même temps soutenir financièrement les ménages précaires afin qu'ils puissent faire face aux dépenses énergétiques engendrées par la vétusté de leur situation résidentielle, et dans le même temps réduire l'existence d'un parc immobilier refuge. Derrière la question énergétique, celle du peuplement rejoint alors celles du logement et de la pauvreté.

Académie des technologies. *Renouveau de l'Intelligence artificielle et de l'apprentissage automatique*. Rapport de l'Académie des technologies. Commission technologies de l'information et de la communication. Mars 2018.

ADEME – Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie. *Défis et perspectives pour des villes durables performantes : climat, énergie, environnement*. Feuille de route stratégique. Novembre 2013

AFEX – Architectes Français à l'Export. *Penser la ville durable*. L'approche française. 2012

ALLENVI - Alliance nationale de recherche pour l'environnement. *Mobilité et systèmes urbains durables*. Contribution du groupe thématique « Villes et mobilités » d'Allenvi pour la programmation de l'ANR. Mars 2015

ALLISTENE - Alliance des sciences et technologies du numérique. *Contribution dans le domaine de la recherche et de l'innovation urbaine*. Hervé Rivano (Citi Lab, Insa Lyon) et Valérie Issarny (Inria). Avril 2018.

ANCRE - Alliance nationale de coordination pour la recherche sur l'énergie. *Decarbonization Wedges*. Report of the thematic group on Energy Prospect. Novembre 2015

ANCRE - Alliance nationale de coordination pour la recherche sur l'énergie. *Scénario « Loi de Transition Energétique pour la croissance verte »*. Février 2017

AUDACITIES. *Innovet et gouverner dans la ville numérique réelle*. Une exploration de la FING et de l'IDDRI. Avril 2018.

Badaroux Jean et al. *Aménager sans exclure, faire la ville incluante*. Collection Ville-Aménagement n°8. Editions du Moniteur. Juin 2018

Barles Sabine et Blanc Nathalie (sous la direction de). *Ecologies Urbaines*. Sur le terrain. Collection Villes. Editions Economica Anthropos. 2016

Institut VEOLIA. *Les villes intelligentes à la croisée des chemins*. Coordonné par David Ménascé. FACTS Reports. Premier semestre 2017

MEDDE - French Ministry for Ecology, Sustainable Development and Energy. *Cities as key players for the transition towards a post-carbon society - a French perspective*. Eric Vidalenc, Atoinne Rivière et Jacques Theys. Foresight report. Octobre 2014

MESR - Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche. *Rapport de l'atelier n°6 "Mobilité et systèmes urbains durables"*. Patrick-Paul Duval, Frédéric Getton et Denise Pumain. Stratégie Nationale de Recherche. 2014

Mission parlementaire. *Donner un sens à l'intelligence artificielle. Pour une stratégie nationale et européenne*. Cédric Villani. Mars 2018.

Pôle Europe-Joubert (AdCF, FNAU, France Urbaine, ANPP). *Pour une Europe des territoires*. Contribution du pôle Europe-Joubert sur l'avenir de la politique de cohésion. Juillet 2017

Réat Patrick. *Mobilité résidentielle*. Forum Vies mobiles, forumviesmobiles.org/reperes/mobilite-residentielle-3203. Avril 2016

Saujot Mathieu, Brimont Laura et Sartor Olivier. *Mettons la mobilité autonome sur la voie du développement durable*. IDDRI - Institut du développement durable et des relations internationales. Study n° 02. Juin 2018

SYSTEMATIC. *Roadmap Ville numérique*. Groupe thématique « Ville numérique ». Mai 2018

An isometric illustration of a cityscape in shades of blue and purple. The scene features various buildings, including a tall cylindrical tower with horizontal bands, a large multi-story building with a grid of windows, and several smaller rectangular structures. The buildings are rendered with perspective, creating a sense of depth. There are also stylized trees and a large, glowing sphere in the upper part of the image. The overall aesthetic is modern and architectural.

Point d'Information national VILLE
Contact : point-information-national-ville@univ-paris-est.fr