

L'impact du numérique sur l'ingénierie urbaine : recompositions sectorielles, intégration hors de portée

Gilles Jeannot, Anne Aguilera, Olivier Bonin, José-Frédéric Deroubaix

DANS **FLUX** 2023/3 (N° 133), PAGES 1 À 8

ÉDITIONS **UNIVERSITÉ GUSTAVE EIFFEL**

ISSN 1154-2721

DOI 10.3917/flux1.133.0001

Article disponible en ligne à l'adresse

<https://www.cairn.info/revue-flux-2023-3-page-1.htm>



CAIRN.INFO
MATIÈRES À RÉFLEXION

Découvrir le sommaire de ce numéro, suivre la revue par email, s'abonner...

Flashez ce QR Code pour accéder à la page de ce numéro sur Cairn.info.



Distribution électronique Cairn.info pour Université Gustave Eiffel.

La reproduction ou représentation de cet article, notamment par photocopie, n'est autorisée que dans les limites des conditions générales d'utilisation du site ou, le cas échéant, des conditions générales de la licence souscrite par votre établissement. Toute autre reproduction ou représentation, en tout ou partie, sous quelque forme et de quelque manière que ce soit, est interdite sauf accord préalable et écrit de l'éditeur, en dehors des cas prévus par la législation en vigueur en France. Il est précisé que son stockage dans une base de données est également interdit.



L'impact du numérique sur l'ingénierie urbaine : recompositions sectorielles, intégration hors de portée

Jeannot Gilles, Anne Aguilera, Olivier Bonin, José-Frédéric Deroubaix

En 2016 l'association scientifique et technique pour l'eau et l'environnement (Astee) organise son congrès autour de « l'intelligence numérique ». L'association rassemble des professionnels et des entreprises engagées dans l'ingénierie territoriale. Le document préparatoire est l'occasion de parler de capteurs pour la qualité des eaux de baignades, d'optimisation de la tournée de ramassage des déchets, de tri optique automatique, d'éclairage urbain adapté à la présence de piétons, de répartition de l'énergie dans les réseaux, de gestion de la qualité des eaux potables mais aussi de repérage des fuites dans les réseaux, de relevé à distance des compteurs ou de systèmes de répartition des eaux usées entre différentes stations d'épuration. Le numérique est présent dans toutes les innovations présentées : capteurs, intelligence artificielle dans les démarches de modélisation, représentations numériques, automatisation de la relation avec les usagers. L'interrogation sur l'évolution des pratiques et des métiers se trouve aussi en arrière-plan des récits d'innovations.

Un relevé de la communication des dix plus grandes métropoles françaises sur ce thème de la ville intelligente à la même époque (Jeannot, 2019) fait apparaître que ces objets d'ingénieurs représentent la grande majorité des actions mises en avant. Aux objets propres à cette association héritière de l'hygiénisme municipal, s'ajoutent ceux dans les domaines du transport (avec du pilotage automatique de feux de circulation, de l'annonce de disponibilités de places de parking dans la rue,

de la verbalisation automatique du stationnement illégal, du comptage de trafic par caméras différenciant les flux) ou ceux de l'aménagement et de la construction (avec diverses formes de plans numériques et de nombreux dispositifs d'optimisation des usages de l'énergie dans les bâtiments ainsi que de la filtration de l'air ou encore de mobilier urbain).

Le concept de ville intelligente est la traduction de l'expression *smart city*, popularisée notamment par IBM lors du lancement de son projet « smarter cities » par une allocution de Sam Palmisano, son PDG de l'époque, intitulée « A Smarter Planet: The Next Leadership Agenda » le 6 novembre 2008. Le fait que ce soit un groupe informatique qui impulse cette dynamique révèle le projet de l'époque, autour de l'instrumentation numérique, des données en temps réel, de l'interconnexion et des capacités d'analyse et de modélisation. D'autres groupes ont suivi, comme Siemens en 2011 (création d'une division « Infrastructure and Cities») et Microsoft en 2013 (« City next initiative »).

Malgré cette préoccupation des professionnels, la valorisation par les villes des expérimentations engagées et les stratégies des grandes entreprises du numérique, les recherches de sciences sociales sur la ville intelligente sont souvent restées aux marges de ces aspects techniques. Ces recherches ont plus cherché à saisir ce que la ville intelligente fait à la société que ce que font ses principaux artisans.

Parmi ces conséquences figurent les modalités de gouvernance (Meijer, Bolivar, 2016), avec en particulier la généralisation des expérimentations (Evans *et alii*, 2016), l'impact sur la participation (Cardulo *et alii*, 2019), les partages public-privé (Hollands, 2008), les questions de *privacy* (Van Zoonen, 2016), ou de soutenabilité (Yigitcanlar, Kamruzzaman, 2018). Quant aux articles de vulgarisation dans les revues d'ingénierie, ils se réduisent le plus souvent à des catalogues des opportunités ouvertes (Hashem *et alii* 2016 ; Kim *et alii*, 2017) : une illustration en est d'ailleurs donnée dans l'article de ce numéro portant sur le *city information modelling* (CIM).

La promesse de la révolution numérique urbaine de la *smart city* est complexe à analyser sur le plan technique. Elle dépend fortement des secteurs concernés, comme par exemple dans le transport où l'intégration des données et des modèles est très ancienne, l'énergie, où les *smart grids* ont émergé récemment, ou encore l'architecture et l'urbanisme avec le développement plus récent et en ordre dispersé des BIM (*building information modelling*) et CIM. Par ailleurs, les technologies sont souvent propriétaires, donc impossibles à analyser en profondeur, et les synergies entre secteurs peu visibles, au-delà des nexus impliquant l'énergie : sol et énergie avec la géothermie, eau et énergie avec la récupération de la chaleur des eaux usées, etc.

On trouve cependant quelques efforts pour pénétrer la boîte noire de l'ingénierie que nous illustrerons dans le cas de la recherche française. David Guéranger et Alexandre Mathieu-Fritz (2019) ont rapporté l'activité d'un groupe de fonctionnaires territoriaux pour promouvoir une technologie peu coûteuse de mise en relation des objets connectés dans une ville française, comme alternative à des offres clé en main d'IBM. Leur analyse étend aux ingénieurs un courant de recherche sur le travail des petites mains associé aux nouveaux développements du numérique (Dagiral, Peerbaye, 2012). Ornella Zaza (2018) a décrit les conditions de mise en place d'une expérimentation de capteurs posés à titre transitoire par Cisco sur la place de la Nation à Paris. Antoine Courmont (2021) a décrypté l'organisation d'un instrument de mise en commun d'informations sur les déplacements dans l'agglomération de Lyon. Sur le volet de l'aménagement et de la construction, Nicolas Douay (2018) a analysé l'émergence des maquettes numériques et Aubin Dodard (2020) les plateformes de modélisation urbaine et les jumeaux numériques à Rennes, Lyon et en Île-de-France. Myrtille Picaud (2021) a, pour sa part, pointé quelques questions d'ingénierie associées aux dispositifs de surveillance.

Ce numéro de *Flux* propose quatre articles permettant d'enrichir la connaissance de l'évolution des pratiques d'ingénierie urbaine permise par les opportunités du numérique. Les deux premiers sont issus de postdoctorats financés par le Labex Futurs urbains dans le cadre du groupe Ville et numérique (1), dont les travaux prolongent l'activité d'un groupe de ce Labex portant sur les enjeux d'une modélisation multi thématique (Bonhomme *et alii*, 2017, Chong *et alii*, 2017). La notion même de modélisation urbaine, rendue possible sur le plan technique par l'abondance des données et des capacités de calcul, se développe dans le domaine de l'urbain de manière plus modeste que dans d'autres domaines de l'ingénierie, et le couplage de modèles, plus rare, pose d'immenses difficultés techniques. C'est pour ces raisons que de nombreuses entreprises innovent encore aujourd'hui dans le domaine, notamment par le biais de *start-up*. Afin de combler un déficit de connaissance des évolutions qui travaillent le marché de la ville intelligente, l'article de Myrtille Picaud présente un tableau exhaustif des *start-up* dans ce domaine en France. En miroir, celui de Marion Maisonobe et Gilles Jeannot s'intéresse aux développements de la recherche en intelligence artificielle appliquée à la ville à l'École des ponts.

Les deux articles suivants sont issus de recherches-actions et portent sur le volet constructif de l'ingénierie urbaine. L'article de Flavie Ferchaud, Joel Idt et Antoine Pauchon s'inscrit dans le cadre du projet TIGA Île-de-France « Construire au futur et aménager le futur ». Il présente une enquête menée auprès de 17 aménageurs publics. L'article d'Adeline Deprêtre, Alexandre Mielniczek et Florence Jacquinod est issu d'un partenariat entre l'université Gustave Eiffel et Eiffage. Il rassemble en particulier des entretiens menés avec tous les acteurs concernés par la mise en place d'un CIM à Chatenay Malabry.

Même si cela ne suffit pas à présenter une fresque générale, il est possible d'acter quelques résultats et, en particulier, d'aborder le volet ingénierie à partir de cas réels (Shelton *et alii*, 2015 ; Bernardin, Jeannot, 2019). Nous commencerons par faire ressortir des recompositions spécifiques aux domaines de l'ingénierie de flux et de la construction avant de discuter quelques questions transversales.

RECOMPOSITIONS AUTOUR DE LA MODÉLISATION DANS L'INGÉNIERIE DE FLUX

L'une des promesses majeures du numérique concerne l'optimisation urbaine, en particulier dans le domaine de la gestion des flux et réseaux, domaines qui recourent aux données et

à la modélisation depuis l'avènement des capteurs et des systèmes d'information. La question du devenir de la modélisation urbaine, et plus précisément de ce que Myrtille Picaud appelle « raison modélisatrice » qui s'est particulièrement illustrée dans la généralisation des démarches de modélisation depuis les années 1950, est donc centrale avec l'arrivée du numérique. À cet égard, le suivi des *start-up* de la ville intelligente permet de saisir des recompositions récentes dans les méthodes mobilisées.

L'arrivée de *start-up* dans les marchés de l'ingénierie urbaine est déjà en soi une nouveauté, plus de la moitié des *start-up* recensées apparaissant après 2015. La mise en perspective avec les travaux généraux de sociologie économique des *start-up* suggère que leur émergence dans ce secteur n'est pas seulement l'effet d'une transformation générale de l'ingénierie. Leur apparition est en effet décalée dans le temps par rapport à la moyenne des secteurs économiques et l'émergence de certaines d'entre elles est liée à des dispositifs locaux de soutien, comme les incubateurs, qui sont associés aux politiques publiques de soutien à la ville intelligente.

Si le projet d'un traitement indifférencié de l'ensemble des données n'est pas même esquissé, l'offre de ces petites entreprises dessine souvent des modalités originales d'intégration. Ainsi sur le parcours qui va du capteur à la communication des résultats en passant par le traitement des données, ces jeunes entreprises, dans leur majorité, s'efforcent de relier plusieurs niveaux. Certaines résolvent les difficultés de récupération et de nettoyage des données en générant leurs propres données par des nouveaux capteurs. Les informations issues de capteurs préexistants, en particulier des caméras, peuvent aussi parfois être réutilisées. D'autres investissent sur la représentation visuelle des données qui facilite leur appropriation par les décideurs ou les habitants.

L'article de Marion Maisonobe et Gilles Jeannot pointe des transformations au sein des méthodes d'optimisation. Le point de départ de l'article est l'inquiétude de voir des méthodes anciennes qui reposaient sur une compréhension théorique des phénomènes observés remplacées par un apprentissage qui se fonde sur le repérage de régularités. Cette perspective, parfois dramatisée (Anderson, 2008) avait d'ailleurs été l'objet d'une séance du groupe ville et numérique du Labex Futurs urbains à l'origine de ce numéro de *Flux* (2).

L'analyse bibliographique montre un premier mouvement depuis 2010 et une inflexion de la croissance de toutes

les nouvelles méthodes à partir de 2015. Un article antérieur de Marion Maisonobe (2022) confirme la même tendance au niveau mondial et met en évidence des développements plus marqués dans le secteur du transport que dans celui de l'hydrologie. Si on distingue les méthodes d'apprentissage et les méthodes de *data mining*, il apparaît que ces dernières connaissent finalement une croissance plus faible que les premières. Ce résultat relativise les travaux de sciences sociales sur la ville intelligente qui se sont surtout inquiétés des démarches de type *big data* (Kitchin, 2014). Les entretiens menés avec les chercheurs de l'École des ponts montrent aussi que ces nouvelles méthodes sont souvent hybridées avec des méthodes plus traditionnelles d'optimisation. Ces résultats peuvent être mis en perspective avec les travaux du groupe de recherche du Labex Futurs Urbains sur la modélisation, qui ont montré que d'une part les évolutions des techniques et des modèles étaient davantage de nature incrémentale que de rupture, et d'autre part que, malgré la confiance dans les résultats des modèles, les décisions en matière d'aménagement restaient éminemment politiques (Commenges et alii, 2017). Le développement d'une modélisation intégrée, qui associe des spécialistes de plusieurs secteurs (eau, air, trafic...) ou plusieurs méthodes (modélisation déterministe et *machine learning*) ne répond pas tant à un besoin de compréhension de problèmes environnementaux complexes qu'à la recherche de consensus pour agir dans une configuration d'acteurs multiples.

Au final on observe plutôt une évolution dans la continuité à la fois des fins et des méthodes de l'ingénierie de conseil basée sur la modélisation.

RECOMPOSITIONS AUTOUR DU COLLECTIF DE TRAVAIL DANS L'AMÉNAGEMENT URBAIN ET LA CONSTRUCTION

La mobilisation du numérique dans le secteur de l'aménagement urbain et de la construction a pour visée principale l'organisation du processus de production et tout particulièrement la coordination des différents métiers de la production urbaine. L'article de Flavie Ferchaud, Joël Idt et Antoine Pauchon offre un tableau de l'ensemble des usages du numérique dans 17 établissements publics d'aménagement, tandis que celui d'Adeline Deprêtre, Alexandre Mielniczek et Florence Jacquinod propose une focale sur l'un des outils, le *city information modelling* dans le cas d'une importante opération immobilière à Châtenay-Malabry.

Si les visées d'optimisation, évoquées pour l'ingénierie de flux, ne sont pas complètement absentes des nouveaux usages numériques des aménageurs, ces deux contributions montrent qu'elles demeurent encore largement expérimentales : à Lyon sur la consommation des bâtiments, à Nantes sur la production d'énergie en toiture, ou à Sénart et Paris, pour une mesure de l'empreinte carbone, à Clichy Batignolles pour un dimensionnement des infrastructures énergétiques nécessaires. Quelques approches de modélisation sont aussi développées pour intégrer plusieurs dimensions environnementales, de la biodiversité au réemploi des matériaux. Le développement d'un CIM à Châtenay-Malabry n'aurait pas été engagé sans des financements de soutien à l'innovation (projet européen TIGA). Une certaine volonté, plus managériale, de *faire moderne* est aussi relevée dans le cas des aménageurs. Mais ces innovations ne sont pas toujours en phase avec les contraintes opérationnelles.

Le socle de ces pratiques numériques est constitué d'outils *standards*, clé en main, pour certains implantés depuis de nombreuses années. Ce sont des outils de dessin (Autocad, Illustrator), des outils qui mêlent conception urbaine et pilotage de projet comme Spacemaker, des outils de planning d'opération comme Microsoft Project pour visualiser les chemins critiques. Ainsi, le projet d'une base de données informatique de l'ensemble des objets d'un quartier (le CIM) est largement perçu comme une extension de ce même projet de base limité à un bâtiment (le BIM +).

Ces nouveaux développements à partir de ces pratiques existantes posent aussi la question des compétences professionnelles et de l'évolution des métiers. Cela apparaît en particulier dans le cas des opérateurs d'aménagement : certains outils standards, évoqués plus haut, sont de fait mobilisés par les maîtres d'œuvre urbain pour les logiciels de dessin ou des sous-traitants spécialisés comme les bureaux d'étude en ordonnancement pilotage et coordination urbaine pour la gestion des plannings. Surtout, on observe qu'une bonne part des pratiques les plus innovantes sont accomplies en dehors des établissements publics d'aménagement par l'appel à des prestataires externes dans le cadre d'assistance à la maîtrise d'ouvrage même si quelques postes dédiés dans le pilotage des innovations ou au sein des services informatiques ont été créés.

Les outils nouveaux s'alignent selon la chaîne de production de l'immobilier. Cela commence par un suivi plus rigoureux du foncier (EPA Sénart pour anticiper les difficultés, Territoires Rennes pour faciliter les ventes, EPA Marne pour la

gestion de stock), puis vient la coordination de la conception pour intégrer les différentes attentes. L'approche à une grande échelle de la ville ou de grands territoires ne concerne au départ que les plus grands opérateurs (EPA Euratlantique, EPA Saclay, SPL Confluence, Nice Ecovallée). Puis cela concerne le suivi de chantier avec des formes d'optimisation sophistiquées comme celles développées pour les projets des jeux olympiques par la SOLIDEO ou pour des projets coordonnés de réfection d'hôpitaux à Nantes ou d'opérations complexes à Lyon Part Dieu. Cela devrait pouvoir se poursuivre dans la gestion des quartiers aménagés. À Nantes une offre est associée à la mise à disposition par les syndicats de services de conciergerie. Pour le village olympique une maquette numérique pourrait servir d'interface entre gestionnaires des bâtiments et habitants. Dans le cas particulier du CIM de Châtenay Malabry, les acteurs interrogés envisagent surtout son usage dans la phase de projet (sans que cela ne soit pour autant relié en amont au système d'information géographique), pour repérer en amont des incompatibilités entre plusieurs constructions. Ils ne l'envisagent pas vraiment pour le suivi de chantier et ils reportent sur d'autres son usage pour une maintenance future des espaces publics.

Il existe des tentatives d'applications plus intégrées allant du foncier à la commercialisation comme à l'EPA Euratlantique ou à l'EPA Paris Saclay. Des promesses de la ville intelligente, on glisse alors vers celles des progiciels de gestion intégrée, qui se proposent d'intégrer l'ensemble des outils informatiques d'une organisation pour éviter les ressaisies d'informations entre services de production et services supports.

LA VISCOSITÉ DES DONNÉES

Malgré la diversité des secteurs étudiés quelques tendances générales se dégagent. Le premier constat est classique aujourd'hui, et il est décevant : l'ensemble des données actuelles ne s'offre pas comme une matière homogène et disponible à toutes les utilisations.

Les métaphores mobilisées pour imaginer cette accessibilité sans contrainte sont cependant nombreuses : c'est la figure du centre de contrôle, façon Cap Canaveral, de la plateforme support, façon vaisseau interplanétaire, celle du tableau de bord, plus avionique, ou celle de l'hyperviseur, plus informatique. Cependant, pour les données de l'ingénierie, la métaphore plus bucolique du lac de données semble s'imposer. Le lac de données est le lieu d'accumulation de toutes les données dans lequel il suffirait de plonger avec les outils adéquats de *data*

mining pour en retirer toute la connaissance possible. Mais les données sont plus visqueuses et les flots de données beaucoup moins harmonieux que les eaux du lac du Bourget, chères à Lamartine.

Comme l'a souligné Antoine Courmont (2021) les données sont « attachées » : elles sont produites dans un contexte particulier d'usage qui définit leur contenu et leur format, elles sont aussi la propriété de certains acteurs qui ne s'en défont pas sans contrepartie (Jeannot, Maghin, 2019). Les études de cas présentées ici alimentent ce même constat. Dans le domaine scientifique on voit que les approches de type *data mining* et *big data*, qui ont le plus alimenté les réflexions prospectives sur le croisement généralisé des données urbaines (Kitchin, 2014), connaissent finalement moins de développements que les démarches d'apprentissage qui portent sur des segments particuliers de données. En quelque sorte c'est la profondeur plus que la largeur qui est privilégiée. Pour ce qui concerne les *start-up* d'ingénierie, l'offre d'aucune de celles-ci ne recouvre l'ensemble du processus qui va du capteur à la communication du résultat. Dans le cas des CIM, il y a le verrou technique des échanges entre le format IFC pour la construction et le format CityGML pour les villes, mais aussi celui des décalages entre le format IFC et les formats des applications métiers.

UN RENOUVEAU DES IMAGES PLUS QUE DES CALCULS

Dans le domaine de la construction, l'image, le plan, la maquette ont de tout temps été au cœur du processus de production et de communication. Le numérique ouvre des promesses d'élargissement et d'approfondissement de l'usage de ces instruments. La première promesse est démocratique. Les maquettes numériques en trois dimensions et interactives devaient permettre de raviver une possible discussion avec les habitants citoyens sur des projets d'aménagement : toute demande des habitants pouvant se traduire dans une nouvelle représentation immédiatement appréhensible par des néophytes. La seconde promesse est relative à la gestion urbaine : la jonction entre les représentations des architectes et des ingénieurs orientées vers la construction et celle des gestionnaires futurs des bâtiments et quartiers. La troisième concerne la planification avec le rapprochement des systèmes d'information géographiques et celles des plans des architectes. La quatrième est d'optimisation avec la conjonction de la maquette et du calcul, ce qui est l'ambition des jumeaux numériques.

Les deux articles consacrés aux pratiques d'aménagement font bien apparaître des transformations réelles associées au numérique mais sur un spectre bien moins large. La discussion autour des représentations numériques se fait plus avec les élus qu'avec les habitants. Ces derniers sont concernés par des politiques de communication ou des démarches pédagogiques plus que par une participation à la décision. L'élargissement de l'échelle est restreint et on est encore très loin de la fusion entre les plans d'architectes et les systèmes d'information géographiques. Et le lien entre conception et gestion encore embryonnaire. Les pratiques d'optimisation sont présentes mais encore très focalisées. Les recompositions les plus importantes autour de ces représentations numériques concernent alors les acteurs les plus proches du processus de production.

La place de l'image n'est pas nécessairement aussi centrale dans l'ingénierie de flux. Des indicateurs pour des décisions ou des mécanismes d'autorégulation de systèmes peuvent s'accomplir sans images. On note cependant que la mise en image des données s'impose comme une activité spécifique dans l'offre des *start-up*. Cette mise en image de données chiffrées permet aux élus de s'approprier des enjeux techniques complexes. Par ailleurs les images des caméras deviennent un médium général qui permet de repérer le débordement d'une rivière comme un mouvement de foule dans le métro. Par ailleurs, certaines applications d'intelligence artificielles sont focalisées sur le traitement de l'image.

QUI PEUT RÉCLAMER LES DONNÉES ?

L'article sur les aménageurs se conclut sur le pouvoir qu'ont les aménageurs d'imposer certaines pratiques à des acteurs qui dépendent d'eux. C'est parce que les divers intervenants dépendent de ces aménageurs que ceux-ci acceptent la surcharge de travail associée à l'alimentation des bases de données. On observe alors un processus en cascade. L'État qui soutient financièrement les établissements d'aménagement les incite à développer les maquettes numériques des bâtiments, le BIM. Certains établissements, comme Paris Métropole Aménagement ou la SOLIDEO pour les bâtiments du village olympique, imposent des prescriptions pour le BIM afin d'homogénéiser les maquettes numériques.

Le contraste est frappant ici avec le cas du CIM de Châtenay-Malabry. Ce projet existe d'abord parce qu'il est soutenu par des fonds d'innovation. L'existence de normes pour le BIM (par exemple BIM 19650 et NF17412) ne suffit pas, par elle-même,

à imposer la pratique. Et chaque acteur interrogé imagine que, puisqu'il n'en voit pas l'intérêt pour lui, cela doit bien servir à d'autres. Le plus marquant étant la collectivité locale qui devrait pouvoir s'en servir pour la gestion et maintenance et qui semble faiblement engagée dans le projet. L'absence d'attente réelle de la municipalité limite l'extension urbaine du CIM. Cette absence d'implications pratiques laisse place aux multiples formes de négligence : oubli de l'envoi des données, envoi tardif, envoi incomplet des maquettes pour la concaténation dans le CIM, plaintes pour la charge de travail supplémentaire.

Ces constats rejoignent un résultat concernant les démarches de qualité de type ISO dans l'industrie (Duhautois, Perraudin, 2010). Celles-ci sont tout particulièrement utilisées par les entreprises sous-traitantes car ces pratiques sont imposées par les entreprises commanditaires qui souhaitent s'assurer d'un contrôle externe. Plus largement les travaux de sociologie de la gestion montrent que les outils de gestion peuvent tomber en désuétude si un acteur de l'entreprise n'est pas en position de demander des comptes à ceux qui devront faire l'effort de mettre à jour les informations demandées. Cela vaut pour la comptabilité analytique (Johnson et Kaplan, 1987) ou pour les indicateurs de productivité d'une administration (Boussard, 2001).

Cette question de l'acteur qui commande se pose en creux dans le cas des *start-up*. Celles-ci sont en effet dans une logique d'offre et la question de la commande est laissée au marché qui est maintenu sous perfusion par des programmes conséquents de financement public de l'innovation.

CONCLUSION

Les innovations se décantent progressivement. Si, en 2016, au moment où l'Astee tient le congrès évoqué au début de ce texte la mise en avant d'innovations numériques dans l'ingénierie urbaine était un point de passage obligé de toutes les Métropoles, cela n'est plus le cas. Les maires écologistes de Lyon ou de Grenoble, par exemple, se permettent d'exprimer une certaine prudence. Si certaines pratiques comme l'optimisation de l'éclairage public ont trouvé leur équilibre économique, si d'autres sont portées par une volonté politique comme les démarches sécuritaires, tous les dispositifs qui ont pu être imaginés ne survivront pas.

La phase d'euphorie aura duré une décennie et la notion de ville intelligente apparaît aujourd'hui comme un « concept

nirvana », un de ces concepts qui portent en eux une image idéalisée de ce vers quoi le monde devrait tendre (Molle, 2008) La ville intelligente est définitivement un de ces « énoncés » qui permettent aux sociétés, et plus particulièrement à certains de ses acteurs, de (se) représenter un futur souhaitable. « Et comme tout nirvana, bien que ce à quoi les acteurs parviennent soit bien en deçà de l'horizon visé, la simple possibilité d'y parvenir et le sentiment de progrès que ce concept laisse entrevoir suffisent à en faire une source d'inspiration et un point de mire attrayant et utile » (c'est nous qui traduisons).

Les évolutions scientifiques sont néanmoins réelles. La place de l'imagerie dans l'ingénierie en constitue un exemple saillant. Des méthodes d'apprentissage automatique se sont imposées comme un outil pertinent. Elles sont cependant sûrement moins radicales qu'annoncées. Le renouveau de la participation citoyenne permis par les cartographies interactives en 3D se fait attendre. Et, si certains ont pu jouer à se faire peur en prédisant un croisement généralisé des données et la fin des modèles traditionnels, on observe plutôt des formes d'hybridation entre modèles anciens et nouveaux et une adaptation des chercheurs dans ces domaines.

Les articles de ce numéro spécial montrent aussi que les outils numériques ne peuvent être appréhendés sans une réflexion sur les conditions organisationnelles et professionnelle de leur développement. Les enquêtes menées ici en particulier conduisent à reposer les mêmes questions que celles posées par la *digitalisation* dans d'autres secteurs de l'économie. Les analyses sur la ville intelligente, l'industrie intelligente, la médecine intelligente et d'autres encore qui sont encore très largement segmentées. Elles mériteraient d'être rapprochées au-delà des rapports officiels (Vilani *et alii*, 2018), pour faire ressortir d'éventuelles spécificités sectorielles.

Dans ce contexte, les quatre contributions présentées ici nous invitent à laisser de côté la vague et les prophéties pour nous replacer dans une histoire longue de l'informatisation de la production urbaine.

Jeannot Gilles est sociologue chercheur au Latts à l'École nationale des ponts et chaussées, ses travaux portent sur les transformations des administrations et entreprises publiques. Sur la question du numérique il a abordé les évolutions des administrations municipales face à la ville intelligente et les effets du capitalisme de plateforme sur les services publics et administrations
gilles.jeannot@enpc.fr

Anne Aguilera est chercheuse au Laboratoire Ville, Mobilité, Transport (LVMT), commun à l'Université Gustave Eiffel et à l'École des ponts. Ses recherches portent sur l'analyse des pratiques de mobilité. La question du numérique y est abordée d'une part du point de vue des transformations des modes de travail (télétravail) et de consommation (e-commerce), d'autre part de celui des services de mobilité basés sur les applications mobiles anne.aguilera@univ-eiffel.fr

Olivier Bonin est géographe, chercheur au LVMT, laboratoire de l'Université Gustave Eiffel et de l'École des ponts. Ses travaux portent principalement sur les formes urbaines, avec des approches de modélisation, ainsi que sur les liens entre formes urbaines et

consommation d'énergie. Il participe également aux travaux de l'ITE Efficacy olivier.bonin@univ-eiffel.fr

José-Frédéric Deroubaix est chercheur au Laboratoire Eau, Environnement et Systèmes Urbains, à l'École nationale des ponts et chaussées. Ses thèmes de recherche concernent principalement les politiques publiques environnementales liées à la gestion de l'eau. Sur la question du numérique, il étudie les pratiques de modélisation de la qualité de l'eau et des milieux aquatiques et leur mobilisation dans la construction des politiques publiques j.deroubaix@enpc.fr

NOTES

(1) Nous remercions Le Labex Futurs urbains pour le financement de ces travaux post doctoraux.

(2) Le séminaire du 4 mai 2017 avait permis à des chercheurs modélisateurs de mettre en discussion leurs interrogations

épistémologiques : Celine Bonhomme et José-Frédéric Deroubaix du LEESU et Julien Waeytens LISIS sur la multiplication des capteurs, pour l'eau et l'assainissement, et Latifa Oukhellou GRETTIA et Fabien Laurent LVMT sur le big data dans les transports.

RÉFÉRENCES

- ANDERSON C., 2008, The end of theory: the data deluge makes the scientific method obsolete, *Wired.com*, [En ligne] (consulté le 23 juillet 2023) Disponible à l'adresse : <https://www.wired.com/2008/06/pb-theory/>.
- BONHOMME C., COMMENGES H., DEROUBAIX J-F. (dir.), 2017, Dictionnaire passionnel de la modélisation urbaine, Paris, *L'œil d'or*.
- BOUSSARD, V., 2001, Quand les règles s'incarnent. L'exemple des indicateurs prégnants. *Sociologie du travail*, N° 43(4), p. 533-551.
- CARDULLO P., DI FELICIANONIO C., KITCHIN R. (eds.), 2019, *The right to the smart city*, Emerald Group Publishing.
- COMMENGES H., TOMASONI L., SEIGNEUR C., BONIN O., LEURENT F., BONHOMME C., DEROUBAIX J-F., 2017, Who is the Expert? Integrated Urban Modeling and the Reconfiguration of Expertise, *Journal of Urban Technology*, DOI: 10.1080/10630732.2017.1284990
- COURMONT, A., 2021, *Quand la donnée arrive en ville. Open data et gouvernance urbaine*, PUG.
- DAGIRAL É., PEERBAYE A., 2012, Les mains dans les bases de données. Connaître et faire reconnaître le travail invisible. *Revue d'anthropologie des connaissances*, N° 6, Vol. 1, p. 191-216.
- DODARD A., 2020, Les plateformes de modélisation urbaine : des instruments aux finalités variées Comparaison des projets des métropoles de Lyon et Rennes et de la région Ile-de-France. *Working paper, Chaire ville intelligente science po*.
- DOUAY N., 2018, *L'urbanisme à l'heure du numérique*, ISTE Group.
- DUHAUTOIS R., PERRAUDIN C., 2010, La nature des liens inter-entreprises dans les relations de sous-traitance: une analyse empirique du cas de la France. *Réseaux*, N° 162, p. 101-127.
- EVANS J., KARVONEN A., RAVEN R., 2016, The experimental city: New modes and prospects of urban transformation. In *The experimental city* Routledge, p. 1-12.
- GUÉRANGER D., MATHIEU-FRITZ A., 2019, The smart city at work, *Réseaux*, N° 218, p. 41-75.
- HASHEM I. A. T., CHANG V., ANUAR N. B., ADEWOLE K., YAQOOB I., GANI A., CHIROMA H., 2016, The role of big data in smart city, *International Journal of information management*, N° 36(5), p. 748-758.
- HOLLANDS R. G., 2008, Will the real smart city please stand up? Intelligent, progressive or entrepreneurial?, *City*, N° 12, Vol. 3, p. 303-320.
- JEANNOT G., MAGHIN V., 2019, La ville intelligente, de l'administration à la gouvernance. La difficile intégration des données des usagers par une métropole. *Réseaux*, N° 218, p. 105-142.
- KIM T. H., RAMOS C., MOHAMMED S., 2017, Smart city and IoT. *Future Generation Computer Systems*, N° 76, p. 159-162.
- KITCHI, R., 2014, The real-time city ? Big data and smart urbanism, *GeoJournal*, N° 79, p. 1-14.
- MAISONOBE M., 2022, The future of urban models in the Big Data and AI era: a bibliometric analysis (2000–2019), *AI & society*, p. 1-18.
- MEIJER A., BOLÍVAR, M. P. R., 2016, Governing the smart city: a review of the literature on smart urban governance.

- International review of administrative sciences*, N° 82(2), p. 392-408.
- MOLLE, F., 2008, Nirvana concepts, narratives and policy models: Insight from the water sector. *Water Alternatives*, N° 1, Vol. 1, p. 131-156.
- PICAUD M., 2021, Peur sur la ville. La sécurité numérique pour l'espace urbain en France. Workin paper 01/2021, Chaire "Villes et numérique", École urbaine de Sciences Po. 2021.
- SHELTON T., ZOOK M., WIIG A., 2015, The 'actually existing smart city', *Cambridge journal of regions, economy and society*, N° 8(1), p. 13-25.
- VAN ZOONEN L., 2016, Privacy concerns in smart cities, *Government Information Quarterly*, N° 33(3), p. 472-480.
- VILLANI C., BONNET Y., BERTHET C., LEVIN F., SCHOENAUER M., CORNUT A. C., RONDEPIERRE B., 2018, *Donner un sens à l'intelligence artificielle : pour une stratégie nationale et européenne*. Conseil national du numérique.
- YIGITCANLAR T., KAMRUZZAMAN M., 2018, Does smart city policy lead to sustainability of cities?. *Land use policy*, N° 73, p. 49-58.
- ZAZA O., 2018, *Horizons urbains en expérimentation : discours et pratiques d'une collectivité territoriale face au numérique* (Doctoral dissertation, Paris 10).