



HAL
open science

L'art d'augmenter les villes

Jean Daniélou, François Ménard

► **To cite this version:**

Jean Daniélou, François Ménard. L'art d'augmenter les villes : (pour) une enquête sur la ville intelligente. Plan Urbanisme Construction Architecture (PUCA). 2013. hal-04574729

HAL Id: hal-04574729

<https://hal.science/hal-04574729>

Submitted on 22 May 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

L'art d'augmenter les villes

(pour) une enquête sur la ville intelligente

Les habitants de Valrade savent que tous leurs actes sont à la fois l'acte lui-même et son image spéculaire, laquelle possède la dignité particulière des images, et interdit à leurs consciences de s'abandonner ne serait-ce qu'un instant au hasard ou à l'oubli.

Italo Calvino, *Les villes invisibles*

Septembre 2013

Jean Danielou

Avec François Ménard

(+ contributions de Gabriel Dupuy
et de Dominique Lorrain)

Pourquoi enquêter sur la ville intelligente ?

Un préalable, mais c'est un premier motif d'enquête, serait tout simplement de la définir : qu'est-ce que la ville intelligente ? On notera : « qu'est-ce que *la* ville intelligente ? » et non « qu'est-ce qu'*une* ville intelligente ? ». Car l'emploi de cette formule ou de son équivalent anglais *smart city* dont elle est une traduction littérale sert à désigner quelque chose – réel, virtuel ou idéal, nous y reviendrons – et non à porter une interrogation générale sur la nature de l'intelligence urbaine.

La formule « *smart city* » a des parents proches qui ne lui sont pas substituables mais qui permettent de la circonscrire un peu mieux : « ville numérique », « ville 2.0 », etc. Il y est affaire de numérisation, de web et de TIC.... La *smart city*, comme tous les objets « *smart* » se caractériserait par des fonctionnalités augmentées du fait de l'intégration en leur sein de technologies de l'information et de la communication.

La chose n'est pas nouvelle dira-t-on. Depuis la ville cybernétique de Nicolas Schöffer jusqu'aux travaux de la Fondation internet nouvelle génération (FING) sur la ville 2.0, n'est-ce pas la même trame tissant le rapport entre les technologies de l'information et de la communication et l'espace urbain qui est remise sur le métier ? Mais sous différents vocables (ville numérique, ville 2.0, urbanisme cyborg, ville.com...), et à mesure des avancées technologiques, cette trame s'impose comme une superposition : aux réseaux traditionnels constituant la ville s'ajouterait une couche informationnelle homothétique à leur configuration matérielle et spatiale. C'est là un second motif d'enquête : invisible en apparence, la ville intelligente s'appréhende d'abord par sa matérialité. Capteurs, relais, interfaces, signaux : cette couche homothétique au réseau ne le travaille-t-elle pas en retour ? Au point que l'on peine à distinguer du réseau technique et du réseau informationnel lequel des deux configure l'autre et transforme la nature du service rendu. Cette superposition serait une hybridation. Une hybridation technico-urbaine, qui, concernant la vie urbaine et se cristallisant autour de l'expression « ville intelligente », disposerait de capacités accrues et aujourd'hui réellement éprouvables pour réaliser son programme... lequel serait précisément l'augmentation des capacités de la ville à agir sur elle-même, à assurer son fonctionnement et son développement.

Ce dernier terme d'ailleurs permet d'introduire une autre dimension de la ville intelligente dont on ne sait si elle lui est intrinsèque ou si elle entretient avec elle des relations plus complexes : il s'agit du développement durable. La smart city est parfois justifiée au nom du développement durable : en optimisant, en temps réel, le fonctionnement des réseaux, en permettant d'allouer à chaque instant ce qu'il faut de moyens, de ressources ou d'énergie *et pas plus* à chaque demande ou besoin, ne participe-t-elle pas à la préservation de l'environnement ? Ne réalise-t-elle pas l'idéal de maîtrise des consommations indispensable à la vie économique d'un monde « fini » ? La chose demande à être examinée de plus près. La question serait alors plutôt : à quelles conditions ce qui est désigné par l'expression « ville intelligent » coïncide avec les principes du développement durable (sous ses différentes acceptions) ? A quel prix et avec quelles conséquences ?

Enfin, par le seul fait qu'elle fasse l'objet d'une production croissante de textes et d'images, de discours et de représentations, elle témoigne de l'existence d'un champ de significations à travers lequel les acteurs qui s'en emparent semblent parler de la même chose.

« Semblent » seulement. Car selon les définitions qui en sont faites - lesquelles peuvent prendre un tour tantôt descriptif, prescripteur ou normatif, selon l'univers de références du débat pour lequel elle est mobilisée (l'environnement, les TIC, etc.) -

la ville intelligente prendra des allures très différentes.

Si on peut constater une prolifération des projets « intelligents » et des discours sur l'intelligence dans la ville de demain, on peut constater au contraire l'absence d'une définition théorique interrogeant la signification et les implications du syntagme « ville intelligente ». Autrement dit, cette notion, fréquemment mobilisée comme étiquette, nécessite d'être précisée conceptuellement afin de déterminer la réalité qu'elle recouvre et ce qu'elle suppose... et inversement, c'est en enquêtant sur ce qu'elle recouvre de façon pragmatique – que désigne-t-on, que fait-on, lorsque l'on met en chantier la ville intelligente ? – qu'on en saisira les enjeux dans le champ des idées et de la théorie. Cette double approche – cette enquête – est à la fois une contribution à une réflexion publique sur la smart city (promesse ou menace ?) et un préalable à un programme de recherche.

Sommaire

1/ Comment la ville est-elle devenue intelligente ?	9
a) Un concept aux bords flous	9
Grammaire des futurs urbains	9
Flou conceptuel	13
Premiers efforts de théorisation	18
b) Une stratégie industrielle	20
La nouvelle fabrique urbaine	20
Intelligence à géométrie variable : quelques conclusions	32
2/ De quelle intelligence parle-t-on ?	34
a) Intelligence artificielle et informatique pervasive	35
L'intelligence artificielle : équivalence et duplication	35
L'informatique pervasive: retour de la spatialité	38

Le nouveau système des objets. Augmentation et mise en données du monde.	40
b) L'intelligence de la smart city	44
L'augmentation, une assistance cognitive	45
Mémoire collective numérique, traitement de l'information par la corrélation et intelligence collective	49
Définir l'intelligence	57
c) Comment l'intelligence se matérialise-t- elle dans la ville intelligente ?	60
Physique de l'immatériel	63
Les réseaux de la ville intelligente	66
L'hypothèse de la ville post-réseaux, la convergence et l'hypervision	78
Lexique	87

1/ Comment la ville est-elle devenue intelligente ?

a) Un concept aux bords flous

Grammaire des futurs urbains

La ville adaptable, la ville frugale, la ville malléable, la ville durable, la ville verte, la ville fertile, la ville mobile, la ville numérique, la ville résiliente, la ville cybernétique...

Vertige d'une liste qui, à un substantif unique, branche une nuée d'adjectifs censés préciser le devenir de l'espace urbain. L'aridité du concept de ville, la peine qu'il y a à l'identifier comme une substance dotée d'un ensemble fini de qualités, contraignent l'usage à le surcharger d'épithètes susceptibles d'en éclairer le sens.

Objet impossible à penser, être indifférencié qui ne peut être approché théoriquement que par le recours adjectival, la ville ne semble pouvoir exister que de façon déterminée et jamais générique.

Dans cette perspective, la ville seule ne peut être investie par aucun discours. Il s'agit avant tout d'une surface de projection d'enjeux politiques, industriels, sociaux ou encore économiques. Le modèle fréquemment prôné de la ville durable correspond, par exemple, à une dissémination des problématiques du développement durable dans la structure urbaine ; dans le cas de la ville intelligente, l'intelligence est invoquée comme un moyen d'utilisation raisonnée des ressources, comme un biais privilégié pour permettre au citoyen-usager de participer à l'activité politique, ainsi que comme une façon de reconcevoir le système de fonctionnement urbain comme un tout¹. Investie par ces enjeux, la ville se présente à la fois comme le lieu d'urbanisation des problèmes sociétaux et comme un ensemble suffisamment souple pour pouvoir être modifié en fonction des finalités qu'on lui assigne.

Pourquoi la ville est-elle devenue le lieu d'élection des principaux enjeux socio-économiques ? La raison la plus fréquemment avancée est celle de la

¹ Cf. Introduction du rapport « La ville intelligente : état des lieux et perspectives en France », Etudes et documents n°73, CGDD, Novembre 2012.

croissance du taux d'urbanisation² qui, en augmentant la pression démographique sur un espace urbain forcé de s'accroître, concentre de ce fait les problèmes de développement durable, les disparités économiques etc.

La ville existerait désormais comme un cadre spatial où s'incorporaient les politiques publiques, les investissements financiers ou encore les nouvelles technologies, autant de moyens pouvant potentiellement relever les défis sociaux énumérés ci-dessus. Chaque adjectif accolé au substantif « ville » représenterait une des solutions potentielles à un enjeu donné³. L'adjonction de ces

² La sentence symbolique : « 70% de la population habitera en ville en 2050 » sert de préambule à toute considération sur l'avenir de la ville. On peut retrouver ces chiffres dans de nombreux documents dont la plupart citent pour source le « World Urbanization Prospects » de l'ONU. L'article de Philip S. Golub résume en quelques phrases la croissance exponentielle du taux d'urbanisation : « Pour la première fois de l'histoire humaine, la part de la population mondiale vivant dans des agglomérations urbaines a dépassé, en 2007-2008, celle de la population vivant dans les zones rurales. Désormais, plus de 3,3 milliards de personnes habitent en ville, dont plus de 500 millions dans des mégapoles de plus de 10 millions d'habitants ou de très grandes villes de plus de 5 millions d'habitants. Selon les prévisions de l'Organisation des Nations unies (ONU), le taux d'urbanisation mondial va s'accroître considérablement au cours des prochaines décennies, atteignant 59,7 % en 2030 et 69,6 % en 2050 ; les centres urbains anciens et nouveaux vont absorber l'essentiel de la croissance démographique à venir. » (« Des cités-Etats à la ville globale », Le Monde diplomatique, avril 2010)

³ La ville adaptable limite l'extension des villes en rationalisant l'utilisation de l'espace urbain via une approche chronotopique (plus d'information : http://rp.urbanisme.equipement.gouv.fr/puca/concours/E12_theme.pdf) ; la ville frugale entend limiter l'utilisation des ressources dans une perspective de développement durable ; la ville malléable s'adapte aux nouvelles temporalités sociales (plus d'informations : <http://eps.revues.org/index2270.html>) ; la ville durable doit répondre à la

nouveaux éléments à la structure urbaine reconfigure la ville qui fait peau neuve et abandonne les anciens principes de structuration de son espace.

Cela éclaire le fait que le recours adjectival porte aussi l'idée d'un progrès historique linéaire séparant avec netteté le passé de l'avenir. Ainsi, lorsqu'apparaît le syntagme « ville intelligente », conformément à la logique grammaticale susnommée, on imagine que la ville a franchi le gouffre de la bêtise, de même que le syntagme « ville durable » nous fait croire à un espace urbain se séparant d'un passé énergivore et polluant. Autrement dit, la ville intelligente (comme la ville durable précédemment, et dans le sillage de celle-ci) devient un modèle souhaitable qui renoue avec un futur enviable, sans que l'on sache exactement ce qui est induit par la notion d'intelligence. En embrassant cet horizon, les villes répondent donc à une logique historique de la rupture entre un *avant* et un *après*.

gamme élargie des problèmes de développement durable, la ville verte est une déclinaison de la ville durable ; la ville fertile tente de réintroduire la biodiversité dans l'environnement urbain et contrebalance ainsi l'artificialisation des sols ; la ville mobile promeut de nouveaux modes de déplacements afin de réduire les émissions de Co2 liés à l'usage exclusif de la voiture ; la ville numérique favorise le développement économique ; la ville résiliente désigne la faculté qu'a la ville à recouvrir ses fonctions en cas de catastrophe ; nous reviendrons plus loin sur les spécificités de la ville cybernétique. Dans l'ensemble des exemples choisis, il est patent que la plupart se rattache peu ou prou aux problématiques du développement durable.

Si la ville devient le lieu privilégié de concentration des enjeux du développement socio-économique des sociétés du XXI^{ème} siècle, la ville intelligente fait figure de modèle et de direction à donner aux futurs urbains. L'intelligence porte les promesses d'une résolution efficace de ce qui aujourd'hui semble faire défaut aux sociétés urbanisées. Avant même que d'analyser ce qu'implique la notion d'intelligence, on voit que celle-ci, en tant qu'une des adjectivisations possibles de la ville, s'intègre dans une logique grammaticale cherchant à donner à l'espace urbain un qualificatif à valeur programmatique. Autrement dit, les villes seront intelligentes, au risque de sombrer dans un chaos dystopique.

Flou conceptuel

Si l'intelligence en ville, conformément à la logique décrite ci-dessus, est la promesse d'un développement urbain souhaitable, cela ne nous éclaire en rien sur le contenu et les problématiques qu'implique la notion d'intelligence. Le syntagme « ville intelligente » a certes connu une inflation d'occurrences, sans que cela se traduise pour autant par l'élaboration d'une définition claire.

Il existe pourtant aujourd'hui de nombreux classements⁴ qui mettent une ville devant une autre et, dans le dégradé d'intelligence ainsi présenté, offrent des visions archétypales de ce que serait une ville intelligente. Tantôt Vienne⁵, tantôt San Francisco⁶, l'expression « ville intelligente » s'adapte plastiquement aux besoins d'une conceptualisation variable et non unifiée. Ces classements prétendent à l'existence d'un modèle qui serait déjà effectif, alors que celui-ci ne s'incarne aujourd'hui que dans quelques expérimentations concernant des morceaux de ville.

On peut trouver de nombreuses définitions tentant de spécifier ce que la ville intelligente peut apporter à l'espace urbain (perçu comme un espace dysfonctionnel) et aux problèmes sociaux (comme le développement durable et économique), mais toujours en des termes très généraux qui ont peine à se départir des définitions qui avaient pu être données de la ville durable, et plus globalement des questionnements urbains traditionnels (comme l'amélioration du bien-vivre dans la cité,

⁴ On peut citer ceux de Boyd Cohen : <http://www.fastcoexist.com/1679127/the-top-10-smart-cities-on-the-planet>, ou encore ceux de l'Université de Delft : <http://www.smart-cities.eu/ranking.html>. On constatera la divergence des critères utilisés, la grande diversité des échelles choisies, et plus généralement la difficulté à établir des résultats définitifs sur des projets urbains qui sont le plus souvent au stade de l'expérimentation. Ces classements offrent cependant autre chose qu'une évaluation assortie d'un classement : ce sont, pour les villes nominées, l'assurance d'une visibilité renforcée.

⁵ <http://www.fastcoexist.com/1679127/the-top-10-smart-cities-on-the-planet>

⁶ <http://freshome.com/2013/02/07/10-most-impressive-smart-cities-on-earth/>

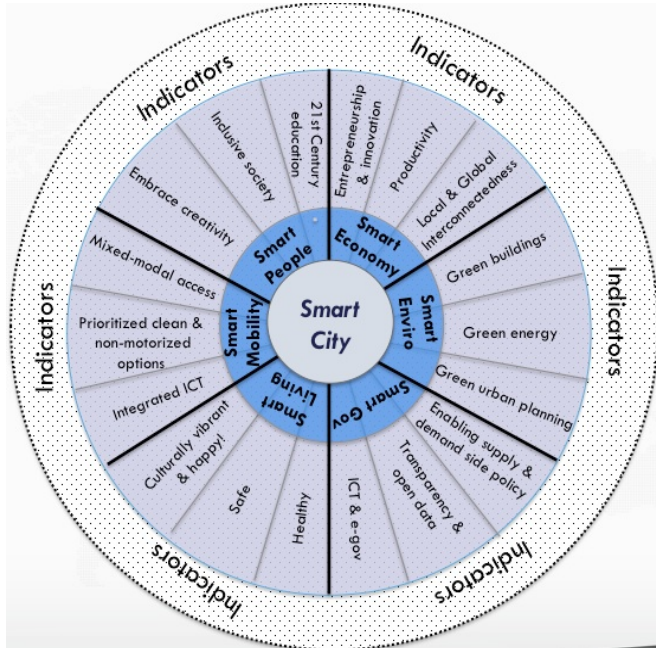
l'optimisation du fonctionnement des services urbains, une place plus grande accordée aux citoyens, etc.).

Sans s'attacher à une recension exhaustive de toutes les tentatives de définition de la ville intelligente, on peut prendre comme cas exemplaire la définition fournie par Boyd Cohen :

«While some people continue to take a narrow view of smart cities by seeing them as places that make better use of information and communication technology (ICT), the cities I work with (...) all view smart cities as a broad, integrated approach to improving the efficiency of city operations, the quality of life for its citizens, and growing the local economy.»⁷

⁷ <http://www.fastcoexist.com/1680538/what-exactly-is-a-smart-city>

Définition assortie du diagramme suivant :



(© Boyd Cohen)

Cette définition propose une vue générale et prescriptive de ce que devrait être la ville de demain en lui donnant des objectifs larges (l'efficacité des opérations urbaines, la qualité de vie et l'essor d'une économie locale) que l'on retrouve peu ou prou dans tous les modèles de ville du futur. L'intelligence n'induirait donc aucune

modification substantielle dans l'économie générale des problématiques urbaines, il s'agirait uniquement d'un nouveau *modus operandi* supposément efficace.

On doit en outre relever le fait que l'adjectif « smart » renvoie ici aussi bien à l'implantation de nouveaux dispositifs techniques (les technologies de l'information et de la communication) qu'à l'intelligence des citoyens. Une telle dilatation du concept d'intelligence/ « smart » empêche de saisir sa spécificité en raison de son application indistincte à tout ce qui compose la ville, que ce soit les individus, l'économie, l'environnement, la gouvernance, la vie citadine ou encore la mobilité. Et savoir que « Smart, c'est plus que ça, c'est aussi chic, élégant, dégourdi et futé »⁸ ne nous apporte strictement aucune précision.

Il est donc nécessaire de retracer la généalogie de cette notion d'intelligence afin d'en préciser les contours et de ne plus l'invoquer comme la solution miracle, portée par la ville de demain, aux problèmes ancestraux de la cité.

⁸ http://next.liberation.fr/musique/2013/05/06/les-villes-intelligentes-malignes-de-conduite_901291

Premiers efforts de théorisation

Pour comprendre ce que signifie « ville intelligente », il est utile de faire retour vers l'anglais « smart city ». L'adjectif « smart » a d'abord été accolé aux téléphones (*phones*), aux voitures (*cars*) et aux réseaux (*grids*) avant que de se fixer sur l'ensemble technique plus vaste qu'est la ville. En concevant de la sorte l'association entre les termes « ville » et « intelligent », on se sépare de la grammaire des futurs urbains pour adopter une approche plus technique et matérielle de ce processus d'urbanisation. Les *smart-phones/cars/grids* se caractérisent par l'intégration croissante des technologies de l'information et de la communication (TIC) miniaturisées au fonctionnement classique des objets susnommés. Il s'agit donc avant tout d'une mutation technique entraînant une modification du fonctionnement de l'objet considéré. En un mot, le smart rend l'objet communicant, producteur et récepteur d'informations, susceptible de s'intégrer au *cyberespace** et d'interagir avec son environnement physique⁹.

⁹ Michel Puech propose « dix valeurs associées au smart » dans son article « Que signifie smart ? » : disponibilité totale, transparence, facilité, immédiateté, autonomie, personnalisation, neutralité, optimisation, réseau collaboratif et partage, mobilité. Le détail de chacune de ces notions est disponible à l'adresse suivante : http://lesclesdedemain.lemonde.fr/innovation/que-signifie-smart-_a-54-2506.html

Si l'on suit l'idée que le smart s'applique progressivement à l'ensemble des objets afin de les doter d'un revêtement communicant, alors la ville intelligente correspond à une montée en niveau de cette diffusion généralisée des technologies de l'information et de la communication. A l'existence physique de la ville traditionnelle vient se superposer une peau digitale (*digital skin**) qui démultiplie le flux d'informations entre les objets (auparavant « muets ») et les personnes. Le syntagme *ville intelligente* renvoie donc avant tout à une dimension technique (l'intégration des technologies de l'information et de la communication à la structure urbaine) et à l'accroissement des flux d'informations dans l'espace urbain.

Notre hypothèse est que la diffusion soudaine de ces problématiques est le fait d'un changement de stratégie des acteurs industriels, et plus particulièrement des entreprises des TIC qui font actuellement leur entrée sur le marché urbain. C'est donc une mutation économique-industrielle qui a entraîné la mise au devant de la scène du syntagme « ville intelligente », et on retrouve derrière celui-ci la question du rôle qu'auront à jouer de nouveaux acteurs urbains intégrant à la ville une couche info-structurelle.

b) Une stratégie industrielle

La nouvelle fabrique urbaine

L'initiative « Smarter Planet » lancée par IBM en 2008 a été dotée d'un volet « Smarter Cities » qui propose une gamme de solutions techniques aux problèmes de congestions, de gestions des ressources (eau, électricité, gaz, etc.), ainsi que des services de gestion des smart grids, des initiatives en faveur de la santé des citoyens...¹⁰ La démarche est ainsi résumée :

«As demands grow and budgets tighten, solutions also have to be smarter, and address the city as a whole. By collecting and analyzing the extensive data generated every second of every day, tools such as the IBM Intelligent Operations Center¹¹ coordinate and share data

¹⁰ http://www.ibm.com/smarterplanet/us/en/smarter_cities/overview/

¹¹ « **Intelligent Operations Center** for Smarter Cities provides an executive dashboard to help city leaders gain insight into all aspects of the city. The executive dashboard spans agencies and enables drill-down capability into each underlying agency such as emergency management, public safety, social services, transportation, or water. Intelligent Operations Center allows city leaders to:

- Leverage information across all city agencies and departments to make smarter decisions
- Anticipate problems to minimize the impact of disruptions to city services and operations
- Coordinate cross-agency resources to respond to issues rapidly and effectively

Intelligent Operations Center is designed to:

- Monitor agency and citywide operations
- Involve citizens and businesses in incident reporting and resolution
- Gather and analyze citizen feedback using social media

in a single view creating the big picture for the decision makers and responders who support the smarter city.»¹²

L'entrée d'IBM sur le terrain de la fabrique urbaine correspond à ce qu'Isabelle Baraud-Serfaty identifie sous le nom de la « nouvelle forme de privatisation »¹³ des villes. Cela suppose une transformation radicale dans « (...) une fabrique de la ville de plus en plus déterminée par l'aval, dans laquelle les entreprises des nouvelles technologies de l'information seraient les nouveaux ensembliers urbains (...) »¹⁴.

Les acteurs des TIC proposent aujourd'hui d'introduire dans la ville leurs technologies pour gérer au mieux des systèmes urbains toujours plus complexes. Le rôle qu'occupent ces industriels dans la ville est entièrement neuf, et une cartographie par rôles¹⁵ révèle la place

- Manage a broad range of government and commercial operations Deploy rapidly with minimal IT resources" (source: <http://www-03.ibm.com/software/products/us/en/intelligent-operations-center>)¹²

http://www.ibm.com/smarterplanet/us/en/smarter_cities/overview/?lnk=fkt-scit-usen

¹³ Isabelle Baraud-Serfaty, « La nouvelle privatisation des villes », *Esprit*, mars-avril 2011. Par privatisation, il faut entendre : « (...) l'intervention des acteurs économiques privés (les entreprises) dans le champ de l'urbain, dans le sens de producteurs de villes (c'est-à-dire qui produisent des biens ou des services urbains). » La privatisation ici ne renvoie pas au phénomène des « gated communities ».

¹⁴ Art. cit.

¹⁵ On se référera utilement au rapport *Etudes et documents n°73*, « La ville intelligente : état des lieux et perspectives en France », novembre 2012, et plus particulièrement aux pages 15 à 18 où est décrite la cartographie par rôle qui montre que les acteurs des TIC se posent en « intégrateurs de solutions », engageant une nouvelle concurrence autour de la maîtrise de l'information délivrée par les systèmes urbains. Ce document est disponible

stratégique (celle d'intégrateurs de solutions) qu'ils sont en passe d'occuper. L'entrée de ces industriels engage les acteurs traditionnels de la ville (privés comme publics) à ressaisir à leur tour la problématique de la ville intelligente pour considérer cette offre, la restructurer en proposant des modèles d'association (des *joint ventures* par exemple) ou alors la concurrencer afin de conserver une mainmise sur les données urbaines.

La ville intelligente est avant tout un concept marquant la diffusion d'un discours des industriels des TIC. Ces derniers font montre de leur capacité à prendre en charge la gestion des services urbains grâce à une informatisation de la ville dans son ensemble. L'intégration des TIC est donc la base matérielle de la ville intelligente, et la faculté qu'ont les entreprises de ce secteur à présenter une offre structurée donne une consistance économique à ce concept. Reste à savoir qui se charge de cette intégration, de la gestion des systèmes ainsi informatisés et surtout sous quelles modalités économiques et politiques est réalisée cette intégration.

à l'adresse suivante : <http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/ED73.pdf>

*Entretien avec Dominique Lorrain*¹⁶

Cet entretien, réalisé en mai 2013, retrace l'histoire de la stratégie « multi-secteurs » des acteurs industriels en ville et souligne les enjeux induits par l'entrée des industries dot-coms dans la gestion des systèmes urbains.

- Dans votre article de 2004, « Hitachi : un industriel urbain "total" », vous évoquez la piste d'une mutation fondamentale dans la fabrique de la ville induite par le nouveau rôle d'organiseurs de l'espace urbain pris par certains industriels comme Hitachi. La stratégie de ces acteurs signe-t-elle une reconfiguration complète des infrastructures urbaines et, consécutivement, permet-elle l'élaboration matérielle de la ville intelligente à venir ?

En documentant les industriels japonais de la ville et plus particulièrement Hitachi¹⁷ mon idée était qu'il y avait sans doute

¹⁶ Directeur de recherche au CNRS et directeur de la Chaire Ville Ecole des Ponts ParisTech

¹⁷ Hitachi, un industriel japonais de l'environnement (2), Rubrique "Entreprises de Réseaux". *Flux* n°55, 2004: 60-72. Les industriels japonais de l'environnement (1), Rubrique "Entreprises de Réseaux". *Flux* n°50, 2002: 80-90.

plusieurs manières d'être un groupe urbain. L'approche bien connue en France de l'intégration de plusieurs services urbains dans un même groupe en est une ; la fabrication (industrielle) de plusieurs composantes de la ville en est une autre. Mais avant d'aller plus avant, il est nécessaire de faire un bref rappel pour saisir un curieux va-et-vient des politiques.

Le fait déclencheur de bien des changements survenus dans le fonctionnement des infrastructures urbaines concerne leur privatisation dans les années 1980 (électricité, télécommunications, gaz, transports, eau et assainissement), puis leur mise en concurrence. Cette dérégulation a entraîné le développement de nouvelles stratégies afin de compenser les pertes de marché prévisibles : l'internationalisation et la diversification dans d'autres infrastructures, conduisant à des entreprises multi-utilités. Ces politiques répondent à une logique d'économie d'échelle — les coûts baissent d'autant plus qu'un opérateur sert un grand nombre de clients, et d'économie d'envergure (ou de coordination) — un opérateur qui gère plusieurs systèmes techniques dans un même territoire peut en principe mieux les coordonner. Donc ces politiques permettaient aux entreprises de se

développer et elles apportaient une réponse au problème central de la coordination, différente de la coordination par le marché : la coordination par intégration verticale ou horizontale. Les exemples en ont été E.ON, RWE (électricité, gaz, télécommunications, eau etc.), SUEZ (électricité, gaz, eau, déchets), Veolia (eau, propreté, énergie, transport).

Ces politiques ont été développées tout au long des années 1990 en Europe¹⁸. Mais soudainement, en 2002, après une série d'événements dont les faillites de Worldcom et d'Enron, cette politique a été abandonnée pour revenir à une spécialisation sur le "cœur" de métier. Les grandes multi-utilités ont alors revendu ce qu'elles venaient d'acquérir. Fin d'un cycle. Observons que la pression "économique" des marchés pour des entreprises plus centrées sur une activité et de ce fait plus lisibles se trouvait en phase avec la défiance "politique" à l'encontre de groupes trop puissants.

Dix ans plus tard, cette même idée de l'intégration et de la coordination des systèmes urbains dans des groupes "globaux" refait surface sous une autre forme, sous le registre de la ville durable et

¹⁸ Le marché a dit, intermédiaires financiers et managers dans le secteur électrique. *Sociologie du travail*, vol 49, 1, 2007, pp. 65-83.

des nouvelles technologies. Aujourd'hui, cette logique multi-secteurs se trouve portée par des industriels et des firmes de dot-com, telles IBM ou Cisco, qui proposent une gestion des infrastructures urbaines décloisonnée et systémique grâce aux systèmes d'information capables d'agréger les données éparses émanant du fonctionnement physique de la ville.

- **La ville intelligente repose donc principalement sur une nouvelle architecture des réseaux d'information. Comment expliquez-vous cette évolution et la redéfinition du rôle que les industriels entendent se donner dans l'espace urbain ?**

A partir de la constatation établie par Nicolas Curien, selon laquelle le réseau se structure en trois parties (une première couche correspond à l'infrastructure physique, une deuxième à l'infostructure et une dernière aux services associés), on peut identifier la couche médiane (informationnelle), celle des systèmes d'exploitation, comme la plus évolutive du fait des nombreuses innovations dans le domaine des TIC. On peut dire que matériellement la ville intelligente est rendue possible par l'autonomisation et

l'importance grandissante de la couche informationnelle.

Les dynamiques de l'industrie informatique conduisent cette dernière à se développer sur des marchés qui lui étaient auparavant étrangers. La ville est devenue, pour ces industriels — qu'il s'agisse des technologies de l'information ou des objets techniques, un métasystème technique dont on peut relier chaque "brique" par la couche informationnelle. Lorsque j'ai écrit l'article décrivant Hitachi comme "industriel urbain total", je constatais que ce groupe, à l'instar de General Electric, Siemens, Bombardier, etc., construisait une multitude de systèmes techniques intégrés au fonctionnement urbain. La caractéristique principale d'Hitachi est d'être un conglomérat qui fournit aussi bien des équipements pour les ménages que des équipements lourds : centrales électriques, incinérateurs, métros, tramways. Je veux dire par là que son domaine d'action s'étend de l'espace privé à l'espace public et qu'il est présent à tous les niveaux de l'environnement urbain construit. Si le problème des synergies entre toutes ses activités s'est posé¹⁹, il semble clair aujourd'hui que cette dissémination d'objets variés de plus en

¹⁹ « On notera d'entrée que le groupe travaille à la recherche de plus grandes synergies entre toutes ses compétences internes. »

plus connectés les uns aux autres par la couche informationnelle rend pertinent un tel assemblage, capable d'intégrer à ses fonctions d'autres morceaux de la ville.

A la question : « de savoir si l'articulation entre les réseaux physiques, les objets techniques, les objets domotiques, les systèmes de communication et de pilotage, a un sens industriel ou si ce n'était qu'une "vision" destinée à donner un sens à un vaste ensemble composé de firmes très indépendantes », les industriels ont donné une réponse claire avec la multiplication des projets « smart » qui se caractérisent tous par l'optimisation des liens existants et potentiels entre différents maillons du territoire.

- **Ce nouveau rôle pris par certains industriels ne conduit-il pas à l'effacement ou à la minimisation du rôle des opérateurs de réseaux ?**

Les industriels sont en train de recomposer le schéma « multi-utilities » selon de nouvelles modalités et par la porte d'entrée de la couche informationnelle.

Quels en seront les résultats ? Il s'agit d'une histoire en train de se faire, donc il est prématuré de porter des conclusions générales. Mentionnons simplement que

l'optimisation du fonctionnement de la première couche (l'infrastructure physique) par la seconde (l'infrastructure informationnelle) se pose en des termes différents selon que l'on considère les acteurs historiques ou les nouveaux entrants. Et cette situation est paradoxale si on considère les compétences et la longue durée. Elle démontre, une fois de plus, que les logiques des entreprises ne s'entendent pas sans prendre en compte les politiques publiques et le politique.

Les opérateurs de réseaux sont souvent critiqués en raison de leur pouvoir — taille, monopole, etc. Soumis à la pression des marchés, des responsables politiques et des régulateurs, ils se concentrent sur leur cœur de métier. Ils développent des technologies de gestion de leurs réseaux intégrant les TIC mais d'abord dans un but d'optimisation sectorielle car la voie d'une intégration plus large est politiquement sensible. La possibilité pour eux d'intervenir dans la strate informationnelle de coordination de plusieurs infrastructures n'est pas actuellement une idée spontanément partagée, même s'ils en ont les compétences. Cette option tombe sous la critique d'un risque d'asymétrie renforcée. Les informations supplémentaires qu'ils

détiendraient viendraient conforter leur pouvoir.

Les solutions intelligentes se trouvent alors portées par des firmes de *dot-coms* qui entendent intégrer et décloisonner les fonctionnements urbains traditionnels par silos. Ces nouveaux entrants n'ont pas d'expérience en matière de service public et de gestion des villes. Ils bénéficient de la prime de "l'acteur neuf" et les questions de pouvoir et d'asymétrie ne leur sont pas posées même si commence à poindre la reconnaissance d'un pouvoir informationnel et des interrogations sur les usages futurs des données ainsi collectées (ce que démontrent les débats autour du *cloud computing*).

Tel est donc le paradoxe. Des acteurs publics sont prêts à ouvrir une porte d'accès à des données urbaines importantes à de nouveaux entrants — sans historique de comportement. En poussant le raisonnement, on pourrait même dire qu'une fois dotés de ce pouvoir informationnel, ils pourraient autant peser sur l'élaboration des politiques urbaines que les agences d'urbanisme, les sociétés d'économie mixte, les opérateurs de réseaux. S'engager dans une telle voie mérite réflexion. D'un côté, nous avons le cas de l'industrie de la

finance et du conseil et de l'usage qu'elle a fait de son pouvoir informationnel, tout au long des années 1990-2010, pour peser sur les politiques industrielles dans les industries de réseaux. Le moins que l'on puisse dire est que l'expérience n'a pas été tout à fait concluante.

D'un autre côté, il n'est pas possible de ne pas se demander ce que l'on fait des compétences des grands opérateurs de réseaux. Au nom d'une théorie des asymétries de pouvoir, pas totalement démontrée en toute situation, va-t-on dire aux *utilities* européennes : "vous avez un siècle d'expérience de gestion urbaine, vous avez globalement respecté l'esprit du service public et équipé les territoires mais pour demain on fera appel à d'autres car on craint que vous soyez trop puissants"? Peut-être conviendrait-il d'aborder le problème à partir d'une approche institutionnelle.

Quelles sont les institutions — formelles et de second rang — qui doivent être mises au point pour combiner l'accès aux compétences des opérateurs d'infrastructures urbaines, et un partage des informations au bénéfice de la puissance publique et des usagers ? Le cadre actuel a été imaginé pendant l'entre-deux guerres dans un monde d'avant la globalisation, d'avant l'émergence de villes très équipées

en réseaux, d'avant les TIC. Il convient de penser un nouveau schéma institutionnel qui tienne compte des retours d'expériences — le comportement réel des acteurs dans des situations ordinaires aussi bien que de crise — et du monde tel qu'il est.

Intelligence à géométrie variable : quelques conclusions

De nombreuses villes se sont approprié le concept de ville intelligente : outre Lyon, on peut aussi citer, en France, par exemple, Paris, Nice, Rennes, Grenoble ou encore Strasbourg. Si certains projets, comme la création de plates-formes internet mettant à la disposition des citoyens des données publiques, sont dupliqués et existent sur tous les territoires misant sur le développement d'une infrastructure numérique, il n'est pour autant pas possible de conclure à une uniformisation des projets urbains adoptés par les villes ayant une stratégie intelligente. L'offre industrielle propose bien des solutions intelligentes fréquemment indifférenciées et applicables à des structures urbaines archétypales. Selon nous, la fortune du syntagme « ville intelligente » vient tout d'abord du discours des industriels des TIC qui ont proposé de nouveaux modèles de gestion territoriale, ressaisis dans un second temps par les collectivités locales qui ont à leur tour adapté ces discours généraux à leurs spécificités territoriales. Le croisement de ces deux discours, la recomposition consécutive du rôle des acteurs publics et privés de la fabrique urbaine, ont

construit l'idée que la ville intelligente correspond à la ville de demain.

Cette lecture s'oppose à l'hypothèse selon laquelle la ville intelligente est apparue comme la solution naturelle aux problèmes urbains des sociétés du XXI^{ème} siècle. Sur ce plan d'analyse, elle partage la plupart des enjeux de la ville durable (réduction de la consommation d'énergie, optimisation des ressources disponibles, placement du citoyen au cœur des démarches etc.). Les raisons de son émergence tiennent bien plus à une initiative « technopush » qui a su s'imposer comme un modèle d'urbanisation viable et souhaitable, renforcée en cela par les prédispositions des collectivités à la dévolution d'un certain nombre de leurs compétences techniques à des opérateurs tiers sous l'influence du *New Public Management* et à la conviction que ce secteur (numérique, économie de la connaissance...) constitue le moteur par excellence de la compétitivité économique.

2/ De quelle intelligence parle-t-on ?

La partie précédente avait pour vocation de décrire les raisons ayant concouru à l'émergence et à la prolifération du montage des termes *ville* et *intelligence*. Une lecture institutionnelle a permis de mettre en avant les enjeux économiques qui ont assuré le succès de cette notion et laisse envisager une nouvelle structuration des acteurs de la fabrique urbaine. Cependant, cela ne nous dit rien sur l'association étrange unissant la ville à l'intelligence. Passés les discours des industriels qui proposent de répondre à tous les défis du développement urbain, que peut-on dire de l'intelligence ? Une clarification s'impose afin d'éviter l'écueil de la dérive linguistique consistant en l'application de ce signifiant à toutes les entités constitutives de l'espace urbain.

Dire que tout est intelligent, ou doit l'être encore plus (c'est la nuance sémantique apportée par IBM qui ne parle pas de « smart city » mais de « smarter city »²⁰), est une façon de brouiller l'origine de ce terme. Au lieu de considérer comme acquise l'extension de l'intelligence à la ville, nous opérerons le mouvement inverse de

²⁰ On trouvera sur le site d'IBM la description complète de la stratégie de cette firme :

http://www.ibm.com/smarterplanet/us/en/smarter_cities/overview/

délimitation de cette notion à un groupe d'objets. Parler de *smart city* suppose de comprendre préalablement l'application de l'adjectif *smart* au réseau (les *smart grids*), aux voitures (*smart cars*), aux téléphones (*smart phones*) et aux capteurs (*smart sensors*). C'est à la lumière de cet emboîtement que l'on peut constater que l'intelligence renvoie avant tout à une informatisation des systèmes existants. Le point de départ de notre réflexion est donc l'évolution de l'informatique, afin de déterminer de quelle façon l'intégration des TIC aux objets et aux infrastructures traditionnels a été rendue possible. Une fois cela établi, nous serons en mesure de proposer une définition de l'intelligence et d'en analyser les conséquences urbaines.

a) Intelligence artificielle et informatique pervasive

L'intelligence artificielle : équivalence et duplication

Dans son ouvrage *L'humanité augmentée*, Eric Sadin retrace l'évolution des relations unissant l'intelligence aux machines. En prenant pour point de départ la figure symbolique du robot Hal 9000 dans *2001 : L'Odyssée de l'espace*, E. Sadin montre comment l'incorporation de l'intelligence aux machines a longtemps été perçue sur le mode de l'équivalence (ou du dépassement du premier par la seconde) entre l'homme et la machine :

« Hal s'expose comme une créature prototypale romanesque à la fois utopique et annonciatrice, élaborée par Arthur C. Clarke au début des années 1950 en résonance à la science cybernétique émergente, qui aspirait à une forme d'équivalence entre intelligences humaine et robotisée. »²¹

Le principe d'équivalence des intelligences repose sur une production matérielle de la machine qui est la duplication d'entités techniques susceptibles de se comporter comme des consciences humaines. L'enjeu de l'intelligence artificielle est de concevoir « des machines de calcul douées de modalités processuelles calquées sur la vitalité cérébrale humaine. »²²

La reproduction du système cérébral dans des circuits de silicium demeure pourtant un échec, et dans la courte histoire de l'informatique que nous narre E. Sadin, le paradigme anthropomorphisant de l'intelligence artificielle centralisée en une machine va se dissoudre pour laisser place à une informatique miniaturisée, éclatée et *pervasive**. Cet échec de l'intelligence artificielle rejoint celui de la *réalité virtuelle**²³ et érode plus généralement l'idée d'un autre monde, fait de machines, reproduction du monde tel qu'on le connaît mais ayant acquis une existence automatisée et indépendante de celui dans lequel nous évoluons. Le dédoublement machinique de la réalité mondaine et

²¹ E. Sadin, *Op. cit.*, p.20

²² *Op. cit.*, p.21

²³ Il est possible de citer ce que Mark Weiser dit de la réalité virtuelle dans son article « The computer for the 21st century » :“(…) ‘virtual reality’, which attempts to make a world inside the computer”.

humaine représente donc un moment de la conception du rapport unissant l'intelligence aux machines.

Cette perspective ne nous permet pas de déplier le présupposé technique du syntagme « ville intelligente ». En effet, si l'on suivait l'idée que l'intelligence repose sur le principe d'équivalence et de duplication de l'existant, alors la ville ne serait intelligente qu'à la condition d'une gestion robotisée des systèmes urbains tendant à remplacer toute action humaine. Sans se lancer dans une fiction de ce que serait la ville intelligente²⁴ selon la définition susnommée de l'intelligence artificielle, il est tout de même possible d'affirmer que l'espace urbain rendu intelligent le serait uniquement grâce à une catégorie d'objets assimilable à des « machines pensantes ».

Or les projets qui semblent aujourd'hui caractériser la ville intelligente ne reposent pas tant sur la mise en place de machines dotées d'une intelligence artificielle que sur une mise en communication des objets auparavant « muets ». Il s'agit, grâce à des réseaux de capteurs, de rendre la route, les panneaux d'affichage, et plus généralement tous les objets de la ville, « communicants ».

²⁴ On trouvera dans toute la littérature cyberpunk quelques descriptions fictionnelles du chaos urbain entraîné par l'évolution technologique des intelligences artificielles.

L'informatique pervasive: retour de la spatialité

« The most profound technologies are those that disappear.
They weave themselves into the fabric of everyday life
until they are indistinguishable from it. »²⁵

Dans son article “The Computer for the 21st century”, Mark Weiser décrit l'émergence de l'informatique pervasive (aussi appelée ubiquitaire) en s'interrogeant sur la place que doit occuper l'ordinateur (computer) dans l'environnement humain. En utilisant l'adjectif *ubiquitaire*, le but de M. Weiser est de déterminer la force de disparition de l'ordinateur, et plus généralement de l'informatique, dans l'arrière-plan quotidien. La dissémination de l'informatique, son omniprésence dans l'espace vécu sans qu'elle soit pour autant rendue visible sous une forme précise : voici les critères déterminants de l'informatique ubiquitaire qui entend sortir les ordinateurs de leurs « coquilles électroniques »²⁶.

En se débarrassant de l'encombrante « machine pensante », l'informatique pervasive permet de concevoir l'intégration des technologies de l'information et de la communication à l'environnement vécu et quotidien de l'homme. M. Weiser signale le retour théorique de l'espace comme suit : « We have found two issues of crucial importance : location and scale. » L'espace n'est plus une toile de fond que l'on peut dupliquer (ce que

²⁵ Mark Weiser, « The Computer for the 21st Century », *Scientific American Special Issue on Communications, Computers, and Networks*, Septembre 1991.

²⁶ Il s'agit d'une traduction mot à mot de la métaphore employée par Weiser pour décrire la « virtualité incarnée » (embodied virtuality) : « (...) the process of drawing computers out of their electronic shells. »

suppose l'hypothèse de la réalité virtuelle) et remplacer par un cyberspace. Au contraire, il s'agit de l'élément qui détermine le rôle de la machine, avec pour finalité l'idée que la machine doit s'adapter et réagir aux variations de l'environnement dans lequel elle s'insère²⁷. L'interaction fondamentale entre les dispositifs techniques et l'environnement physique, pilier de l'informatique pervasive, confère aux notions de proximité, de localisation, d'identification spatiale, etc., la plus grande importance. C'est ce que constate Nicolas Nova dans son ouvrage *Les médias géolocalisés*²⁸.

Le développement d'une nouvelle catégorie de technologies et de services centrés sur la localisation de personnes ou d'objets en un lieu, l'enrichissement d'un espace par un contenu numérique accessible depuis des

²⁷ « (...) ubiquitous computers must know where they are. (Today's computers, in contrast, have no idea of their location and surroundings.) If a computer merely knows what room it is in, it can adapt its behavior in significant ways without requiring even a hint of artificial intelligence. » Les derniers mots signalent clairement l'opération de renversement dans la conception du rôle de la machine qui n'a plus besoin d'être dotée d'une seule once d'intelligence artificielle pour réaliser ses nouvelles fonctions. L'article de Mark Weiser rend évidente la transition d'une informatique fondée sur l'intelligence artificielle vers une informatique pervasive : « No revolution in artificial intelligence is needed — just the proper imbedding of computers into the everyday world. »

²⁸ « La localisation, et ce que l'on appelle désormais les médias géolocalisés, sont devenus un enjeu majeur, à la fois technologique, économique, et même social. Outils de repérage dans l'espace, géoréférencement des photographies, sites communautaires mobiles, informations localisées en situation de mobilité, pratiques artistiques, les médias géolocalisés proposent tout un éventail de nouvelles applications basées sur le géopositionnement des utilisateurs. L'espace physique s'enrichit d'une « couche numérique » offrant des manières inédites de créer ou de faire circuler des contenus et des formes de sociabilité originales. » Nicolas Nova, *Les médias géolocalisés*, éd.Fyp, 2009, quatrième de couverture.

interfaces disposées en celui-ci, une information en temps réel des évolutions qui affectent l'environnement physique, la « mémoire » engrangée par ces lieux grâce à des dispositifs techniques de rétention de l'information... toutes ces transformations dotent l'espace de fonctionnalités traduisant l'hybridation entre la virtualité et l'existence physique. Les *médias géolocalisés** sont une des branches issues de l'informatique pervasive²⁹ qui illustre parfaitement à la fois la dépendance des systèmes informatiques au contexte spatial dans lequel ils s'inscrivent, et le fait que ces technologies ne concurrencent pas l'homme dans ses fonctions cognitives. Au contraire, les informations délivrées servent d'aide (ou d'*assistance* dirait E. Sadin) cognitive à l'individu.

Le nouveau système des objets. Augmentation et mise en données du monde

L'incarnation de la virtualité dans le vécu quotidien conduit à une mutation des objets qui se voient dotés d'une nouvelle dimension numérique. Si cela ne les rend pas plus « intelligents », cette peau digitale les rend plus intelligibles pour les individus qui s'y reportent. Les objets enrichis numériquement deviennent des interfaces

²⁹ « Les médias et services géolocalisés sont une déclinaison d'un champ de recherche en informatique, l'informatique ubiquitaire (ubiquitous computing) ou informatique omniprésente (pervasive computing) ». N. Nova, Op. cit., p.14.

dotées d'informations qui facilitent leur appréhension intellectuelle. A la prise en main physique de l'objet se surajoute sa prise en charge intellectuelle, facilitée par son *augmentation** informationnelle.

N. Nova décrit ainsi la digitalisation des objets quotidiens :

« Depuis une vingtaine d'années, tout objet ou élément de notre environnement s'est ainsi vu être pris comme artefact possiblement « augmentable » à tout niveau de granularité : ville, maison, clés, table, murs, porte-clés, etc. Les objets de notre quotidien ont été affublés de termes comme « augmentés » ou « intelligents », qui indiquent la propension à leur adjoindre des capacités de traitement de l'information selon le contexte et en anticipant nos actes. »³⁰

L'informatique pervasive démultiplie le nombre d'ordinateurs, les miniaturise, les intègre à d'autres systèmes au point de les faire disparaître. La concurrence entre les « machines pensantes » d'une part et les objets traditionnels de l'autre n'a plus lieu d'être. La digitalisation de l'environnement quotidien ne passe pas par la production d'une gamme entièrement nouvelle d'artefacts technologiques — artefacts qui remplaceraient systématiquement le groupe d'objets obsolètes et impossibles à intégrer aux nouveaux dispositifs informationnels et communicationnels : il s'agit plutôt de doter ce qui existe déjà d'une dimension numérique. Un exemple pourrait être l'utilisation qui est faite

³⁰ N. Nova, Op. cit., p.16.

aujourd'hui des flashcodes³¹. Ce simple code-barre est apposé à des objets comme les livres, les affiches publicitaires, les emballages de produits alimentaires etc. et « augmente » ces objets traditionnels d'un contenu informationnel qu'une interface numérique permet de déchiffrer. On peut donc dire que l'informatique pervasive repose sur une architecture réticulaire qui tente d'intégrer à son fonctionnement l'environnement physique à tous ses niveaux de granularité, afin d'y adjoindre une dimension numérique susceptible de délivrer une information *augmentée*.

À la « préhension » intellectuelle des objets numérisés favorisée par l'augmentation informationnelle, il est nécessaire d'ajouter le fait que cette digitalisation témoigne d'un autre mouvement qui est celui de la « mise en donnée du monde »³². La dimension numérique ne fait pas que produire de l'information pour le consommateur final, elle a aussi la faculté d'enregistrer les variations de l'environnement dans lequel elle s'insère sous forme de données. Ce processus est appelé « mise en données »³³ (datafication) par Viktor Mayer-Schönberger et Kenneth Cuckier. Un des phénomènes de « mise en données » est fort bien décrit par Frédéric Kaplan dans son ouvrage *La métamorphose des objets*

³¹ Un flashcode est un code-barre en deux dimensions proposant un contenu multimédia déchiffrable grâce à une interface numérique (les Smartphones par exemple).

³² Nous reprenons cette expression d'un article intitulé « Mise en données du monde, le déluge numérique » de Viktor Mayer-Schönberger et Kenneth Cuckier paru dans *Le Monde diplomatique* du mois de juillet 2013.

³³ On doit cependant noter le fait que la « mise en données » décrit un mouvement beaucoup plus large qui consiste en la compilation de toutes les informations numérisées.

via la cas particulier de l'objet-interface ainsi défini : « Par objets-interfaces, j'entends ces objets qui (...) nous serviront peut-être demain à accéder à nos données numériques et à les représenter de manière inédite : tables, chaises (...) et autres éléments de mobiliers interactifs (...). La mémoire de l'objet-interface n'est plus contenue dans l'objet lui-même (...) mais sauvegardée et archivée à l'extérieur de lui (...). »³⁴. L'objet-interface produit des données, des historiques de comportement de son utilisateur qui ont la spécificité de ne plus être limités physiquement à l'objet qui les a captés. La force de l'interface est de reverser toutes ces traces invisibles et insensibles, enregistrées à chaque fois que l'objet-interface est utilisé, vers d'autres supports matériels en le faisant transiter sur le réseau informatique/internautique. Ce qui signifie à la fois que les gestes, les actions, autrefois fondus dans une vaste indistinction, sont traduits en données segmentées, unitaires et isolables ; mais aussi que le contenu mnésique que nous imprimons quotidiennement à notre environnement est retenu, pour ainsi dire archivé, et risque fort de ne plus être une information privée dans la mesure où les objets-interfaces « bavardent » avec l'espace ni privé ni public qu'est l'internet.

À partir de cette description des différents aspects de l'informatique pervasive (incarnation de la virtualité dans l'environnement physique, reconfiguration subséquente du rôle des objets nouvellement dotés d'une dimension

³⁴ Frédéric Kaplan, *La métamorphose des objets*, éd.Fyp, 2012, p.39.

numérique qui « augmente » leur capacité informationnelle, mise en données du monde), nous sommes en mesure d'établir les principaux critères permettant de donner une définition du concept d'intelligence tel qu'il est mis en œuvre dans le syntagme « ville intelligente ».

Le premier terme à mobiliser est celui d'*augmentation*, dans son ambivalence, qui désigne à la fois l'innervation informationnelle du quotidien et la croissance exponentielle du nombre de données produites quotidiennement. Le second est celui de *mémoire*, compris comme phénomène collectif nourri par des dispositifs techniques aux capacités rétentionnelles.

b) L'intelligence de la smart city

Qu'il nous soit permis, en préambule à cette partie, de rappeler que notre hypothèse de départ fait de la ville intelligente non pas un substantif auquel on ajoute un énième adjectif, mais bien une généralisation de la logique « smart » qui part de petits objets techniques (le téléphone, la voiture) pour s'étendre à des réseaux (les smart grids) et à des ensembles techniques toujours plus complexes. Notre approche théorique de la ville passe par une conception de celle-ci en tant que montage de dispositifs techniques organisés en réseaux. L'intelligence est donc avant tout soumise à une problématique qui prend sa source dans le

développement d'une nouvelle matérialité. Avant d'aborder les spécificités urbaines impliquées par ces modifications de la structure des villes, nous donnerons une définition et une critique générales du concept d'intelligence.

L'augmentation, une assistance cognitive

La multiplication des systèmes informatiques miniaturisés que l'individu porte avec lui (le Smartphone, les tablettes numériques ou encore le GPS), ainsi que de ceux implantés dans l'environnement (les flashcodes, mais aussi les panneaux d'informations) permet un maximum d'interactions informationnelles pour un nombre toujours plus grand d'actions dans l'espace urbain. Les applications des Smartphones permettent tantôt une géolocalisation optimale, tantôt l'obtention d'informations en temps réel sur le fonctionnement des services urbains³⁵ et d'autres fonctions qu'Eric Sadin³⁶ résume en cinq points :

³⁵ On peut citer à titre d'exemple l'application RATP disponible à l'adresse suivante : http://www.ratp.fr/fr/ratp/c_21384/application-ratp/ Cette application a pour vocation d'*optimiser*, maître mot des services numériques, les déplacements des Franciliens. Ce service combine des informations en temps réel sur l'état du réseau, une géolocalisation de l'utilisateur, un système de mesure des trajets paramétrable en fonction des options choisies (réseaux ferrés uniquement, le moins de marche à pied etc.)

³⁶ *Op. cit.*, p.63

- 1) « Une connexion spatiotemporelle quasi continue »
- 2) « L'avènement d'un corps-interface »
- 3) « Un instrument d'assistantat défaisant tendanciellement la navigation Internet, au profit d'applications personnalisables destinées à sécuriser ou à "enrichir" le quotidien »
- 4) « L'instance privilégiée de géolocalisation »
- 5) « La généralisation de la réalité augmentée »

Les deux premiers points signalent l'usage permanent de ce dispositif technique qui est perpétuellement embarqué par l'individu naviguant en ville. Cette interface numérique est le déchiffreur privilégié de la peau digitale qui revêt l'espace urbain. L'individu voit l'ensemble de ses choix « optimisés » (voire téléguidés) par tous les services numériques qui calculent les meilleures options relatives à la demande formulée.

D'une certaine façon, cela signifie que la faculté décisionnelle revient à l'individu. C'est ce que nous notions dans le rapport *Études et documents n°73 « La ville intelligente : état des lieux et perspectives en France »* au sujet des systèmes de transport : « "Qui est intelligent ?" » :

La voiture, longtemps considérée en tant que mode de transport dominant, a été perçue comme le moyen le plus à même de réaliser l'objectif de mobilité intelligente. La

voiture sans conducteur, la voiture capable d'émettre des signaux en situation d'urgence et autres progrès technologiques ont constitué l'horizon de la mobilité et donc son intelligence. (...)

Or, l'explosion du marché de la téléphonie mobile a diffracté l'intelligence dans différents objets, et aujourd'hui, le piéton équipé d'un Smartphone est bien plus apte à choisir le mode de déplacement adapté à son trajet. Plutôt qu'au véhicule qui guiderait son « conducteur », il semblerait que l'intelligence revienne *in fine* à l'individu, paradoxalement piéton, capable de choisir entre différents modes de transport. »³⁷

Sous cet aspect, il paraît clair que l'intelligence n'est pas intégrée entièrement dans un objet capable de se substituer à l'agir humain. Cela signifie-t-il pour autant que l'intelligence revient uniquement à l'individu ? Une telle conclusion est hâtive et fait fi du rôle que jouent les interfaces numériques dans nos interactions avec notre environnement. La question « Qui est intelligent ? » perd un peu de sa pertinence dans la perspective que nous dressons ici, car trancher pour la machine ou pour l'homme n'aurait pour effet que de faire s'effacer l'hybridation anthropo-technique qu'E. Sadin désigne sous le nom de « subjectivité amplifiée »³⁸. Les machines

³⁷ Jean Daniélou, *Études et documents n°73*, « La ville intelligente : état des lieux et perspectives en France », 2012, p.5.

³⁸ E. Sadin, Op. cit., p.66. À travers cette expression, E. Sadin désigne un individu « continuellement secondé par des protocoles déductifs, à l'intérieur d'un milieu global qui magnifie les vertus de l'offre hautement ajustée et hyperindividualisée. » Il s'agit d'une des principales thèses de l'ouvrage de Sadin : la vie se robotise sous l'impulsion des « systèmes interprétatifs entreprenants » dont le « rationalisme automatisé » optimise et

sont sollicitées en permanence, et si l'individu réalise bien un choix au terme de sa réflexion, c'est en fonction d'une présélection calculée par la machine.

La face cognitive de l'augmentation est donc la force de calcul et de traitement de l'information dont sont dotés les dispositifs embarqués qui prennent en charge les demandes et les sollicitations constantes que les individus leur adressent. Le fait que de plus en plus d'objets possèdent une « identité » numérique permet aux logiciels de calcul et de mesure de prendre en compte un nombre croissant de paramètres et de contraintes dans leurs opérations. Le volume d'informations, la rapidité de traitement, l'immédiateté du résultat et d'accès aux données sont autant de propriétés qui caractérisent les opérations de calcul réalisées par les dispositifs techniques dont nous usons quotidiennement. La rationalité humaine est secondée par une rationalité algorithmique qui dépasse de loin les facultés que chaque individu est susceptible de mobiliser dans ses activités ordinaires.

L'intelligence peut être définie en partie par cette rationalité algorithmique qui détermine, sous la forme du choix entre plusieurs options, nos interactions avec l'environnement physique numérisé. Consécutivement, cela marque la médiatisation croissante de notre expérience sensible qui, en transitant par une réalité augmentée, se rapporte aux choses principalement sous leur aspect quantifiable et informationnel. Autrement dit,

régule, dans l'ensemble des options qui se présentent à un individu, le meilleur choix à faire.

pour que l'intelligence computationnelle, reposant sur l'immixtion des opérations techniques dans les actions humaines, se déploie, il est nécessaire que l'environnement dans lequel elle s'inscrit soit composé d'éléments quantifiables, dénombrables et surtout potentiellement traductibles en données informatiques. L'intelligence dont nous traitons n'a cours que dans le système des données informatisées et informatisables. Tout ce qui n'est pas traductible en données, que l'on ne peut donc pas paramétrer dans les opérations de calculs et d'appréhension augmentée de la réalité, échappe au champ de l'intelligence telle que nous la définissons.

*Mémoire collective numérique, traitement de
l'information par la corrélation et intelligence collective*

Le stockage massif d'informations, lié à la numérisation des contenus, à l'enregistrement des décisions quotidiennes (les historiques de comportement construits par l'usage des interfaces numériques), à la captation des évolutions des grandeurs physiques, etc., constitue une banque de données alimentant une mémoire virtuelle outrepassant par son gigantisme toutes les anciennes formes de rétention mnésique. L'ensemble des données collectées représente un champ d'investigation aussi bien pour l'individu qui cherche ce qu'il a fait dans son passé que pour celui qui veut se renseigner sur un événement, sur une autre personne, et plus généralement chercher un élément stocké dans la mémoire virtuelle. Cette opération

de recherche dans la mémoire collective-numérisée est appelée, entre autres, *reality mining**. On peut prendre pour exemple l'impression numérique quotidienne que nous disséminons en nous rapportant médiatement à notre environnement via une interface numérique qui laisse des quantités importantes de traces dont il est possible de tirer un savoir réflexif sur la manière dont nous agissons. Frédéric Kaplan appelle cette source de données le « minerai biographique »³⁹ dont les méthodes d'extraction doivent être encore pensées⁴⁰. La mémorisation est, dans ce cas, involontaire et

³⁹ Frédéric Kaplan, Op. cit., p.51

⁴⁰ Frédéric Kaplan propose un usage privé qui permettrait à l'individu de mieux se connaître grâce à une visualisation de comportements dont il ne serait pas conscient autrement. La multiplication des données informatisées quotidiennement permet d'accéder à une complexité susceptible d'être synthétisée et partagée avec autrui. L'analyse comparée des synthèses individuelles permettrait de déduire des régularités statistiques et de réécrire des codes communs (à la manière d'un nouveau langage). Dans le même temps, Frédéric Kaplan montre qu'à cette première hypothèse du renouveau du « connais-toi toi-même », on doit bien relever la possibilité que ces données soient utilisées à des fins commerciales (comme c'est déjà le cas avec Facebook). Le déchiffrement des comportements individuels, outre l'optimisation du ciblage marketing, s'intègre parfaitement au nouveau paradigme de l'économie dite comportementale (*behavioral economics*). L'économie comportementale se sépare de la théorie de l'*homo oeconomicus* pour intégrer les enseignements de la psychologie comportementale à ses hypothèses. L'objectif est d'imposer à l'individu la rationalité économique dans les choix qu'il opère. Cette incitation est appelée *nudge* : « Nudge, c'est le « coup de pouce », ou l'amicale pression du coude qui exploite les biais cognitifs des individus pour les inciter en douceur à faire des choix conformes à la fois à leurs intérêts particuliers et à l'intérêt général (...) » comme le signale Laura Raim dans son article « Pire que l'autre, la nouvelle science économique » paru dans *Le Monde diplomatique* de juillet 2013. Les historiques de comportement permettent aux acteurs économiques et, dans une certaine mesure, politiques, de reconstruire, à partir de cette mémoire numérique, un portrait comportemental connu et sur lequel il y a donc plus de prises (incitation, coercition...).

externalisée via des prothèses mnésiques qui diffusent ces traces comme autant de données indifférenciées.

Le *mining*, méthode archéologique d'exploration de cette mémoire collective numérique, devient un nouveau mode de construction des rapports sociaux⁴¹ et d'investigation des événements passés.

Il est intéressant de faire un détour par les thèses formulées par Halbwachs dans son ouvrage posthume *La mémoire collective* afin d'établir les spécificités d'une mémoire collective *virtuelle*.

Selon Halbwachs, la fonction de la mémoire, phénomène à la fois collectif et individuel, est de réguler le mouvement bouillonnant de la vie sociale⁴² afin de maintenir la pérennité des institutions sous la forme d'un récit collectif. La perpétuation de cette mémoire collective passe par une incarnation matérielle qui immobilise en un lieu et fige dans la durée l'image du lien social institutionnalisé⁴³. La mémoire collective,

⁴¹ Et du même coup l'identité personnelle si l'on se situe dans la perspective dressée par Maurice Halbwachs dans son ouvrage *La mémoire collective*. Ouvrage dans lequel Halbwachs propose de concevoir la mémoire comme un processus social que l'on ne saurait limiter à un phénomène cognitif individuel.

⁴² Dans son article « Matière et manière chez Maurice Halbwachs : éléments sociologiques sur la question de l'inconscient collectif », Sophie Poirot-Delpech écrit : « Car la société, et le monde, sont en perpétuel mouvement et le rôle de la mémoire collective est précisément de rendre ce mouvement vivable. »

⁴³ Dans le chapitre « Les pierres de la cité », Halbwachs considère la ville comme une des incarnations de la mémoire collective et décrit ainsi le phénomène rattachant les individus à leur environnement urbain : « Il en résulte qu'un groupe urbain n'a pas l'impression de changer tant que l'aspect des rues et des bâtiments demeure identique, et qu'il est peu de formations

dans la conception d'Halbwachs, est donc un produit matérialisé qui contre l'agitation perpétuelle de la société.

La mise en données du monde, due en partie aux dispositifs captant les gestes quotidiens, semble s'élaborer de façon invisible, continue, à chaque mouvement du corps individuel et social; et contreviendrait du même coup à la fonction de la mémoire collective telle que définie par Halbwachs. Là où ce dernier désigne des artefacts faisant signe vers le lien social afin d'en assurer la perpétuation, nous saisissons dans l'expression « mémoire collective numérique » un composé de données déstructurées produit par une matérialité dont les facultés de rétention mnésique sont offusquées par un usage des dispositifs techniques qui semble présenter d'autres finalités (s'orienter, communiquer...).

On peut reprendre à notre compte l'idée d'une socialisation de la mémoire, qui se double d'une critique du temps purement subjectif, mais sa production et son incarnation matérielle ressortissent à une logique

sociales à la fois plus stables et mieux assurées de durer. (...) Il faut plutôt considérer que les habitants se trouvent porter une attention très inégale à ce que nous appelons l'aspect matériel de la cité, mais que le plus grand nombre sans doute seraient bien plus sensibles à la disparition de telle rue, de tel bâtiment, de telle maison, qu'aux événements nationaux, religieux, politiques, les plus graves. (...) Les habitudes locales résistent aux forces qui tendent à les transformer, et cette résistance permet le mieux d'apercevoir à quel point, en de tels groupes, la mémoire collective prend son point d'appui sur des images spatiales. » La ville est donc le lieu d'investissement de représentations collectives qui fondent des pratiques et la cohésion du corps social urbain.

différente dans la perspective halbwachsienne, car la matérialité sert en ce cas de réceptacle investi par un fait social érigé en signe réifié⁴⁴. Autrement dit, la mémoire collective se signale spatialement en un ensemble d'éléments physiques qui sont autant d'intercesseurs entre le passé et le présent, entre l'individu et son groupe social.

La mémoire dont nous traitons correspond bien plus à une compilation de traces laissées involontairement et retenues par des serveurs stockant des données en tous genres, sans pour autant que tous ces éléments concourent à la formation d'une représentation symbolique incarnée dans l'environnement physique. Il s'agit plutôt d'un champ invisible (car virtuel), dont les contenus croissent à l'insu des personnes qui les produisent. D'une certaine façon l'espace physique devient un *continuum* mémorisant et enregistrant nos actions et nos déplacements, ce qui nous amène à concevoir la mémoire collective numérique comme un phénomène qui s'actualise par et se nourrit de chaque action individuelle réalisée via une interface numérique (ou plus généralement un processus d'identification mécanisé).

⁴⁴ C'est par exemple la mémoire collective chrétienne considérée comme un fait social dont Halbwachs analyse la constitution dans son ouvrage *La topographie légendaire des Évangiles en Terre sainte. Étude de mémoire collective*. Il s'agit bien d'une mémoire collective institutionnelle qui investit l'espace physique (de façon ponctuelle, dans les lieux de mémoire) pour signifier l'espace symbolique. Comme le note Sylvie Mazzella dans son article « La ville-mémoire », *Enquête* [En ligne], 4 | 1996, mis en ligne le 12 juillet 2013 : « Le groupe social n'affirme plus sa conscience de soi en s'appuyant sur l'espace matériel, il affirme son autorité par son emprise sur un espace total qu'il marque en des lieux choisis. »

La mémoire collective *numérique* diffère de la mémoire collective, au sens que lui donne Halbwachs, par son caractère invisible et a-symbolique, mais aussi du fait de son rapport à l'espace : là où les lieux de mémoire font l'objet d'un investissement matériel des faits sociaux et des institutions, l'environnement physique doté d'une peau digitale se contente de capter insensiblement ce qui s'y trame quotidiennement.

Une fois établies les spécificités de la mémoire collective numérique, on peut cerner certains usages qui en sont faits et qui participent, selon nous, à l'élaboration du concept d'intelligence tel qu'il est mobilisé dans le syntagme « ville intelligente ».

Les bases de données qui constituent la mémoire collective numérique « se prêtent à toutes sortes d'usages étonnants, rendus possibles par une mémoire informatique de moins en moins coûteuse, des processeurs toujours plus puissants, des algorithmes toujours plus sophistiqués, ainsi que par le maniement de principes de base du calcul statistique. »⁴⁵ Viktor Mayer-Schönberger et Kenneth Cukier mettent en avant le fait que les opérations demandées aux ordinateurs sont le calcul probabiliste à partir de données exhaustives et non

⁴⁵ Viktor Mayer-Schönberger et Kenneth Cukier, *Big Data : A Revolution That Will Transform How We Live, Work, and Think*, dont est tiré l'article « Mise en données du monde, le déluge numérique » paru dans *Le Monde diplomatique*, juillet 2013.

échantillonnées, plutôt que la reproduction d'actions complexes. Le traitement du *Big Data** par des analyses algorithmiques capables de déduire des corrélations sont une des principales mobilisations qui est faite aujourd'hui de la mémoire collective numérique. V. Mayer-Schönberger et K. Cukier montrent que le traitement amplifié du nombre de données induit une nouvelle façon de connaître qui repose quasi-exclusivement sur la corrélation, l'analyse causale ayant été évincée⁴⁶. Le croisement des données permet de déduire des régularités statistiques qui favorisent l'élaboration de modèles prédictifs qui servent aussi bien à prévenir les incendies qu'à déterminer sur des bases probabilistes la traduction du mot « light » par « lumière » ou par « léger »⁴⁷. Ce trait caractéristique nous semble être un des critères définitionnels de l'intelligence, qui fonctionne matériellement, dans ce cas, sur l'association de phénomènes disparates. L'objectif n'est pas de comprendre ou de connaître un événement, un fait⁴⁸ ... Il

⁴⁶ « Au lieu de chercher à comprendre précisément pourquoi une machine ne fonctionne plus, les chercheurs peuvent collecter et analyser des quantités massives d'informations relatives à cet événement et à tout ce qui lui est associé afin de repérer des régularités et d'établir dans quelles circonstances la machine risque de retomber en panne. » Article cité ci-dessus.

⁴⁷ Ces deux exemples sont ceux employés par Viktor Mayer-Schönberger et Kenneth Cukier. Le deuxième exemple est mobilisé ainsi : « Mais Google Translate intègre lui des milliards de pages de traductions pour prendre ses décisions quant à savoir si le mot anglais *light* doit être traduit par lumière ou léger. Il est impossible pour un humain de trouver les raisons précises de choix du mot dans le programme, car ce choix est basé sur des quantités massives de données et de vastes calculs statistiques. » Citation mobilisée par Hubert Guillaud dans son article du 24 mai 2013 « Big Data : une nouvelle étape de l'informatisation du monde. » paru sur le site du journal Le Monde.

⁴⁸ Serge Halimi résume cette tension entre le savoir et le connaître dans les recompositions statistiques en une formule critique : « Tout savoir sans rien

s'agit d'optimiser le fonctionnement des systèmes existants en établissant des rapports de corrélation qui ne seraient pas visibles autrement que par le traitement algorithmique massif de la mémoire collective virtuelle.

Une autre piste permettant de penser le rapport entre la mémoire collective numérique et l'intelligence est indiquée par Pierre Lévy dans son ouvrage *L'intelligence collective. Pour une anthropologie du cyberspace*⁴⁹. Le *cyberspace** concentre des flux de connaissances informatisées qui transforment celui-ci en un « hypercortex », un cerveau collectif capable de faire coexister une diversité de savoirs jamais synthétisables ou assimilables en un seul individu. Outre sa force d'association et de rétentions des savoirs (fonction qu'il est possible d'assimiler au terme générique de mémoire collective virtuelle), le cyberspace recompose les formes de relations sociales médiatiques en cela qu'il autorise un rapport de tous à tous (là où un médium comme la télévision est structuré par la relation un-tous et un autre médium comme le téléphone par la relation un-un). Cette modalité spécifique place l'individu dans une position de contributeur potentiel à cette intelligence collective. Autrement dit, le savoir est décentralisé (il n'appartient plus à une institution spécifique), il est co-produit, et ne peut être détenu en sa totalité par un seul individu.

connaître », titre de son article paru dans *Le Monde diplomatique* de juillet 2013.

⁴⁹ Pierre Lévy, *L'intelligence collective. Pour une anthropologie du cyberspace*, éd. La Découverte, 1995

Que tire-t-on d'une telle intelligence ?

Peter Sloterdijk propose la réponse suivante : « (...) Pierre Lévy note que, dans l'espace du savoir, le souffle actif des participants s'unit, non pas cependant pour obtenir une fusion hypothétique des individus mais pour faire monter ensemble des milliers de bulles de savoir brillantes qui sont autant d'univers provisoires, autant de mondes à la signification partagée. »⁵⁰

Matrice de mondes possibles, l'intelligence collective est un concept qui nous permet de concevoir la mémoire collective numérique autrement qu'en tant que système d'enregistrement de nos gestes quotidiens. Le cyberspace n'est pas uniquement le lieu de copie minutieuse d'un réel réduit en données, il s'agit également d'un lieu investi par l'échange de savoirs.

Définir l'intelligence

L'informatique pervasive et la multiplication des interfaces numériques sont les fondements matériels d'une intelligence qui se caractérise principalement par la puissance de calcul algorithmique d'un nombre croissant de données. Ces deux moments technologiques (le calcul et la récolte de données) répondent à deux formes d'action distinctes.

⁵⁰ Peter Sloterdijk, *Écumes*, éd. Hachette, 2006, p.56.

La première est la quantification et la mesure du réel afin de pouvoir le déchiffrer sous forme de données. Les systèmes de mesure des grandeurs physiques (via les réseaux de *capteurs intelligents**), la quantification des usages par les interfaces numériques, la transposition numérique des contenus analogiques, des anciens supports de savoir, etc., et la rétention exhaustive de l'ensemble de ces informations grâce à une mémoire collective numérique toujours plus puissante construisent une image de la réalité. Cette image présente la spécificité d'être fragmentable en une multitude de données et mobilisable à tout instant par des dispositifs techniques informatisés⁵¹. Il s'agit donc d'un formatage et d'un découpage du réel qui permet de le saisir, de l'identifier et de le figer en entités stables. La peau digitale jetée sur la ville a pour fonction, entre autres, de réduire le réel urbain à des ensembles quantifiables et informatisables.

On arrive donc à la seconde action, qui est le traitement de cette image du réel. Le réel ainsi traduit est pris en charge par une nouvelle rationalité qui est celle du calcul algorithmique. Toutes ces données ne sont plus le fruit de l'expérience d'un sujet singulier, ce sont des faits qu'un système de mesure et de codage informatique ont rendu « objectifs ». Cette dé-subjectivisation associée à

⁵¹ Dans son *Manifeste cyborg*, Donna Haraway propose une approche critique du codage du monde : « (...) la traduction du monde en un problème de codage, la quête d'un langage commun dans lequel toute résistance au contrôle des instruments disparaît et où toute hétérogénéité peut être soumise au désassemblage, au réassemblage, à l'investissement et à l'échange. (...) L'information n'est que cette sorte d'élément (la base de l'unité) qui permet le transfert universel et donc un pouvoir instrumental efficace (appelé la communication efficace). »

l'augmentation exponentielle du nombre de données reporte hors de l'individu les méthodes de calcul et d'association de ces données disparates. C'est ce que nous avons nommé, à la suite d'E. Sadin, l'assistance cognitive. On retrouve aussi dans le *reality mining* et le traitement du *Big Data* l'activation du calcul algorithmique dont les résultats seraient principalement des corrélations entre données disparates.

Nous aboutissons donc à une définition de l'intelligence qui se caractérise globalement par le traitement algorithmique de banques de données. L'individu peut, grâce à ces dispositifs informatiques, accompagner chacun de ses gestes d'un calcul préalable afin d'optimiser les choix qu'il effectue. De même, outre les traces involontaires qu'il laisse quotidiennement sur les réseaux, l'individu peut contribuer en pleine conscience à la construction de l'intelligence collective dont parle Pierre Lévy en diffusant du contenu dans le cyberspace vers la mémoire collective numérique.

L'intelligence humaine s'élabore à partir de données mesurées, agrégées et corrélées par des dispositifs de calcul qui accompagnent quotidiennement notre existence⁵².

⁵² L'intelligence humaine et l'intelligence artificielle se mélangent et s'hybrident, ouvrant la voie à une nouvelle philosophie du sujet qui brise le mythe de l'individualité au profit d'une définition refusant les divisions catégorielles entre sujet et objet, mais aussi entre vivant et artificiel. La distribution de la cognition entre l'intelligence artificielle et l'intelligence cérébrale donne du crédit aux thèses développées par Donna Haraway dans son *Manifeste cyborg*. C'est ce que ne manque pas de noter Matthew Gandy dans son article « Cyborg Urbanization : Complexity and Monstrosity in the Contemporary City » paru dans *l'International Journal of Urban and Regional Research* en mars 2005 : "In the final instance, however, the notion of 'distributed cognition' advanced by Bateson and other advocates of

c) Comment l'intelligence se matérialise-t-elle dans la ville intelligente ?

La question de l'intelligence a une origine matérielle que nous avons enracinée dans le développement de l'informatique pervasive. En posant la question de sa matérialisation dans la ville, nous cherchons désormais à l'identifier, à la localiser et à déterminer ce que son urbanisation suppose et induit.

Le pari de rentrer dans la ville par sa matérialité est d'abord un moyen de s'émanciper des discours qui, en ne cherchant pas à incarner l'intelligence, finissent par y intégrer tout et son contraire. Outre cette exigence lexicale, approcher l'espace urbain par sa dimension physique est une façon de prendre en compte l'histoire institutionnelle des techniques développée par Thomas Hughes dans son ouvrage *Networks of Power*⁵³, réflexion poursuivie en France par la revue *Flux*⁵⁴. Plus

artificial intelligence, blurs the boundary between sentience and non-sentience, and between bodies and machines (...) The increasing significance of non-human decision-making marks a radical technological intrusion into those spheres of human cognition that both Frankfurt School and Heideggerian philosophical traditions have sought to protect." L'hypothèse vers laquelle nous tendons est donc celle d'une cyber-intelligence qui se sépare des catégories subjectives établies par la phénoménologie.

⁵³ Thomas Hughes, *Networks of Power : Electrification in Western Society*, éd. Johns Hopkins University Press, 1983

⁵⁴ La ligne éditoriale est ainsi décrite sur le site en ligne du portail de revues scientifiques en sciences humaines et sociales *Persée* : « *Flux* est une revue

spécifiquement, nous reprenons à notre compte le postulat théorique formulé par Dominique Lorrain à l'entrée de son ouvrage *Métropoles XXL en pays émergents* :

« Cette entrée par les problèmes et par la ville matérielle nous permet aussi d'affirmer le caractère hyperconstruit de l'environnement dans lesquels les acteurs évoluent : c'est une manière de rappeler la matérialité des phénomènes trop souvent oubliée. Il existe une ville matérielle produit de long terme et largement irréversible. »⁵⁵

Si l'on suppose qu'il est possible de parler de ville intelligente, alors, dans cette perspective, nous devons pouvoir être en mesure d'identifier ses lieux de construction et d'incarnation. À ce premier procès d'identification, il est nécessaire de signifier le fait que la matérialité ne saurait se résumer à quelques morceaux bruts de matière et qu'il faut la concevoir comme un entrelacs hétéroclite allant des pratiques sociales aux objets techniques en passant par les éléments naturels⁵⁶.

pluridisciplinaire d'aménagement publiant des travaux sur les réseaux techniques (transports, eau et assainissement, énergie, télécommunications, etc.) et leurs relations avec les territoires qu'ils desservent. »

⁵⁵ *Métropoles XXL en pays émergents*, sous la direction de Dominique Lorrain, éd. Presses de la fondation nationale des sciences politiques, 2011, p. 16.

⁵⁶ Ce point a été particulièrement développé à la suite des travaux de Bruno Latour et de Donna Haraway qui réunissent dans la matérialité l'humain et le non-humain. À la suite de ces travaux, on trouve dans le domaine géographique des auteurs comme Alan Latham, Derek McCormack, Kim McNamara et Donald McNeil qui proposent de concevoir ainsi la matérialité géographique : « Materiality in these terms is less a fixed entity than a set of

hybrid and relational processes that do not obey the neat ontological divide between subject and object, nature and culture. », *Key Concepts in Urban Geography*, éd. Sage, 2009, p.67. Il s'agit donc d'un processus dynamique entre les pratiques sociales et l'espace physique qui produit ladite matérialité. Cette conception constructiviste de l'espace fait de la matérialité urbaine le produit d'une hybridation rompant avec l'antique division entre le construit socio-technique que serait la ville et la nature sauvage menacée par l'artificialisation des sols. Ces deux régimes de matérialité, le naturel et l'artificiel, définissent parallèlement une séparation entre l'espace urbain et l'espace naturel ; lecture spatiale qui conduit à penser la ville comme la négation de la matérialité naturelle. Des formes plus subtiles ont été donnée à l'opposition entre les « villes tentaculaires » et les « campagnes hallucinées » (c'est par exemple le cas de Sartre dans son *Baudelaire* qui use du concept de « réalité justifiée » pour opposer la ville à la nature : « Si l'homme prend peur au sein de la nature, c'est qu'il se sent pris dans une immense existence amorphe et gratuite qui le transit tout entier de sa gratuité : il n'a plus sa place nulle part, il est posé sur la terre, sans but, sans raison d'être comme une bruyère ou une touffe de genêt. Au milieu des villes, au contraire, entouré d'objets précis dont l'existence est déterminée par leur rôle et qui sont tous auréolés d'une valeur ou d'un prix, il se rassure : ils lui renvoient le reflet de ce qu'il souhaite être: une réalité justifiée. »). N'en demeure pas moins le fait que cette division ne permet pas de prendre en compte la présence des éléments dits naturels dans la ville. C'est une des démonstrations menées par Matthew Gandy dans son ouvrage *Concrete and Clay. Reworking Nature in New York City*, éd. MIT Press, 2003, dans lequel l'auteur montre comment, entre autres, la pureté de l'eau à New York a fait l'objet d'une construction socio-technique (chapitre 1 « Water, Space and Power »). Les éléments « naturels » sont aussi le fruit d'un investissement technologique caractérisant l'hybridation permanente de phénomènes sociaux, techniques et naturels. C'est une des thèses de l'urbanisme cyborg (*cyborg urbanization*) que de dire que la ville est un composé hétéroclite de vivant et de dispositifs techniques brouillant, par exemple, la frontière entre le corps et la ville. Sur ce point, on se référera utilement aux travaux de Matthew Gandy, et tout particulièrement à son article « Cyborg Urbanization : Complexity and Monstrosity in the Contemporary City » (article cité précédemment). Cette perspective se veut globale et ne se limite pas à l'essor des TIC. Ainsi peut-on, à l'aide de cette théorie cyborg, reconceptualiser l'ensemble des faits matériels. Par exemple, la maison peut être décrite de la sorte : « The modern home, for example, becomes a complex exoskeleton for the human body with its provision of water, warmth, light and other essential needs. » (M. Gandy, *art. cit.*)

Physique de l'immatériel

La ville intelligente est entourée de concepts qui font signe vers sa dématérialisation.

On ne peut situer le *Big Data* nulle part, le cyberspace est ubiquitaire, il est donc possible d'y accéder depuis n'importe quel endroit, l'échange d'informations et de données est essentiellement virtuel, etc., autant de phénomènes qui témoigneraient d'un effacement progressif de l'espace physique. Plus encore, la représentation hâtive que l'on peut se faire d'un réseau mondialisé où les solidarités se constituent sans aucune contrainte spatiale⁵⁷ conforte l'idée d'une déterritorialisation induite par les TIC. La ville ne serait plus un lieu aux frontières définies, mais un nœud au milieu d'un réseau depuis lequel il serait possible de rayonner vers d'autres nœuds. Cette représentation de l'espace urbain reprend l'hypothèse de la réalité virtuelle⁵⁸ et celle du dualisme entre deux espaces concurrents. Au localisme de la ville, il faudrait opposer la globalité du cyberspace. L'intelligence, comprise comme l'intégration des TIC à la structure urbaine, conduirait la ville vers le cyberspace en faisant s'effacer son arrière-plan physique.

Une telle hypothèse n'a pu s'élaborer qu'en raison de l'absence d'impacts physiques visibles des TIC sur la

⁵⁷ Une des expressions les plus célèbres de cette idée est fournie par Marshall McLuhan dans son ouvrage *The Medium is the Massage* qui propose de concevoir l'ensemble de ces relations sociales dématérialisées comme un village planétaire (*Global Village*).

⁵⁸ Cf. *supra*, la partie « Intelligence artificielle : équivalence et duplication ».

structure urbaine. Comme nous le notions plus haut, l'informatique pervasive repose sur une miniaturisation de ses dispositifs et a pour objectif de se fondre dans l'environnement quotidien au point de devenir invisible et insensible. L'intelligence souffrirait de ce fait d'un manque de matérialité⁵⁹, produit d'une miniaturisation des technologies qui est prise pour une dématérialisation susceptible de substituer à l'environnement physique le cyberspace mondialisé. Nous récusons cette lecture au nom de la simplification qu'elle opère en divisant aussi nettement la matérialité de la virtualité. Le développement de la réalité augmentée⁶⁰ témoigne de l'hybridation de ces deux notions. Plutôt que d'évoquer

⁵⁹ C'est le mouvement spécifique du « Grand Système » que Georges Balandier décèle dans l'histoire des techniques : « L'histoire des cultures techniques a été celle des moyens successivement utilisés pour commander à la matière ; elle s'accomplit maintenant par l'entrée dans un nouvel âge où celle-ci paraît ne plus pouvoir opposer sa pesanteur et sa résistance. » (Georges Balandier, *Le Grand Système*, éd. Fayard, 2001, p.94) La partie dont est tiré cet extrait, « La matérialité n'est plus ce qu'elle était », montre comment la miniaturisation des systèmes techniques s'est imposée en tant qu'objectif de production : « Il ne s'agit plus de faire le meilleur usage de la matière (...) mais d'accéder à l'infiniment petit qui la compose (...) » (*Ibid.*). Il est intéressant de noter que le pas allant de la miniaturisation à la dématérialisation est franchi à l'occasion d'une phrase : « Le mouvement des savoirs et des savoir-faire conduit donc à intégrer de plus en plus d'intelligence, selon la formule convenue, à de moins en moins de matière ; il contribue à la conquête du réel matérialisé par l'immatériel. » (*Ibid.*, p.96). L'augmentation du contenu informationnel à mesure que s'amoindrit la base matérielle qui le supporte est appelée dématérialisation, alors qu'il s'agit, selon nous, d'un phénomène de concentration qui a) ne peut se passer d'une absence complète de matérialité. b) entraîne consécutivement une recomposition de l'espace physique (ne disparaissant pas au profit du seul cyberspace). Encore une fois, c'est l'hybridation, l'incarnation de la virtualité dans l'espace physique qui nous permet d'appréhender la ville intelligente sans renvoyer celle-ci à des divisions catégorielles supposément incompatibles (le physique et le virtuel par exemple).

⁶⁰ Cf. *Lexique*, entrée *Augmenté*.

sans cesse la virtualisation du matériel, il est préférable, selon nous, de matérialiser le virtuel afin de déceler les conditions de possibilité d'avènement de la ville intelligente⁶¹.

Autrement dit : sur quoi cette ville repose-t-elle ?

Le regard sur les soubassements matériels de la ville intelligente se limite fréquemment à quelques objets (flashcodes, smartphones, puces RFID, capteurs...) qu'une comparaison avec la quantité d'informations échangées par jour sur l'internet aura tôt fait d'effacer définitivement. D'une certaine façon, ces objets n'appartiendraient ni à l'espace de la ville, composé avant tout de rues et de bâtiments, ni au cyberspace (immatériel par définition). Cette position interlope demeure tant que l'on ne réintègre pas ces objets aux systèmes plus larges qui assurent leur fonctionnement. On peut étendre à tous les services numériques de la ville intelligente la constatation que Nicolas Nova dresse au sujet des services géolocalisés qui : « (...) forment un système complexe composé de beaucoup plus d'éléments que de simples terminaux mobiles, des systèmes de positionnement et de communication d'informations. Les satellites GPS, de même que les antennes téléphoniques

⁶¹ Le balancement entre ces deux interprétations est formulé dans sa dimension territoriale par Pierre Musso dans son article « Territoires numériques », *Médium*, 2008/2, n°15. Le territoire numérique est présenté dans l'ambivalence des discours qui le tirent tantôt vers la complète déterritorialisation, tantôt vers l'articulation du virtuel aux composantes du territoire : « Ou bien il s'agit de dissoudre le territoire grâce à la technique, de le « déterritorialiser » au sens où il serait délocalisé dans l'informationnel et le « virtuel », ou bien il s'agit d'enrichir et d'augmenter le territoire à l'aide de réseaux techniques et d'outils logiciels. »

GSM et Wi-Fi soutenant les services géolocalisés, sont des éléments qui doivent être interconnectés, échanger des informations et être alimentés en électricité. »⁶²

Cela signifie que les objets de la ville intelligente (les *smart/cars/phones/sensors...*) fonctionnent grâce aux réseaux de télécommunications et d'énergie. Un phénomène comme la panne⁶³ heurte les pratiques sociales associées à l'électricité, aux télécommunications, signale la dépendance technique de la ville aux réseaux et nous montre que l'intelligence en ville se fonde sur lesdits réseaux.

Les réseaux de la ville intelligente

La polysémie du terme *réseau* rend compliqué un usage renvoyant à la fois à la structuration des relations sociales, à l'organisation physique des systèmes techniques, et plus généralement à une manière lâche de penser l'ensemble des rapports entre des éléments disparates⁶⁴. Dire que la ville intelligente trouve son

⁶² Nicolas Nova, *Op. cit.*, p.108.

⁶³ Le rôle de la panne est décrit comme suit par Nicolas Nova : « (...) ce système technique se rappelle à nous en cas de pannes, de coupures de courant ou de surcharges des réseaux. C'est l'incident qui nous fait prendre conscience de l'existence d'un tel espace. C'est aussi dans ces cas que nous nous rendons compte de l'importance de ces infrastructures, puisque leurs imperfections viennent parfois heurter nos besoins. », *Op. cit.*, p.144.

⁶⁴ Pierre Musso use du néologisme « rétiologie » pour critiquer l'idéologie du réseau qui tend à s'imposer comme « (...) véritable "dogme post-moderne" - [qui] prétend réinterpréter tout le social et chacune de ses

fondement matériel dans les réseaux ne signifie pas que la ville intelligente soit la forme urbaine de la « société en réseaux »⁶⁵ (pour reprendre le titre du livre de Manuel Castells).

C'est bien aux services en réseaux (*utilities*) qu'il est fait référence ici, ainsi qu'à l'analyse urbaine que l'on peut en faire. Comme le signalent Stephen Graham et Simon Marvin, nombre d'activités urbaines reposent sur les

organisations à l'aune des images du réticulé. » (« La rétiologie », *Quaderni*, n°55, Automne 2004). P. Musso associe le « récit rétiologique » (« Utopie et idéologie des réseaux » in *Réseaux en question : utopies, pratiques et prospective*, éd. Institut de recherche du Val de Saône-Mâconnais, 2009) à l'émergence de la société "post-" (qui prétendait justement se caractériser par la fin des grands récits selon J.-F. Lyotard) dont les structures ne sont plus pyramidales et hiérarchiques, mais rhizomatiques. En sus de l'analyse de tout phénomène par la grille réticulaire, P. Musso montre que l'idée de réseau sert aussi un techno-messianisme ainsi décrit : « Cette mise en réseaux généralisée du social destinée à colmater son atomisation fait écho à la fluidification généralisée du social par la cyberculture, grâce à la digitalisation numérique du territoire, des institutions et des corps. La société présente, éclatée et fragmentée, peut ainsi être régénérée grâce aux réseaux techniques qui relient et mettent en mouvement. » (*Art. cité*).

⁶⁵ L'ouvrage de Manuel Castells est vivement critiqué par Jean-Marc Offner dans son chapitre « Faut-il sauver la notion de réseau ? ». Est reproché à M. Castells de manipuler sans nuances et de façon totalisante la « logique » du réseau : « Cette conceptualisation minimaliste et englobante interdit toute analyse différentielle des performances des services en réseaux (...). Sous couvert d'une congruence entre technique et société, M. Castells fait également abstraction des aspects institutionnels de l'organisation des services collectifs, qui déterminent pourtant en grande partie la morphogenèse des réseaux. » (in *Réseaux en question : utopies, pratiques et prospective*, éd. Institut de recherche du Val de Saône-Mâconnais, 2009, p.14). On peut constater que cette critique du « tout-réseau » a pour symétrique, dans notre analyse, le « tout-intelligent ». Lorsque tout devient intelligent par simple friction sémantique avec l'adjectif « smart », on commence de percevoir, sous une forme atténuée, le techno-messianisme d'une société réconciliée avec elle-même, ainsi que la formation sous-jacente d'un concept global et indifférencié, applicable à tout phénomène.

réseaux de transport, d'énergie, d'eau, de télécommunications, de déchets, au point que l'on peut concevoir la ville en fonction de chacun de ces réseaux : « There is the “electropolis” of energy and power. There is the “hydropolis” of water and waste. There is the “informational” or “cybercity” of electronic communication. There is the “autocity” of motorised roadscapes and associated technologies. And so on. Importantly, however, these infrastructural “scapes” are not separated and autonomous ; they rely on each other and co-evolve closely in their interrelationships with urban development and with urban space»⁶⁶.

L'objectif n'est pas de séparer les différents réseaux pour faire de l'un d'entre eux le déterminant en dernière instance de la ville intelligente, mais plutôt de voir comment une approche historique du fait urbain par les réseaux permet de comprendre la constitution matérielle de la ville intelligente. La perspective dressée par Graham et Marvin dans leur ouvrage *Splintering urbanism* repose sur le postulat méthodologique selon lequel les réseaux sont un moyen de concevoir la ville comme un processus sociotechnique où se rejoignent différents flux. Ainsi conçue, la ville peut être saisie et analysée dans ses évolutions à l'aune de ses réseaux.

L'histoire que retracent Graham et Marvin est celle de la fragmentation (*splintering*) progressive de la fabrique matérielle et sociale de l'urbain qui reposait

⁶⁶ Stephen Graham et Simon Marvin, *Splintering Urbanism: Networked Infrastructures, Technological Mobilities and the Urban Condition*, Routledge, 2001, p.8.

préalablement sur un idéal de cohésion et de développement égalitaire des services publics en réseaux (*the collapse of the integrated ideal*).

L'élaboration du complexe sociotechnique qu'est la ville composée de routes, d'égouts, d'énergie, etc., aurait été, surtout à la suite de la Seconde Guerre Mondiale, doublée d'une idéologie que l'on peut qualifier en France d'égalité républicaine, réponse technique à l'idée de l'universalisme des services⁶⁷. L'obsolescence physique des réseaux et la privatisation des opérateurs de réseaux auront raison de l'universalisme et construiront une ville inégale faite de « premium infrastructure networks » et de « premium spaces » reliés entre eux, créant des effets de tunnel qui excluent les territoires non valorisables.

⁶⁷ « They are believed to bind cities, regions and nations into functioning geographical or political wholes. Traditionally, they have been seen to be systems that require public regulation so that they somehow *add cohesion* to territory, often in the name of “public interest” » (*Ibid.*). Cela dit, on peut s'interroger sur la pertinence de cette association technico-idéologique. S'agissait-il effectivement et pour chaque type de réseaux de l'intention politique qui présidait à la réalisation de ceux-ci ? Et peut-on limiter la morphogenèse des réseaux à la volonté politique ?

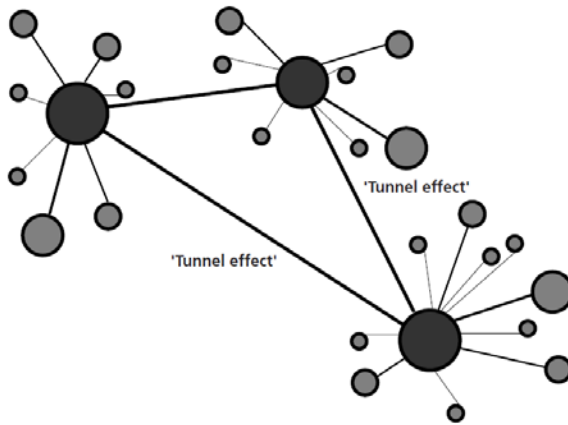


Figure 5.1 The logic of unbundled infrastructures: a schematic representation of 'hub and spoke' infrastructure networks which use 'tunnel effects' to traverse non-valued territory. Source: Graham and Marvin (1996), 59

Ce mouvement a été précipité par les nouvelles technologies (*new technologies and segmented infrastructures*) dont les principaux chefs d'accusation sont d'avoir facilité l'accès des nouveaux entrants aux marchés auparavant monopolistiques des services en réseaux et de pouvoir, par le traitement des données, créer une offre personnalisée (fin du *one-size-fits-all*). L'intégration des TIC à la structure urbaine a donc pour conséquence d'accentuer la fragmentation engagée par la libéralisation économique. Si l'on en croit les hypothèses de Graham et Marvin, l'organisation du territoire, aussi bien entre les villes qu'à l'intérieur même des villes, suivrait inéluctablement le modèle de développement territorial archipelagique qui nous est présenté dans le schéma ci-dessus.

Le déploiement de la *digital skin** sur les réseaux, qui caractérise en partie la ville intelligente, fait de celle-ci le dernier avatar de la ville libérale développant une offre de services inégaux. C'est ce que l'on peut constater, sous certains aspects, avec le développement des *smart grids*. Ce terme a été principalement mobilisé pour décrire les évolutions du réseau électrique. L'introduction des TIC dans le réseau électrique change le statut du consommateur, qui est informé en temps réel sur sa consommation. Ce système, qui propose de s'adapter aux besoins de chacun, est aussi un moyen de diversifier l'offre des services électriques en incitant économiquement les individus à utiliser l'électricité lorsque le réseau n'est pas trop sollicité, afin d'écrêter les pics de consommation et d'éviter le black-out. Aussi l'utilisation permanente de l'électricité, quel que soit le moment de la journée, devient un service coûteux qui exclut *de facto* les plus démunis.

Il est toutefois nécessaire de compléter cette critique idéologique par la recension d'autres conséquences liées à l'informatisation croissante des réseaux traditionnels.

La ville intelligente, lorsqu'elle n'est pas créée *ex nihilo* (comme c'est le cas pour Masdar ou Songdo), ne repose pas sur la mise en place d'un nouveau réseau dans la structure urbaine. Si elle s'appuie principalement sur les réseaux d'énergie et de télécommunication, elle intègre les autres réseaux à sa logique *smart* en informatisant leur gestion. C'est le cas par exemple du réseau d'eau dont la couche physique est doublée d'une couche numérique afin de collecter des données sur l'état du réseau, les profils de consommation, d'optimiser la

distribution, de répondre aux enjeux du développement durable...

Le site Cleantechrepublic⁶⁸ formalise la digitalisation des réseaux sous la forme du schéma qui suit :



Un argument fréquemment avancé pour justifier la *mise en intelligence* des réseaux est l'état de dégradation actuel des réseaux traditionnels⁶⁹. La couche numérique

⁶⁸ <http://www.cleantechrepublic.com/2011/05/17/swan-alliance-industrielle-mondiale-reseaux-eau-intelligents/>

⁶⁹ La dégradation des réseaux affecte aussi bien l'électricité que l'eau, ou encore l'assainissement. Le rapport sur la « qualité de l'électricité » établi par la CRE en octobre 2010 pointe la dégradation du réseau électrique : la thèse de Catherine Triantafillou sur « La dégradation et la réhabilitation des réseaux d'assainissement » montre qu'en dépit d'études menées à l'échelle nationale, il est possible de constater de nombreux dysfonctionnements du

surajoutée à la couche physique « augmente » les réseaux traditionnels et leur permet de se maintenir. L'information en temps réel sur le fonctionnement du service, une identification immédiate des dysfonctionnements physiques, des dégradations, etc., sont autant de moyens de conserver le réseau sans le remplacer tout en contrant son vieillissement problématique. Cet exemple est intéressant car révélateur de la logique « intelligente » :

- les anciens réseaux ne sont pas remplacés par de nouveaux ;
- la digitalisation de ces systèmes techniques permet leur « augmentation » informationnelle ;
- toutes ces infrastructures produisent des données qui alimentent le *Big Data* ;
- de nouveaux services et de nouvelles pratiques sociales sont attendus de ces évolutions technologiques.

La production de la ville intelligente ne comprend que marginalement la production de nouveaux artefacts : il s'agit principalement d'une digitalisation de l'existant qui crée un codage du réel en *data*. C'est là le point crucial de l'intelligence en ville : la mise en données de toutes les variables composant l'urbain.

réseau d'assainissement à l'échelle communale. L'article « Réseaux d'eau intelligents : des solutions d'avenir pour préserver la ressource en eau » de Michel Jacquet paru dans les *Echos* du 11 avril 2013 signale le « vieillissement des infrastructures », et le fait que les fuites dépensent 27% de l'eau produite.

Les réseaux en sont un champ d'application privilégié. L'intégration des TIC aux réseaux traditionnels répond, dans une histoire de la libéralisation des villes, à la fragmentation croissante des services urbains ; nous avons essayé de montrer qu'il peut aussi s'agir d'une façon d'assurer le maintien de l'infrastructure urbaine menacée d'obsolescence.

Entretien avec Gabriel Dupuy⁷⁰

- **Peut-on parler aujourd'hui d'une crise des réseaux ?**

Il est tout d'abord nécessaire de savoir ce que l'on entend par le terme de réseau. Le réseau est un système matériel fournissant un service dont la gestion peut être centralisée. Cette définition est effectivement nuancée par ce qui, aujourd'hui, s'apparente à une « crise des réseaux ».

Le fonctionnement du réseau est remis en cause par l'effet de dépendance qu'il implique : ladite dépendance se décompose en sous-parties, et on peut distinguer les dépendances admises (salubrité publique accrue grâce au déploiement du réseau d'eau, par exemple) de celles qui sont remises en cause (raréfaction des ressources hydriques dans le cas du réseau d'eau). Le constat d'un réseau producteur d'externalités négatives présente la dépendance au service prodigué sous un jour négatif, ce qui remet en cause le fonctionnement traditionnel et historique du réseau en question. Les préoccupations liées au développement durable questionnent le fonctionnement actuel, entre autres, du réseau automobile et du réseau d'électricité. La ville peut-elle

⁷⁰ Professeur d'Aménagement à l'Université Paris 1 Panthéon Sorbonne ainsi qu'à l'École Nationale des Ponts et Chaussées, délégué scientifique de l'AERES en charge de la géographie, de l'aménagement, de l'anthropologie et de l'ethnologie.

continuer à fonctionner avec des réseaux peu soutenables ? Il est impossible de se passer des services rendus par l'électricité et la voiture, et en même temps il est impératif de limiter la surconsommation des énergies fossiles.

Les risques de dépendance associés au déploiement d'un réseau ne peuvent être contrebalancés que par la limitation de cette dépendance. Cela ne signifie pas une suppression (impossible) du réseau, mais une reconsidération des usages qu'en font les personnes qui usent de ce réseau. A l'égalité républicaine postulant une égalité des besoins, on préfère désormais une adaptation de l'offre aux besoins particuliers. Le système de péréquation, qui s'est construit contre la discrimination tarifaire, s'effrite peu à peu pour laisser place à une multiplication d'offres variées de services sur un même réseau.

Ce que l'on constate, parallèlement à ce processus de diversification de l'offre, c'est d'une part la limitation de la dépendance et d'autre part l'émergence de ce que l'on peut appeler une fracture socio-spatiale.

Tout le monde n'a plus accès aux mêmes services rendus par les réseaux. Limiter la dépendance crée de la fracture. Corrélativement, le cercle vertueux (unissant l'effet de club aux économies d'échelle) à l'origine du réseau est réévalué. L'effet de club postule que tout le monde retire du réseau une utilité semblable. La question induite par la crise des réseaux est donc : est-ce que le réseau présente pour tous ces individus la même utilité ? l'effet de club n'est-il qu'un effet de taille ? A l'aune des nouvelles contraintes, la réponse devient automatiquement négative, et on ne

peut plus rentrer dans le « club » que sous certaines conditions. Le réseau est repensé à partir d'une différenciation des acteurs ; la taille du réseau est remplacée par une matrice d'affinités qui repose sur la singularisation de l'utilité du réseau pour chaque individu. Ces matrices d'affinités ont pour effet de susciter un localisme, des solidarités micro-localisées, faisant s'effondrer la gestion de la péréquation tarifaire.

- **Quel rôle les TIC ont-elles joué dans la restructuration des réseaux ? Produisent-elles de nouveaux réseaux ?**

Les TIC ont apporté à la gestion traditionnelle des réseaux des performances informationnelles suffisamment importantes pour en réformer l'usage. La diversification de l'offre des tarifications dans le domaine de l'énergie est, par exemple, permise par une optimisation des informations sur la consommation d'énergie des utilisateurs. Tout le système des *smart grids* repose sur l'informatisation des réseaux. De façon générale, on peut dire que les TIC sont exogènes au réseau et qu'elles ont ajouté une strate informationnelle au fonctionnement classique des services en réseau. Il serait peut-être hâtif de supposer que les TIC construisent de nouveaux réseaux, selon le sens que l'on donne à ce terme pour désigner le réseau énergétique ou le réseau automobile.

Cela dit, les TIC suscitent de nouvelles formes de collaborations reposant sur un modèle affinitaire. L'internet permet par exemple la création de communautés affinitaires. Une lecture spatiale des

systèmes d'information et de communication, comme celle que propose Boris Beaudé dans son ouvrage *Géographie de l'internet*, permet de concevoir une prolifération de « réseaux » s'organisant en-dehors des catégories de péréquation. L'utopie collaborative portée par l'internet doit tout de même être interrogée. Il y a collaboration lorsqu'il y a partage d'intérêts — or, la nature de ces intérêts peut être variée. Si l'on prend le cas des boîtiers Coyote qui permettent de signaler les contrôles routiers et l'implantation des radars aux autres utilisateurs de ce même dispositif, on voit bien que la collaboration repose sur une infraction faite aux méthodes publiques pour assurer la sécurité routière. Les TIC font du collaboratif, mais sans que l'on sache exactement ce que celui-ci implique.

L'hypothèse de la ville post-réseaux, la convergence et l'hypervision

A l'entrée de leur chapitre « Vers l'essor de villes « post-réseaux » : infrastructures, innovation socio-technique et transition urbaine en Europe »⁷¹, Olivier Coutard et Jonathan Rutherford reprennent une question posée par G. Dupuy et J. Tarr dans leur ouvrage *Technology and the rise of the networked city in Europe and America* : « to what extent the cities of the future will continue to

⁷¹ A paraître comme chapitre dans l'ouvrage sous la direction de J. Forest et A. Hamdouch, *L'innovation face aux défis environnementaux de la ville contemporaine*, éd. Presses Polytechniques Universitaires Romandes, 2013.

depend on the infrastructure technologies of the nineteenth century, and to what extent they will incorporate new and more flexible technologies ? »⁷²

Cette question prend aujourd'hui un sens tout particulier, à la fois sous le poids de la contrainte environnementale (que G. Dupuy identifie dans la dialectique entre dépendance et fracture, Cf. *Entretien supra*), et du fait de l'intégration croissante des TIC aux infrastructures. Ces deux causes ont pour effet d'ébranler l'« urbanisme des réseaux traditionnels »⁷³. En filigrane, c'est la possibilité d'un nouveau modèle de ville que l'on voit se dessiner. L'approche de Coutard et de Rutherford met en vis-à-vis le développement des technologies micro-locales et les grandes infrastructures dont les caractéristiques respectives sont résumées dans le tableau suivant :

⁷² G. Dupuy et J. Tarr, *Technology and the rise of the networked city in Europe and America*, éd. Temple University Press, 1988.

⁷³ L'hypothèse de départ est la suivante : « Puisqu'il a été démontré que les grands réseaux d'infrastructures sont essentiels au développement et au fonctionnement des villes « modernes » (Hughes, 1983 ; Tarr et Dupuy, 1988 ; Kaika et Swyngedouw, 2000), il est raisonnable de penser que tout affaiblissement ou transformation de ces systèmes aura un effet sur les conditions urbaines. » Dans le cadre de notre analyse, les réseaux sont le biais matériel privilégié pour penser la constitution de la ville intelligente.

Réseau	Techno-écocycle urbain (durable)
solidarité, solidarisation	autonomie, autonomisation
ingénierie, mécanique, systèmes techniques, cybernétique	écologie, systèmes organiques, écosystèmes
étanchéité, écoulement, flux, cinétique ; modèle de flux (hydraulique)	porosité, stase, stock, lenteur ; modèle de stocks (ressources non renouvelables)
métabolisme linéaire : prélèvement > approvisionnement > évacuation	métabolisme circulaire : recyclage, rejets minima
découplage entre les capacités du milieu et les pratiques de consommation des ressources	adéquation entre les capacités du milieu et les pratiques de consommation des ressources
cycle long, débouclage	cycle court, (re)bouclage
logique d'offre ou de construction/satisfaction de la demande	logique de maîtrise de la demande
modèle technico-économique d'expansion de grands systèmes : économies d'échelle, d'envergure, de variété ; effets de club ; moindres coûts de transaction	modèle écologique de conservation ou de préservation des ressources et des milieux
consommation non bornée ; croissance perpétuelle de l'urbanisation, de la richesse matérielle, de l'usage des services urbains	consommation modérée, sobriété ; dissociation entre croissance et développement, décroissance
irréversibilité, « momentum », inflexibilité	réversibilité, adaptabilité
dépendance carbone	bas-carbone, post-carbone

Source : adapté de Coutard 2010 : 114

Les infrastructures à la gestion centralisée s'étendant sur de larges territoires. L'idée d'un gigantisme géographique diffusée par la notion de *Large Technical Systems* (dont la traduction française est macro-systèmes techniques⁷⁴) semble s'effriter devant la genèse de

⁷⁴ A l'entrée de son ouvrage *Les macro-systèmes techniques*, éd. PUF, 1997, Alain Gras propose de visualiser de la sorte « l'infrastructure de la société moderne » : « Cette toile d'araignée tissée autour de la planète permet une sorte de mobilisation virtuelle de la puissance en tous lieux et à tout moment, elle branche ainsi le citoyen sur une source d'images, de produits, d'énergie parfois géographiquement très éloignée. Ainsi le gaz russe viendra-t-il bientôt réchauffer notre steak (...) », p.4. Sur les distinctions entre les concepts de réseau et de macro-système technique, on se référera au chapitre « Are there such things as small networks » de Jean-Marc Offner

réseaux locaux qui reposent sur un mode de fonctionnement décentralisé. La gestion d'îlots à énergie positive (comme par exemple celui d'Hikari à Lyon) s'appuie sur des technologies intelligentes mesurant en temps réel la consommation et la production locale d'énergies renouvelables afin d'allouer celles-ci de façon optimale entre le parc de voitures électriques et le lot de bâtiments à énergie positive⁷⁵. Cette forme « hors-réseau » de fourniture électrique a pour conséquence de fragiliser le macro-système technique électrique⁷⁶ au profit d'un *local métabolique**. Le croisement des préoccupations environnementales et de l'intégration des TIC aux systèmes urbains semble orienter les villes vers un modèle « post-réseaux ». S'il est probablement hâtif d'assimiler la ville intelligente à ce modèle, on constate cependant une porosité entre ces deux manières de se représenter la ville de demain. Et ce tout particulièrement dans le rôle donné à l'informatisation des réseaux traditionnels. Le cas de la ville post-réseaux défait le

paru dans l'ouvrage *The Governance of Large Technical Systems*, publié sous la direction d'Olivier Coutard aux éditions Routledge en 1999.

⁷⁵ Plus généralement, la stratégie de « Lyon Smart Community » est de construire un *Community Energy Management System* capable de collecter sur la consommation électrique des bâtiments, sur les infrastructures de recharge pour voitures électriques disséminées dans la ville, sur les sources de production d'énergies renouvelables, etc., des données qui seront agrégées et permettront de représenter la ville via ses sources de production et ses lieux de consommation d'énergie électrique. Une telle représentation offre la possibilité de répartir aux mieux les ressources produites sur le territoire, mais aussi de simuler et planifier les comportements. Plus de détails sur l'initiative de « Lyon Smart Community » sont disponibles dans le dossier de presse du même nom paru en juin 2013.

⁷⁶ « En réduisant l'étendue territoriale de la fourniture de services, ces systèmes et leurs usagers se retirent des grands systèmes centralisés et ne contribuent plus à assurer leur viabilité économique ». Coutard et Rutherford, *Op. cit.*

mythe de la dématérialisation induite par les TIC en montrant que celles-ci peuvent au contraire servir les intérêts locaux, voire conduire à une recomposition de la gestion des réseaux tendant vers un localisme métabolique.

Plus généralement, l'informatisation croissante des réseaux traditionnels transforme la façon de gérer ceux-ci par le traitement des données et conduit parallèlement à une nouvelle représentation du territoire. Ces deux phénomènes peuvent être approchés par les concepts de *convergence* et d'*hypervision*.

La gestion en temps-réel, l'adaptation des services aux profils de consommations, l'entretien optimisé des infrastructures physiques grâce aux réseaux de capteurs etc., sont autant de transformations qui s'appliquent aussi bien au réseau d'eau qu'au réseau d'électricité. Graham et Marvin montrent que l'intégration des TIC aux services urbains en réseaux conduit à ce qu'ils appellent une *convergence*⁷⁷ des réseaux⁷⁸. La convergence

⁷⁷ Il est nécessaire de noter que l'expression « convergence des réseaux » a été particulièrement employée dans le domaine de l'informatique. En ce cas, « convergence des réseaux » caractérise : « un phénomène principalement dû à la numérisation du contenu, au passage à des réseaux fondés sur le protocole Internet (IP), à la généralisation de l'accès à haut débit et à l'évolution des moyens de communication multimédias et des systèmes informatiques. » Claudia Sarrocco et Dimitri Ypsilanti, *Convergence et réseaux de la prochaine génération*, OCDE, 2007, p.8.

⁷⁸ "These processes are leading to a convergence and integration between transport, telecommunication, and utility network." Ecrivent Graham et Marvin dans leur article « Cities, telematics and utilities : towards convergence », *Flux* n°15, 1994. Les processus désignés par le démonstratif "these" sont à la fois la fragmentation des monopoles d'Etat, l'essor des TIC et l'émergence d'une économie de l'information. La convergence est donc

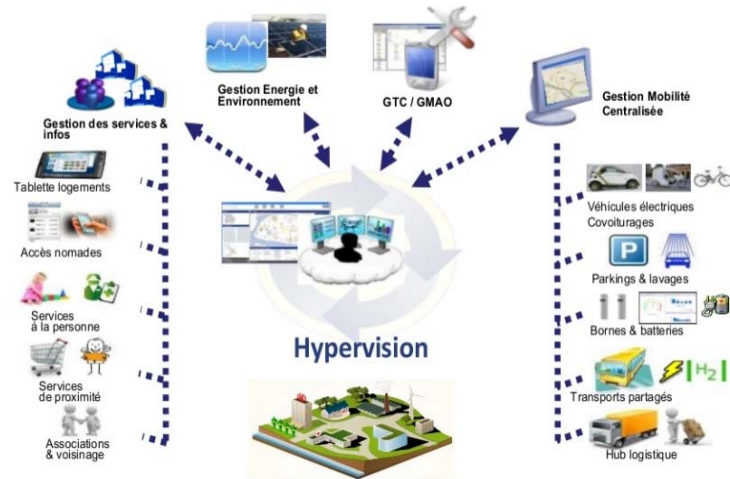
marque le poids croissant de la couche informationnelle dans la gestion des systèmes urbains. La récollection des données permise par l'installation de réseaux de capteurs intelligents sur l'ensemble des infrastructures laisse envisager un traitement centralisé des données que l'on peut désigner sous le nom d'*hypervision**. Ce terme a été mobilisé, entre autres, par Carlos Moreno⁷⁹ pour désigner la remontée des données captées dans l'environnement urbain vers une instance de contrôle capable de les agréger et de les traiter massivement.

un phénomène large qui ne concerne pas uniquement les questions techniques, mais aussi la manière de financer les projets urbains : « Moreover, the global trend towards liberalisation of urban infrastructures and utilities is allowing an unprecedented degree of diversification and new cross-investment between previously separate markets as investors search for the maximum profit. » Les transformations infrastructurelles reflètent donc le changement de paradigme économique dans la perspective critique de Graham et Marvin. L'usage du terme « télématique » (aujourd'hui légèrement suranné) permet aux auteurs de circonscrire les nouvelles fonctionnalités digitales des services urbains en réseaux, mais surtout de montrer l'uniformisation de la gestion de ces services par la couche informationnelle : « And when telematics networks are linked to telemetry systems, the actual flows of information, transport, energy and water on whole networks can be monitored in 'real time' for the first time. » La convergence correspond donc à une importance grandissante des TIC dans la gestion des réseaux et à la restructuration subséquente de ceux-ci.

⁷⁹ Conseiller scientifique chez GDF SUEZ Energies services.

Le schéma suivant permet de se mieux représenter ce phénomène :

Une architecture systèmes des systèmes



La gestion par l'hypervision suppose d'abandonner la division par silos des réseaux pour penser leur intégration systémique au fonctionnement urbain compris comme un tout. Autrement dit, il n'y a pas, par exemple, d'un côté les transports et de l'autre l'énergie dont les modes de gestion seraient séparés, il s'agit plutôt de l'unification de ces secteurs qui produisent l'un et l'autre des informations susceptibles d'être traitées conjointement et utilisées pour avoir une représentation globale du

fonctionnement de la ville. La construction de ce nouveau point de vue sur la ville (qui va au-delà des réseaux, la convergence concerne tous les systèmes urbains) recompose les rôles des acteurs de la fabrique de la ville (Cf. *supra*, *Entretien avec Dominique Lorrain*), et représente un véritable enjeu de pouvoir : dans l'hypothèse où le système d'hypervision se concrétise, qui en sera le gestionnaire ? et quelle place la puissance publique occupera-t-elle dans ce dispositif technique ?⁸⁰

Si l'hypervision désigne un phénomène qui ne saurait se limiter aux réseaux et dont nous allons développer les présupposés dans la prochaine partie, nous pouvons d'ores et déjà affirmer le fait que la question des *smart grids* est un biais privilégié pour appréhender les modifications substantielles que l'intelligence produit dans l'espace urbain.

L'importance croissante de la couche informationnelle transforme la fourniture des services, l'entretien de la couche physique, entraîne une convergence des réseaux fonctionnant auparavant de façon séparée, laisse la possibilité d'une gestion systémique et d'une nouvelle représentation du territoire, ainsi qu'une hypothétique déconnexion des réseaux centralisés avec à la clef la promotion d'un localisme fort ré-agencant les solidarités

⁸⁰ Ces questions que pose l'émergence des nouvelles modalités de gouvernance de la ville intelligente donne du crédit aux thèses de Dominique Lorrain dont les travaux récents (« Gouverner dur-mou : neuf très grandes métropoles » in *Revue Française d'Administration publique*, n°107, 2003 ; *Métropoles XXL en pays émergents*, éd. Presses de Sciences Po, 2011) ont montré que la gouvernabilité des métropoles passe principalement par l'organisation et le déploiement des réseaux techniques.

inter-territoriales. Enfin, et nous l'avons déjà signalé plus haut, l'informatisation des services urbains en réseaux pose la question de la gouvernabilité de la ville induite par les nouveaux dispositifs techniques.

Au terme de cette partie, il est possible de dire que la matérialisation de la ville intelligente implique tout d'abord les services urbains en réseaux, puis, dans un second temps, les nouveaux objets (les interfaces numériques, le mobilier urbain intelligent...) dont le fonctionnement est conditionné par les réseaux susnommés. Il y a donc deux niveaux de matérialité, l'un concernant la « surface » (où l'on voit bourgeonner quelques nouveaux objets) de la ville et l'autre sa « profondeur » (structurée par les infrastructures de réseaux). La ville intelligente suppose une modification plus significative de la profondeur que de la surface, et c'est désormais sa forme et sa mise en image que nous allons analyser.

Lexique

Augmenté : adjectif que l'on retrouve principalement dans les notions de « réalité augmentée » et d'« humanité augmentée ». L'intégration de l'informatique miniaturisée à l'ensemble des environnements physiques (urbains, naturels, humains...) offre à l'appréhension que le sujet a de lui-même et de son rapport aux choses ce qu'E. Sadin appelle un « complément cognitif supérieur » qui lui est transmis sous forme de données informatisées via une interface numérique. Il ne s'agit pas d'une réalité virtuelle, mais bien d'une projection d'informations et de modèles perceptifs sur le réel (l'environnement physique) facilitant et simplifiant son interprétation.

Big Data : expression que l'on peut traduire littéralement par « Grosses données » et qui désigne le phénomène inflationniste de production de données dont le volume est tel que son mode de gestion et de traitement doit passer par de nouvelles procédures informatiques. L'ouvrage de Viktor Mayer-Schönberger et Kenneth Cukier, *Big Data : A Revolution That Will Transform How We Live*,

Work, and Think, fait du Big Data une transformation majeure de nos modes de vie.

Capteur intelligent : un capteur est un instrument de mesure d'une grandeur physique traduite en signal électrique. Le développement de la microélectronique et des microprocesseurs a permis de centraliser plusieurs fonctions auparavant séparées sur un seul circuit, à savoir la partie sensible du capteur, le conditionnement des signaux et le traitement des données (N. Noury, *Du signal à l'information : le capteur intelligent*, 2002). A ce double phénomène de miniaturisation et d'intégration des systèmes, il faut ajouter la dimension fondamentale de communication des données récoltées à d'autres dispositifs du réseau auxquels les capteurs sont intégrés.

Cluster : concentration sur un territoire donné d'entreprises d'un même secteur et des services associés (essentiellement « recherche »), concentration leur permettant de tirer un avantage compétitif des innovations résultant des échanges formels ou informels rendus possibles par la proximité et la diversité des acteurs présents.

Cyberespace : terme issu de la science-fiction dont la paternité revient à William Gibson, le cyberespace désigne à la fois un espace de représentations et un espace d'actions construit par l'ensemble des systèmes d'information. Cet espace se distingue de l'environnement physique (W.

Gibson oppose le cyberspace au « meatspace », espace de la chair) et se caractérise par sa virtualité.

Cybernétique : concept largement diffusé par Norbert Wiener, la cybernétique dérive étymologiquement du grec kubernèsis, piloter. Plus spécifiquement, la cybernétique désigne le contrôle de « l'entropie par l'intermédiaire de la rétroaction » (N. Wiener, *Cybernétique et société*, 1950) dans les systèmes de communication et d'information. Ce concept a été appliqué à la ville par Nicolas Schöffer dans son ouvrage *La ville cybernétique*.

Digital skin : expression formalisée par C. Rabari et M. Storper dans leur article « The Digital Skin of Cities ». La peau digitale correspond à cette infrastructure technologique communicante répandue sur l'espace physique de la ville, via, principalement, des capteurs et des compteurs intelligents. Rabari et Storper tirent plusieurs conséquences de cette nouvelle infrastructure technologique : nouveau management de la ville par l'agrégation et le traitement d'informations ; nouvelles formes d'interactions virtuelles redessinant les rapports d'acteurs dans la gouvernance ; la peau digitale redéfinit le rapport entretenu à l'espace du fait de l'hybridation entre virtuel et physique. Il est intéressant de noter l'émergence d'un concept parallèle en architecture, celui de « second skin », qui désigne une transformation substantielle dans la conception de

la façade, qui n'est plus appréhendée comme une frontière séparant hermétiquement l'extérieur de l'intérieur, mais comme une zone de contact et de porosité capable de s'adapter aux modifications de l'environnement extérieur.

Habitèle : terme forgé par Dominique Boullier qui désigne la portabilité étendue du lien unissant le sujet aux différents mondes auxquels il appartient (la sphère de ses relations publiques, son domaine professionnel etc.) via des objets-interfaces qu'il tient à sa disposition permanente.

Informatique pervasive : mouvement de l'informatique qui se sépare du paradigme de l'intelligence artificielle et qui repose sur la démultiplication des systèmes électroniques qui se fondent dans l'environnement quotidien au point de devenir invisibles.

Hypervision : « Que gagne-t-on à transmuier des objets du monde réel, des personnes ou des choses, en data ? Une telle opération est toujours solidaire de deux effets, qui sont inhérents à l'exercice du pouvoir. La transformation des choses en information, en données si possible fidèles que l'on pourra agréger à d'autres données de même classe, est l'instrument indispensable de la constitution d'une vue privilégiée, synoptique, sur l'activité. Rassembler des données, c'est fabriquer un point de vue surplombant, central, qui peut tout voir, ou du moins voir plus que chacun des acteurs locaux.

Le rassemblement des données permet ensuite une forme d'action à distance, à partir de ce lieu central : agissez sur tel paramètre, effacez ce signal d'erreur. Ces deux possibilités, le synopsis et l'action à distance, sont constitutives des technologies de l'inscription, dont l'ordinateur démultiplie les pouvoirs à une échelle inédite.» Mathieu Tricot, *Philosophie des jeux vidéos*, Zones, 2011

Local métabolique : expression d'Olivier Coutard désignant la remise en cause d'un modèle centralisé de gestion des systèmes techniques. Dans le secteur énergétique, il s'agit par exemple de la « révolution de l'énergie décentralisée ». La déconnexion du réseau central engendre une relocalisation des flux métaboliques, la promotion des circuits courts, la production locale et l'auto-consommation.

Médias géolocalisés : terme développé et défini ainsi par Nicolas Nova : « Les médias et services géolocalisés désignent la diffusion ou la communication de contenus, de messages textuels et multimédias, en fonction de la position géographique de l'utilisateur. » (*Les médias géolocalisés*, p.10)

Reality mining : expression que l'on peut traduire en français par « fouiller la réalité ». Cette nouvelle archéologie consiste en la récollecion des traces laissées par l'utilisateur des dispositifs numériques afin de recomposer des motifs comportementaux. Il

s'agit d'un modèle d'investigation heuristique, susceptible de produire du savoir, à partir de données segmentées et non reliées les unes aux autres.

Réalité virtuelle : « technologie permettant une simulation interactive et en temps réel de la réalité. Technique de communication homme-machine consistant à immerger à l'aide de dispositifs d'entrée/sortie particuliers, une personne dans un univers sensoriel de synthèse recalculé en temps réel (images, son, sensations tactiles...). Elle est réalisée à l'aide d'images de synthèse, d'un environnement virtuel en 3D dans lequel on peut évoluer, donnant l'impression d'une immersion dans un monde réel. » (définition fournie par le site futura-sciences)