



senseable city lab:...

Carlo Ratti
Daniel Berry

Sense of the City: Wireless and the Emergence of Real-Time Urban Systems

Perception de la ville :

le sans-fil et l'émergence de systèmes urbains en temps réel

Sense of the City :

Wireless and the Emergence of Real-Time Urban Systems

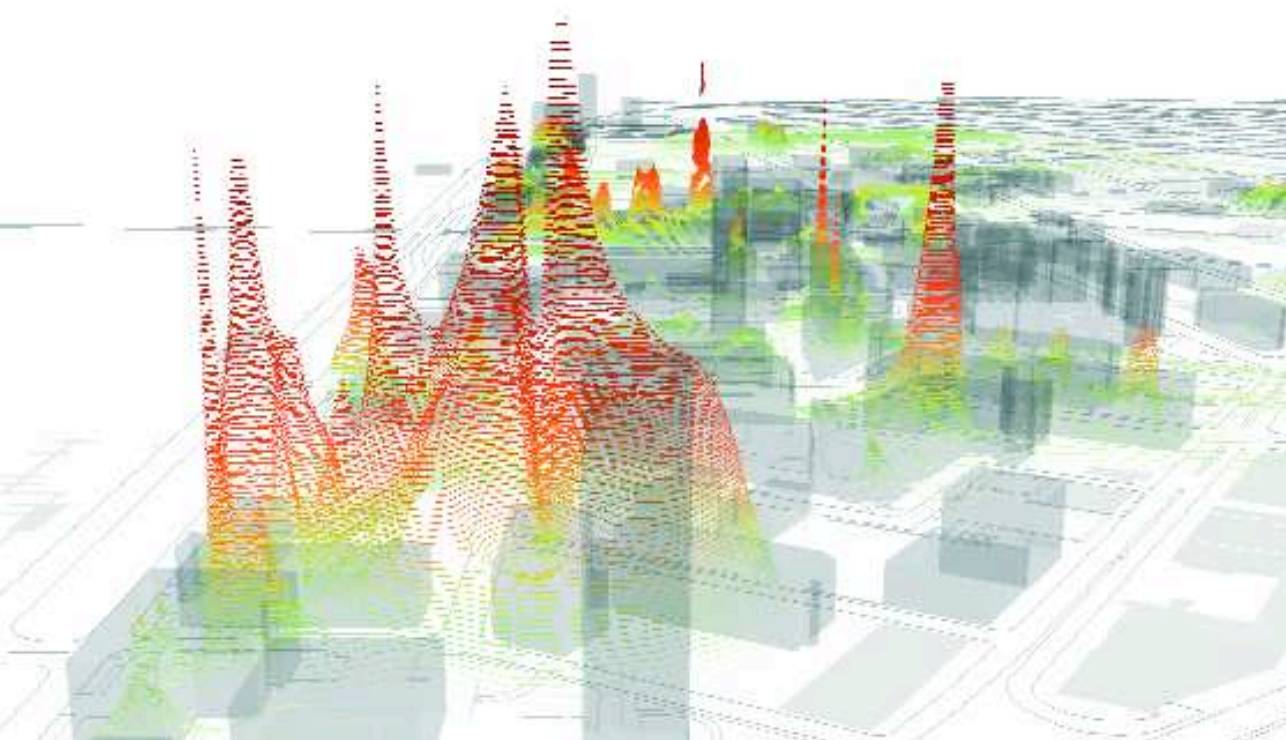
Carlo Ratti & Daniel Berry
MIT, SENSEable City lab

« Le chaos est entré dans les villes. »
Le Corbusier¹

Si nous commençons par un exemple ? Lorsque nous sommes arrivés au MIT Media Lab en 2001, il y régnait une activité effervescente. Chercheurs et étudiants partageaient le même espace, au milieu des câbles et des gadgets high-tech, formant une communauté de travail ininterrompu, 24 heures sur 24, 7 jours sur 7. Aujourd'hui, si vous avez l'occasion de visiter les salles du bâtiment d'Ieoh Ming Pei qui donnent sur la façade Kenneth Nolan, vous aurez sans doute l'impression que l'endroit est désert sous-utilisé. Cela signifie-t-il pour autant que les étudiants et le personnel enseignant ont cessé de travailler ? Pas vraiment ! Il se pourrait que ce soit le contraire...

Alors que nous écrivons cet article, nous sommes attablés au Steam Café². C'est le nouveau point de rencontre de la MIT School of Architecture and Planning. Il a été conçu par les étudiants et encourage, par son architecture « Open Source », les interactions au sein de l'école. Même le menu change tous les jours, en fonction des suggestions que les consommateurs peuvent apporter via le site Internet qui y est consacré. Nos ordinateurs portables sont posés sur la table, reliés à l'Internet grâce à une connexion WiFi ; du thé et du café nous attendent. Il y a beaucoup de monde, et nous échangeons de temps à autre quelques mots avec des connaissances qui passent par là (ce qui est facilité par la disposition des tables et des chaises, surélevées de telle sorte qu'elles permettent une communication les yeux dans les yeux entre les consommateurs assis et les passants).

Les modes de vie et de travail sur le campus connaissent un changement radical avec la démocratisation de l'ordinateur portable et le développement de l'Internet sans fil. De nouveaux espaces hybrides apparaissent, mi-travail, mi-vie quotidienne³.



SENSEable City Lab (2005).
Représentation 3D de l'intensité
d'utilisation du Wifi sur le campus du
MIT (en rouge=utilisation intensive,
vert=faible utilisation)
3 dimensional depiction of WiFi
usage intensity on MIT campus
(red= high use, green=low use)

“Le chaos est entré dans les villes”.
Le Corbusier¹

Let's start with an example : when one of us arrived at the MIT Media Lab in 2001, it was bustling with activity. Students and researchers were sharing the same space amidst wires and high-tech gadgets, creating a continuous, 24/7 working community. Today, if you have the opportunity to visit the same sleek rooms facing the Kenneth Nolan façade in the I.M. Pei building, you'll probably have the impression that the space is rather underused. Does this mean that students and staff have stopped working ? Hardly. In fact, the opposite might be happening; but let's take a closer look.

As we write this paper, we are sitting at the Steam Café². It is a new public space at the MIT School of Architecture and Planning. It was (play)fully designed by students and it promotes community engagement through its Open Source structure – even its menu changes daily based on the input received by customers via a dedicated website. Our laptops are on the table, linked to the Internet via active WiFi connections. Many people pass by, and we occasionally pause to exchange a few words with acquaintances who spot us (this is facilitated by the design of the tables and chairs, which are raised

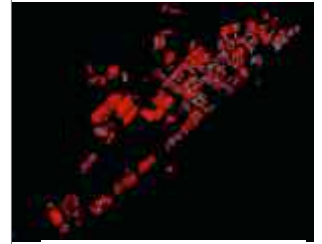
La MIT School a été l'une des premières à reconnaître le potentiel de la technologie Internet sans fil et à lui ménager une place sur son campus. Avec plus de 2300 points d'accès depuis 2001, l'espace y est déjà largement couvert ; les projets prévoient une couverture totale. En termes d'utilisation pratique, c'est comme si c'était déjà fait : on aurait du mal à y trouver un endroit sans connexion. Le nombre d'ordinateurs portables devenant toujours plus important parmi les étudiants, tout point du campus – que ce soit le Steam Café, une cage d'escalier tranquille face à la Charles River ou la vaste pelouse de Killian Court – est susceptible de devenir un lieu de travail.

Ces développements ont de nombreuses répercussions sur les disciplines de l'architecture et de l'urbanisme. En effet, les récentes évolutions permettent d'entrevoir une utilisation différente, et peut-être meilleure, de l'espace. Par « meilleur » on entend en premier lieu, « optimisé » ou « mieux pensé ». Avant sa reconversion en 2005, le Steam Café n'était que peu fréquenté ; seule l'heure des repas le voyait se remplir. À présent, l'installation du WiFi et un nouveau design, facilitent le cumul des activités quelle que soit l'heure. Appliquez le même concept à la ville entière : vous entrevoyez comment notre environnement pourrait être optimisé.

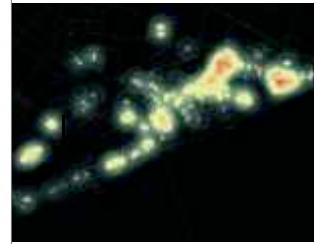
On pourrait également parler de « meilleur » dans le sens de « plus humain ». Souvenons-nous des salles informatiques des années 1960 : en général, il s'agissait de sous-sols sombres agencés bien plus selon les contraintes imposées par les machines qu'en fonction de leurs utilisateurs. Une vingtaine d'années plus tard, on assistait à la naissance des bureaux paysagers, ces (tristements) célèbres espaces de travail divisés en petits bureaux individuels surmontés d'un énorme moniteur flanqué de son unité centrale. Certes, l'environnement de travail était un peu moins inhumain, mais son agencement était encore fortement dicté par les exigences de l'ordinateur de bureau. Nous voici encore vingt ans plus tard, et il semblerait que l'apparition du sans-fil commence enfin à libérer l'espace de travail des contraintes de la machine.

Mais alors, si vous pouviez travailler n'importe où, quel endroit choisiriez-vous ?

Au niveau de la ville, il semblerait que ces récentes évolutions suscitent l'apparition de modes d'habitation plus complexes dans les zones urbaines : on remarque des systèmes organisationnels moins centralisés, moins prévisibles, moins simples aussi. Envolé, le truisme de Le Corbusier, avec ses arguments modernistes autoritaires énoncés dans la Charte d'Athènes ; finie la division de l'espace urbain en secteurs bien distincts, organisés selon des fonctions spécifiques : « Les clefs de l'urbanisme sont dans les quatre fonctions : habiter, travailler, se recréer (dans les heures libres), circuler. [...] Les plans détermineront la structure de chacun des secteurs attribués aux quatre fonctions clefs et ils fixeront leur emplacement respectif dans l'ensemble. »⁴



Positions des antennes WiFi sur le campus du MIT (Juin 2005)
Location of WiFi antennae on the MIT campus (June, 2005)



Représentation 2D de l'intensité d'utilisation du WiFi sur le campus du MIT (en rouge-utilisation intensive, gris=faible utilisation)
2 dimensional depiction of WiFi usage intensity on MIT campus (red= high use, gray=low use)



Carte des nœuds de connection WiFi principaux sur le campus du MIT
Map showing major WiFi connection paths on MIT campus

on the floor level and allow peer height communication between people sitting and people passing by).

As wireless Internet and portable computers become increasingly common, it is clear that the patterns of living and working on campus are radically changing. New hybrid living-working places are emerging³.

MIT was one of the first campuses to recognize the potential of wireless Internet technology. With over 2300 access points deployed since 2001, there is already extensive coverage of its space; and there are plans to achieve full coverage⁴. In terms of practical usage, however, it's as if full coverage were already in place – one would be hard-pressed to find a location without some degree of connectivity. This situation is combined with the ever-increasing presence of laptops in the campus community. As a consequence, any place on campus – whether it's Steam Café, a quiet stairwell facing the Charles River, or the ample green at Killian Court – is a potential workspace.

Such developments have numerous consequences for the disciplines of architecture and planning. First, they point towards a different and potentially better use of space. “Better” refers here, in the first instance, to “optimized” or “less wasteful”. The predecessor to Steam Café was a scantily used space that lay idle at most periods other than lunch time. After its conversion, WiFi and a new design have facilitated the overlapping of different uses and activities, it is active “round the clock”. Extend the same concept to the whole city and you see how a more optimized environment could emerge.

A second meaning of “better” could be “more humanized”. Think about the computer rooms of the '60s : they were usually dark basements whose environmental qualities were imposed by the necessities of the machine, not its users. A couple of decades later saw the emergence of the (in)famous cubicle : a partitioned office space with a small desk with its towering monitor and computer on the side. It was a slightly more human environment, although its configuration was still strongly conditioned by the requirements of the desktop computer. Another two decades later, it appears as though the emergence of wireless might finally begin to free working space from the constraints of the machine.

If everywhere is a potential place for working, where would you like to be ?

From an urban perspective, the result of the above condition seems to be the emergence of more intricate patterns of dwelling in urban areas : more decentralized systems of organization exhibiting higher levels of complexity and unpredictability. Gone is the truism of the clear-cut modernist arguments postulated by Le Corbusier in the Charte d'Athènes, which called for the partitioning of city spaces into distinct sectors, organized according to

En opposition aux principes rationalistes, le paradigme d'une urbanisation mixte semble avoir été adopté sans hésitation par les urbanistes au cours des dix dernières années. Aujourd'hui, un nouveau type de mixité est en train de voir le jour dans les espaces urbains contemporains, alimenté par la profusion des nouvelles technologies de l'information et de la communication : l'« hybridation » ou l'entremêlement plus serré – certains parleraient d'effacement des frontières – de la vie quotidienne, du travail et du jeu⁵.

Pour les architectes et les urbanistes, ce concept d'« hybridation » a pour conséquence directe d'accroître la complexité des systèmes qui organisent la vie en ville et alimentent le métabolisme urbain⁶. Avons-nous développé les bons outils pour pouvoir mesurer pleinement les implications de ces mutations structurelles et de ces changements de paradigmes ? Avons-nous développé des modes de conception adéquats ?

Il est intéressant de noter que la technologie qui introduit une plus grande complexité à travers la ville, pourrait également être employée pour détecter de nouvelles tendances. La ville prend de plus en plus l'aspect d'un système en temps réel, c'est-à-dire d'un système dont les conditions peuvent être testées et contrôlées instantanément⁷. La technologie mobile est un grand pas vers la mise en place de la ville en temps réel et sa compréhension, en ce qu'elle permet de centraliser des données agrégées très rapidement. De plus, ce processus ouvre la possibilité de détecter, de reconnaître et de réagir à des situations locales dans des temps de plus en plus courts.

Cet article présente trois projets qui questionnent la ville en temps réel et sa pertinence pour l'urbanisme. *iSPOTS* explore les dynamiques spatiales de l'utilisation du WiFi sur le campus de la MIT School, pour construire en ligne une carte animée de cette activité ; *Mobile Landscape : Milan* et *Mobile Landscape : Graz* étudient le lien entre l'utilisation du téléphone portable et la mobilité urbaine dans deux grandes villes européennes. À l'exception de *Mobile Landscape : Milan* qui a commencé en 2004, ces projets ont été développés entre 2005 et 2006, avec la collaboration d'étudiants, de spécialistes de l'industrie ainsi que d'enseignants.

iSPOTS

> Équipe : Caroline Chou, Daniel Gutierrez, Sonya Huang, David Lee, Xiongjiu Liao, Jia Lou, Carlo Ratti, Andres Sevtsuk.

> Coordination : Carlo Ratti et Andres Sevtsuk, SENSEable City Laboratory, MIT.

> Fin de la première phase du projet : 1 Novembre 2005.

URL : <http://ispots.mit.edu>

Alors que des villes post-industrielles telles que Philadelphie envisagent de fournir un accès public à l'Internet sans fil à l'échelle de la ville, il devient urgent de mener des recherches empiriques concernant l'impact de ces technologies sur la répartition de l'utilisation d'Internet dans l'espace urbain⁸. *iSPOTS* est un projet de cartographie qui met à profit l'étendue du réseau WiFi sur le site de la MIT School pour mieux évaluer la répartition spatiale

specific use : “Les clefs de l’urbanisme sont dans les quatre fonctions : habiter, travailler, se recréer (dans les heures libres), circuler. [...] Les plans détermineront la structure de chacun des secteurs attribués aux quatre fonctions clefs et ils fixeront leur emplacement respectif dans l’ensemble”⁴. In the wake of the rationalist planning principles, ‘mixed-use’ has been the paradigm that the planning profession seems to have adopted without an afterthought over the course of the past decade. But now another type of mixing seems to be emerging in contemporary urban spaces, fueled in no small part by the profusion of new information and communication technologies : “mixed-life”, or the more intricate interweaving – some would say blurring of the boundaries – of living, working, and playing⁵.

The direct consequence of the “mixed-life” concept for the professions of architecture and planning is a significant increase in the complexity of systems that sustain city life and the urban metabolism⁶. But have we developed the proper tools to grasp the full implications of these structural changes and shifting paradigms, let alone design for them ?

Interestingly enough, the same technology that introduces a new level of complexity into the urban sphere could also be used to reveal emerging trends taking place within it. The city looks more and more like a real-time system, that is a system where conditions can be tested and monitored instantaneously⁷. Mobile technology allows a great leap towards achieving and understanding the real-time city, because it enables aggregated data to be collected and interpreted quickly and in a centralized fashion. This process opens the possibility of detecting, recognizing and reacting to local conditions in progressively reduced time-frames.

This article reviews three projects that engage the real-time city in relation to the field of urban planning. *iSPOTS* explores the spatial dynamics of WiFi usage on the MIT campus to create a real-time, on-line map of this activity; *Mobile Landscape : Milan* and *Mobile Landscape : Graz*, chart the relationship between cell phone usage and urban mobility in two prominent European cities. With the exception of *Mobile Landscape : Milan*, which began in 2004, these projects were developed from 2005 to 2006, with the assistance of a broad cross-section of students, university faculty and staff, and industry specialists.

iSPOTS

> Team : Caroline Chou, Daniel Gutierrez, Sonya Huang, David Lee, Xiongjiu Liao, Jia Lou, Carlo Ratti, Andres Sevtsuk.

> Coordination : Carlo Ratti et Andres Sevtsuk, SENSEable City Laboratory, MIT.

> Project completion, initial phase : November 01st, 2005

URL : <http://ispots.mit.edu>

At a time when cities like Philadelphia are setting out to provide public wireless Internet access at a citywide level, there is an urgent need to conduct

de cette utilisation dans un environnement entièrement connecté.

La première étape du projet consiste à répertorier sur une modélisation 3D de l'université toutes les antennes 802.11 du réseau WiFi implantées sur le campus. Par la suite, les fichiers LOG anonymes des connexions, qui décrivent l'activité des antennes, sont utilisés pour détecter en temps réel l'intensité d'utilisation de chacun des *iSPOTS* (les emplacements physiques depuis lesquels l'Internet est utilisé). On se sert ensuite de ces informations pour construire une carte en couleur et automatisée de l'étendue du réseau WiFi et de l'intensité d'utilisation de certains terminaux du campus ; ces informations sont transmises en temps réel sur une page Web. En poursuivant cette étude sur une période suffisamment longue, nous serons à même d'étudier comment les événements de la vie du campus, les mutations des technologies et les modifications spatiales, affectent les usages des espaces de l'institut.

Le projet prévoit au cours de sa seconde étape le développement d'un système de participation volontaire qui permettra aux étudiants et aux enseignants, s'ils le désirent, de repérer avec précision le point où ils se trouvent sur le campus et de retracer leurs déplacements dans l'enceinte de l'université, en fonction de leur consommation WiFi. Au-delà de l'étude des déplacements, cette application pourrait se révéler utile pour repérer des amis, se rendre plus facile à localiser, faciliter les rencontres, etc. Au bout du compte, ce sont les utilisateurs de cette technologie qui en révéleront le véritable potentiel.

Grâce à ce projet, nous aurons une meilleure connaissance des nouvelles formes d'étude et d'apprentissage possible dans les environnements de travail basés sur l'Internet. En s'appuyant sur les premières interprétations des cartes d'intensité, nous pourrions analyser les caractéristiques spatiales spécifiques des *iSPOTS* afin de comprendre pourquoi certains lieux sont plus prisés que d'autres, et pourquoi certains ne sont que très peu fréquentés. Les stratégies futures des services d'informatique et d'aménagement de la MIT School prendront en compte les résultats de cette analyse, qui peuvent aider à mieux comprendre les modes d'occupation des bâtiments, et à concevoir des environnements plus adaptés aux attentes de leurs utilisateurs. La perspective de ce projet serait d'instaurer de nouvelles stratégies de planification dynamique, une stratégie en temps réel, qui fait aujourd'hui défaut dans une société en perpétuelle évolution.

Utilisation des données de localisation fournies par les téléphones portables.

« À Dublin, aujourd'hui, l'omniscience du romancier n'est plus indispensable pour suivre Leopold Bloom, Stephen Dedalus et Buck Mulligan à travers la ville ; il suffit de repérer leur utilisation de téléphone portable. Et si Leopold parvenait à accéder aux historiques des communications, il saurait immédiatement et avec précision ce que manigance Molly... »
W. Mitchell⁹

empirical research that studies the impact of these technologies on the spatial patterns of use in the urban sphere⁸. *iSPOTS* is a mapping project that takes advantage of MIT's extensive WiFi coverage to better understand the spatial patterns of Internet usage that emerge in an environment with ubiquitous connectivity.

In the initial phase of the project, all 802.11 WiFi network antennae on campus are mapped onto a three dimensional plan of the university. Subsequently, the anonymous LOG files of antenna traffic are employed to monitor the use intensities of all *iSPOTS* – the actual physical locations where wireless Internet is being used – in real-time. This data is then used to construct an electronic colour-field map showing the WiFi coverage and use intensity of specific campus terminals; the information is displayed graphically and statistically on a webpage in real-time. Continuing this monitoring process for an extended period of time will allow us to study how campus events, technological changes and spatial alterations affect the use of the Institute's spaces

The second phase of the project will develop a voluntary opt-in system whereby individual students, faculty, and staff will be able to track their specific location on campus, as well as their cumulative movements through the Institute's facilities, based on their patterns of WiFi usage. Beyond helping us to study the patterns of movement within the university, this application could also serve as an effective tool for tracking friends, making oneself more visible, meeting people, etc. The ultimate potential of this technology will be revealed by the users themselves.

As a result of this project we will gain significant insight into the changing patterns of studying and learning in Internet-based working environments. Based on preliminary results of the intensity maps, we analyze the specific spatial qualities of *iSPOTS* in order to understand what makes one location more popular than another and why certain locations are seldom used. The results of this analysis will inform MIT's planning and technological service strategies and can be used to develop a better understanding of buildings' use patterns, as well as to design more responsive environments. Most importantly, however, this project seeks to introduce a new real-time feedback planning strategy, urgently needed in today's rapidly changing society.

The Use of Location Data from Mobile Phones

"In today's Dublin, you wouldn't need a novelist's omniscience to follow Leopold Bloom, Stephen Dedalus, and Buck Mulligan around the city; you could just track their cell phone usage. And if Leopold could get access to the logs, he could figure out precisely what Molly was up to."
W. Mitchell⁹

Whether or not you're a techno-enthusiast, Mitchell's *E-topia* has certainly become a reality in the field of mobile communications. Just look at data

Que l'on soit ou non convaincu par les technologies, l'*E-topia* de William J. Mitchell est devenue une réalité en ce qui concerne la communication mobile. Il suffit de voir les chiffres de la téléphonie mobile : cette industrie est en plein essor. D'après l'EITO¹⁰, le nombre d'abonnement de téléphonie mobile en Europe de l'Ouest a atteint les 350 millions en 2003 (contre 157 millions aux États-Unis). En Italie, où l'étude du *Mobile Landscape : Milan* a été menée, ce nombre s'élève à près de 54 millions, ce qui fait de ce pays le deuxième marché le plus important d'Europe après l'Allemagne. Dans le reste du monde, en particulier dans les pays où l'utilisation de l'Internet est peu élevée, l'engouement pour la téléphonie mobile est de plus en plus prononcé parmi la population urbaine.

Dans le même temps, les données référencées géographiquement sont de plus en plus accessibles et les applications qui en découlent font actuellement l'objet d'une grande attention dans l'industrie de la téléphonie mobile. On parle couramment de *Location Based Services* (LBS), options fournies avec les mobiles permettant d'avoir accès à des infos spécifiques à la localisation du mobile. Parmi les exemples de ces services, déjà en circulation ou à l'état de projet, on trouve des systèmes qui fournissent des informations sur l'environnement de l'utilisateur (restaurants ou musées à proximité, centres d'hébergement d'urgence les plus proches, etc.), des lignes de dialogue électronique visant à favoriser les rencontres virtuelles entre personnes correspondant au même profil, ou encore des « tissus numériques » (*digital tapestries*) qui associent à des lieux physiques divers types d'informations. À la lumière de ces évolutions, il est assez surprenant de voir que l'ensemble des données géo-référencées fournies par les moyens de communication peu onéreux et produits en série n'ont encore jamais été utilisés pour décrire les systèmes urbains. Les efforts de recherche dans ce domaine sont très limités ; d'une manière générale, la littérature scientifique n'aborde pas les thèmes tels que la réalisation de cartes décrivant l'activité des téléphones portables dans les villes, ou la visualisation du système urbain en matière de téléphonie fixe. Comment cet état de fait s'explique-t-il ?

Le manque de recherches universitaires sur ce sujet a une explication pratique : il est difficile d'accéder aux données nécessaires pour interpréter la manifestation spatiale de l'utilisation des téléphones portables. En fait, la plupart du temps, il ne suffit pas de rassembler les données pour mener à bien une analyse utile ; il est souvent nécessaire, en plus, de développer des applications spécifiques en partenariat avec les fournisseurs d'accès pour être capable d'interpréter ces données. Les deux projets que nous allons décrire ci-dessous ont entrepris d'inciter les opérateurs européens à engager des études ponctuelles sur la dynamique spatiale de la téléphonie. Ces études n'auraient pas pu être menées à bien sans leur aide.

from the booming mobile communications industry. According to the European Information Technology Observatory¹⁰, cell phone subscriptions in Western Europe reached 350 million in 2003 (compared with 157 million in the USA). In Italy, where the *Mobile Landscape : Milan* case study was conducted, the number of users is approximately 54 million; i.e., the second largest market in Europe after Germany. Elsewhere in the world, especially in countries with lower levels of Internet use, mobile phones are becoming increasingly popular amongst the urban populace.

Concurrently, geo-referenced data are becoming more readily available and their applications are currently the focus of much attention in the cell phone industry. They are generally referred to as Location Based Services (LBS) – value-added services for individuals in the form of new utilities embedded in their personal devices. Examples, both implemented and speculative, include systems providing information about one’s surroundings (neighbouring restaurants, museums, emergency shelters, etc.); distributed chat lines aimed at allowing people with similar profiles to encounter each other in space via a technologically augmented serendipity; and “digital tapestries” that attach different types of information to physical spaces.

In light of these facts, it is surprising that aggregated location data derived from inexpensive, mass-produced communications devices have not been used to describe urban systems. Research efforts in the area are minimal; the scientific literature mostly ignores themes such as the mapping of cell phone activity in cities or the visualization of the urban system based on handset movements. How could this be ?

One practical reason for the lack of scholarly research on this subject is the difficulty of accessing the necessary data to interpret the spatial expression of cell phone usage. In fact, in most cases collecting the data itself is not sufficient to conduct a useful analysis, as it is often necessary to develop ad-hoc software in partnership with telecommunications providers in order to understand the data’s spatial manifestations. The two projects described below have engaged leading cell phone operators in Europe to develop discrete studies exploring the spatial dynamics of phone usage. They could not have been realized without the help of these providers.

Mobile Landscape : Milan

- > Team : Riccardo Pulselli, Carlo Ratti, Sarah Williams.
- > Coordination : Carlo Ratti, SENSEable City Laboratory, MIT.
- > Project completion, initial phase : October 1st, 2005.

The *Mobile Landscape : Milan* project represents the SENSEable City Laboratory’s first effort to map urban dynamics based on cell phone activity in a specific geographic area. For this study, the research team has established a partnership with a leading Italian mobile network operator, thus

Mobile Landscape : Milan

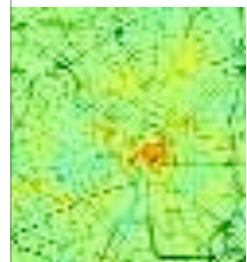
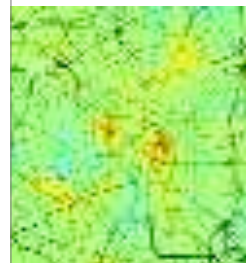
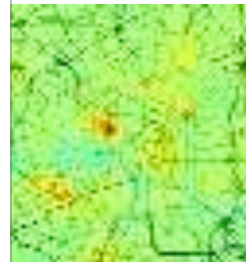
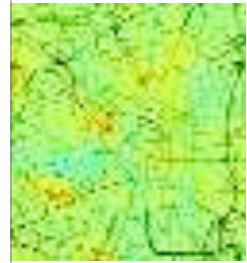
- > Équipe : Riccardo Pulselli, Carlo Ratti, Sarah Williams.
- > Coordination : Carlo Ratti, SENSEable City Laboratory, MIT.
- > Fin de la première phase du projet : 1 Octobre 2005.

Avec le projet intitulé *Mobile Landscape : Milan*, le laboratoire SENSEable City tente pour la première fois de dresser une carte des dynamiques urbaines développée à partir de l'activité des téléphones mobiles d'une zone géographique spécifique. À l'occasion de cette étude, l'équipe de chercheurs a établi un partenariat avec un grand opérateur italien ; cette situation leur permet d'observer en quoi l'ensemble des données fournies par les téléphones portables peuvent éclairer les dynamiques des systèmes urbains. C'est la zone métropolitaine de Milan qui a été choisie comme premier site d'étude pour ces caractéristiques d'urbaines et parce qu'elle constitue l'un des marchés de téléphonie mobile les plus développés au monde.

Les résultats actuels de cette étude semblent pouvoir ouvrir la voie vers une nouvelle interprétation des systèmes urbains, que nous avons appelée *Mobile Landscapes* (paysages mobiles). Celle-ci pourrait proposer de nouvelles réponses à certaines questions de l'architecture et de l'urbanisme : 1) comment dresser la carte de la provenance et de la destination des véhicules ? 2) comment interpréter les déplacements des piétons ? 3) comment mettre en relief les points essentiels de l'infrastructure urbaine ? 4) comment peut-on établir des rapports entre la forme de la ville et les flux qui s'y dessinent ?

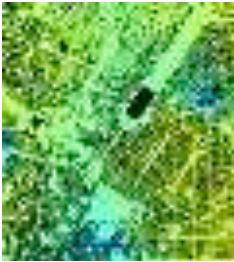
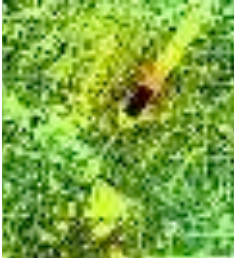
À cet égard, l'étude menée dans le cadre des *Mobile Landscapes* pourrait avoir un impact important sur la syntaxe spatiale¹¹, en complétant les enquêtes de rue traditionnelles, voire en s'y substituant. En fait, ce concept pourrait peut-être révolutionner, volontairement ou non, le domaine des études d'urbanisme dans son ensemble, car les *Mobile Landscapes* mettent à jour les comportements et les déplacements réels sur le territoire urbain, de nouveaux « réflexes » du système urbain, en temps réel.

La recherche est en cours, mais voici quelques résultats préliminaires; des données plus détaillées, ainsi qu'un débat sur les implications en termes de vie privée, suivront¹². Les images ci-contre montrent la continuité de l'activité téléphonique dans la ville de Milan ; les différentes intensités sont représentées sur une carte logarithmique classique présentant une gamme de couleurs allant du bleu au rouge (le bleu indique les zones de faible activité des téléphones portables, le rouge les zones de forte activité). Les variations d'intensité apparaissent par une série de cartes dressées entre 9:00 et 13:00 heures. De fait, cette série met en lumière les migrations cycliques dans la ville de Milan : en début de matinée, l'intensité relative des appels téléphoniques est à son maximum dans les banlieues ; elle se déplace progressivement vers



Carte de densité des appels portables dans la région de Milan entre 09:00 et 13:00 d'une journée d'avril 2004.

Maps showing areas with different cell phone call density in the metropolitan region of Milan. Data show activity between 09:00 and 13:00 for one day in April, 2004.



Carte de densité des appels portables autour de la gare de Milan entre 16:00 et 20:00 d'une journée d'avril 2004. Maps showing areas with different cell phone call density around the train station in Milan. Data show activity between 16:00 and 20:00 for one day in April, 2004.

gaining a privileged insight into how aggregated data from mobile devices could reveal the dynamics of urban systems. The metropolitan area of Milan, Italy has been selected as the initial case study site; it combines a number of interesting planning features with one of the most developed markets for mobile phones.

The current results obtained from the study seem to open the way for a new approach to the understanding of urban systems, which we have termed “mobile landscapes”. Mobile landscapes could give new answers to long-standing questions in architecture and urban planning such as 1) how to map the origins and destinations of vehicles; 2) how to understand patterns of pedestrian movement; (3) how to highlight critical points in the urban infrastructure; (4) how to establish the relationship between urban forms and flows, etc. In this sense, the study of mobile landscapes could have a great impact on space syntax¹¹, complementing and possibly substituting traditional pedestrian surveys in the future. In fact, the whole field of planning and urban studies could be revolutionized (wittingly or unwittingly) by the concept of mobile landscapes, as they yield the potential to reveal – in real-time, as a new ‘reflex’ of the urban system – actual patterns of movement and behaviour in the urban territory.

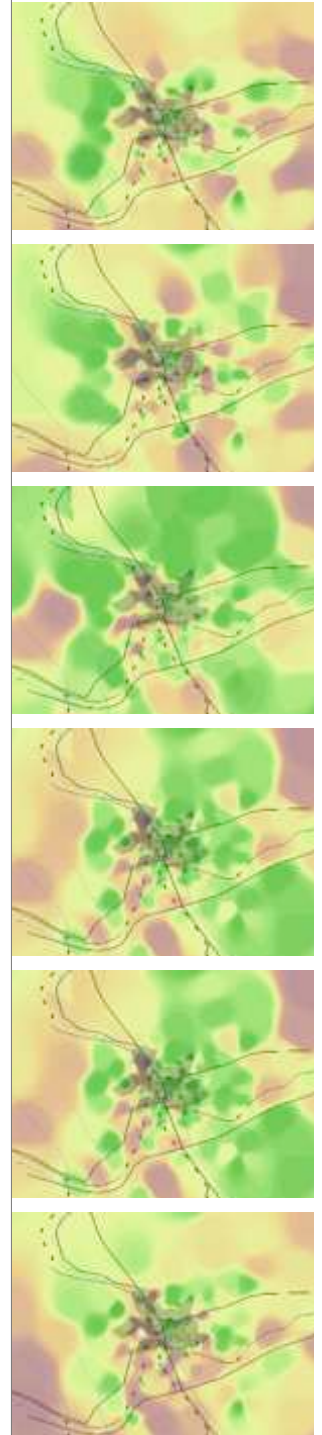
Research is still in progress, but some preliminary results are presented here; more detailed data, as well as a discussion of privacy implications, is forthcoming¹². These images show a continuous surface of cell phone activity in Milan; intensities are represented by a standard logarithmic colour map that ranges from blue to red (blue indicates zones of low cell phone activity, while red indicates zones of high activity). The variations are shown in a series of these maps over the whole Milan case study area between 9:00 and 13:00. As it turns out, the series clearly highlights Milan’s general commuting patterns : the relative intensity of calls is maximum in the suburbs early in the morning, while it progressively moves towards the city-center and peaks at the core central district (mostly offices) at noon. However, the maps also depict urban activities with a finer grain. Next series represent a zoom into the area around Milan’s Stazione Centrale, a key railway-commuting node. Here, again it is possible to clearly identify rush hours, with 16:00 and 17:00 showing a great yellow area (the last image of the sequence shows low levels of activity, as in fact happens once daily commuters have departed).

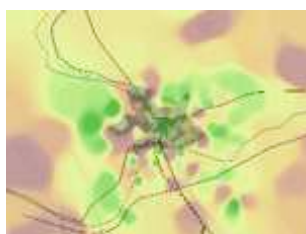
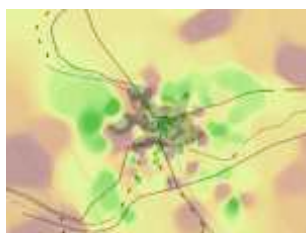
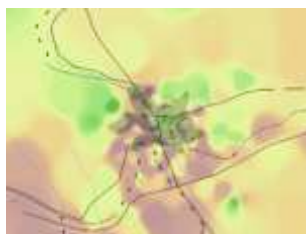
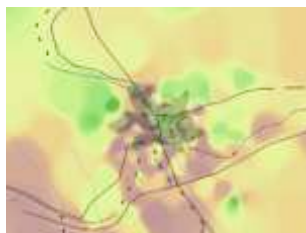
The underlying assumption is that the activity of a cell phone station is somehow related to the number of people in the neighbourhood. This would be correct if all people were using cell phones at regular intervals. Almost everyone carries a cell phone in Italy, but patterns of use depend on the type of users (age, socio-economic traits, etc.) and on the activity they are involved in (working, shopping). Still, our hypothesis is that the patterns of cell phone use intensity correlate with the intensity of urban activity;

le centre-ville, et elle atteint son point culminant au cœur de la ville (constitué pour l'essentiel de bureaux) à midi. Par ailleurs, les cartes décrivent l'activité urbaine avec plus de précision. La série suivante est un zoom sur les abords de la Gare Centrale de Milan, centre clé pour les trajets quotidiens. Là encore, on peut déterminer de façon très précise les heures de pointe : une large zone de couleur jaune couvre la plage horaire de 16:00 à 17:00 heures (la dernière carte de la série montre de faibles niveaux d'activité, qui correspondent en fait au départ des navettes quotidiennes).

Selon l'hypothèse de cette recherche, l'activité des téléphones portables dans un espace donné serait liée d'une manière ou d'une autre au nombre d'individus qui s'y trouvent. Ce serait vrai si tous utilisaient leur téléphone portable à intervalles réguliers. Or si tout le monde ou presque en Italie possède un appareil de téléphonie mobile, les modes d'utilisation diffèrent néanmoins en fonction des individus (de leur âge, de leurs caractéristiques socio-économiques, etc.) et de leur activité du moment (s'ils travaillent, s'ils font leurs courses...). Quoi qu'il en soit, nous posons comme hypothèse que l'intensité d'utilisation des téléphones portables est en corrélation avec celle de l'activité urbaine ; les mettre en lumière peut aider à comprendre d'importantes dynamiques urbaines. Les points d'infrastructure urbaine particulièrement utilisés sont plus faciles à localiser, tout comme les événements provoquant une activité de communication intense ou les quartiers « branchés » de la ville. Nous pouvons enfin nous attaquer à un problème de longue date : celui de l'estimation de la circulation entrante et sortante de la ville. Nous faisons ici référence non seulement aux migrations cycliques, mais aussi aux changements d'activités du week-end par rapport à la semaine et aux mouvements en période de vacances. Les potentiels de ces applications en temps réel peuvent avoir de vastes implications, elles pourraient même jouer un rôle dans l'aide humanitaire d'urgence. Pensez-vous que le désastre provoqué par le tsunami dans l'Océan Indien, en décembre 2004, aurait présenté un bilan aussi lourd si l'on avait pu identifier ceux qui se trouvaient près de la côte et leur donner des informations pour l'évacuation ?

Les applications potentielles sont nombreuses, mais ce ne sont pour l'instant que des hypothèses. Telles qu'elles sont présentées, les cartes établies par SENSEable City Lab se limitent à la représentation des dynamiques d'intensité de la téléphonie mobile. Dans leur état actuel, elles sont précises et révélatrices ; mais elles nécessitent une étude plus large. Les données, actuellement en cours d'analyse, sont obtenues par le suivi des portables à intervalles réguliers (par exemple, toutes les cinq minutes) ; ces données mettront en évidence le lien entre l'activité des antennes répertoriées et les mouvements urbains.





Séquence représentant l'évolution de l'intensité d'utilisation des téléphones portables sur la journée du 10 octobre 2005 dans la ville de Graz.

Sequence of Graz images showing areas with different cell phone call density for one day on October, 10th 2005.

revealing them can help monitor important urban dynamics. Critical points in the use of the urban infrastructure become more evident, as well as communications-intensive events and “hot” areas in the city. Finally, a long-standing problem can be addressed : that of estimating flows in and out of the city. We are referring to patterns of daily commuting, weekday versus weekend activities and holiday movements. Real time applications could be broad and far reaching and might even play a role in emergency relief. Would the Indian Ocean tsunami disaster of late 2004 have taken as sharp a toll as it did if people near the sea coast had been identified and given evacuation instructions via their cell phones ?

A wide array of potential applications can only be postulated at this stage. As presented, the maps undertaken by the SENSEable City Lab limit themselves to showing the dynamics of cell phone intensity. In their present state, they are accurate and revelatory; however, they need further validation. The new data that are currently being processed, based on the tracing of the displacement of hand-held devices in the city at regular intervals of time (i.e., every five minutes), will provide evidence of how urban movements relate to the registered antenna activity.

Mobile Landscape : Graz

> Team : Daniel Berry, Sonya Huang, David Gutierrez, David Lee, Xiongjiu Liao, Andrea Mattiello, Eugenio Morello, Carlo Ratti, Andres Sevtsuk.

> Coordination : Daniel Berry, Andrea Mattiello, Eugenio Morello, Carlo Ratti, Andres Sevtsuk, SENSEable City Laboratory, MIT.

> Project completion October 1st, 2005.

Mobile Landscape : Graz is a project developed for the exhibition MCity : European Cityscape at the Kunsthaus Graz, operating from October 2005 through January 2006. It harnesses the potential of mobile phones as an affordable, ready-made and ubiquitous technology that allows the city to be sensed and displayed in real-time, revealing the opportunities, patterns and potential hazards that this technology harbors.

Mobile Landscape : Graz (re)presents the city through two maps or channels, displayed simultaneously in the Kunsthaus Graz and in a publicly accessible website.

The first channel of the Real-Time City Map shows the changes in volume and geographic source of cell-phone usage within Graz. To construct it, the users of a leading mobile communications operator in Graz are tracked anonymously by “pinging” their handsets as they move through the city. The record of this movement is then collected, processed and finally displayed as a set of dynamic fields that show the fluctuation of phone use in the city at specific points in time.

The second channel of the map relies on a tracking application that allows willing individual users to trace their own movement through the city vis-à-vis their handsets. By sending a SMS, a user can request to be tracked on the

Mobile Landscape : Graz

> Équipe : Daniel Berry, Sonya Huang, David Gutierrez, David Lee, Xiongjiu Liao, Andrea Mattiello, Eugenio Morello, Carlo Ratti, Andres Sevtsuk.

> Coordination : Daniel Berry, Andrea Mattiello, Eugenio Morello, Carlo Ratti, Andres Sevtsuk, SENSEable City Laboratory, MIT.

> Fin du projet : 1 Octobre 2005.

Mobile Landscape : Graz a été présenté à l'occasion de l'exposition MCity : European Cityscape qui s'est tenue au Kunsthau Graz entre octobre 2005 et janvier 2006. Ce projet exploite le potentiel des téléphones portables en tant que moyen de communication bon marché, prêt à l'emploi et omniprésent qui permet de visualiser et de percevoir la ville en temps réel ; il expose ainsi les perspectives que peut ouvrir cette nouvelle technologie autant que les risques qu'elle peut comporter.

Mobile Landscape : Graz (re)présente la ville de Graz, en Autriche, à l'aide de deux cartes ou canaux qui seront affichés simultanément au Kunsthau Graz et sur un site Internet public.

La première source de la *carte de la ville en temps réel* montre l'évolution statistique et géographique de l'utilisation de téléphone portable dans Graz. Elle est constituée grâce au repérage anonyme des abonnés d'un grand opérateur, dont on suit les déplacements à travers la ville en détectant leur téléphone. Les enregistrements sont ensuite collectés, examinés puis transmis en un ensemble de champs mouvants retraçant les fluctuations de l'utilisation de portable dans la ville à certaines heures de la journée.

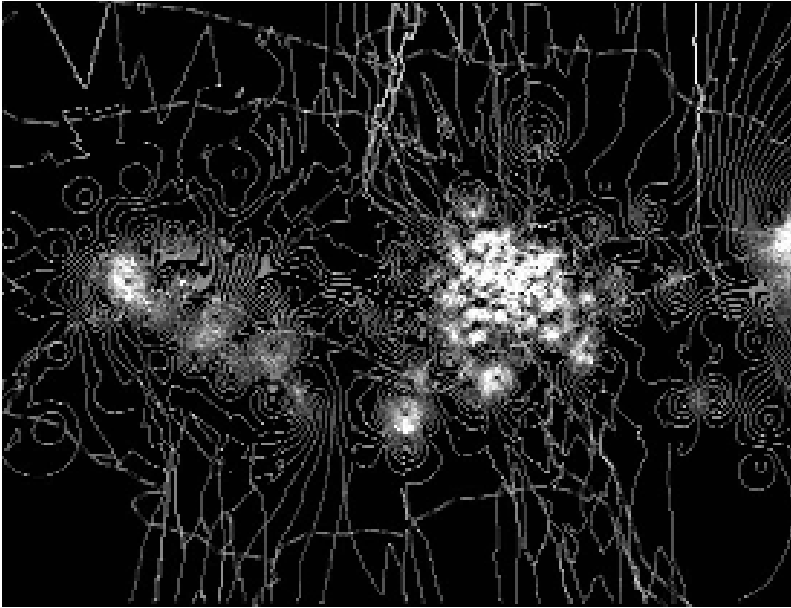
La seconde source de la carte dépend d'une application qui permet à des volontaires de suivre leurs propres mouvements grâce à leur téléphone. En envoyant un SMS, ils peuvent demander d'être suivis pour 24 heures ; ils peuvent aussi décider d'interrompre à tous moments. La trace de chacun des volontaires s'affiche alors sur la carte avec un alias confidentiel et la vitesse de leurs déplacements.

Mobile Landscape : Graz est donc un instrument d'écoute, d'observation et de lecture de la ville, un outil qui interprète la ville en tant qu'entité mouvante formée d'interactions humaines dans l'espace et dans le temps, plutôt que comme un environnement figé strictement physique. D'une part, ce projet propose un mécanisme d'analyse destiné à mieux comprendre les situations urbaines en temps réel. D'autre part, il informe ses utilisateurs, leur permettant de passer de l'état d'entité passive et observée à celui de participant.

En appréhendant les téléphones portables comme des appareils permettant de repérer et de suivre leurs utilisateurs, mais aussi d'ouvrir des perspectives de participation, *Mobile Landscape : Graz* suscite également des interrogations quant au rapport de la ville contemporaine aux technologies d'information et de communication. Dans quelle mesure la technologie influe-t-elle sur nos modes de description et de représentation de la condition urbaine



Capture d'une représentation en temps réel de l'activité des téléphones portables dans Graz superposée au plan de la ville (octobre 2005)
Real-time image of cell phone activity in Graz, superimposed over city map (October, 2005)



SENSEable City Lab.
Mobile Landscape : Graz, (2005).
Représentation en temps réel de l'activité
des téléphones portables à Graz.
Real-time image of cell phone activity in
Graz, superimposed over city map.

actuelle ? Quels sont les effets de cette technologie en tant qu'instrument d'enquête et d'analyse, et quel est son potentiel en la matière ? Quelles nouvelles formes, quelles nouvelles interprétations peuvent aujourd'hui être adoptées par la cartographie, et comment les citoyens peuvent-ils répondre et participer activement à celle de leur environnement ? Quelles réponses cette nouvelle technologie apporte-t-elle aux questions du contrôle, de la liberté individuelle, de l'hégémonie, de la vie privée, de la dépendance géographique¹³ ?

Enfin, en ayant une approche active – et non pas simplement théorique – de ces questions, ce projet confirme sa fidélité à la recherche empirique et la pratique démocratique. Parallèlement, il complique les notions traditionnelles d'intentionnalité et d'auteur, notions qui s'effondrent dès lors que les usagers maîtrisent des cartes numériques.

Conclusions

Les trois projets que nous avons décrits dans le présent article se fondent sur le fait que les nouvelles technologies d'information et de communication, telles que l'Internet sans fil ou la téléphonie mobile, opèrent actuellement de profonds changements dans les comportements et l'organisation structurelle du système urbain. *iSPOTS*, *Mobile Landscape : Milan* et *Mobile Landscape : Graz* sont des initiatives distinctes qui répondent à l'urgente nécessité de développer de nouveaux outils de recherche pour mieux comprendre les implications de ces technologies émergentes sur l'espace urbain et ses habitants. Dans une certaine mesure, les mêmes technologies qui modifient actuellement les différents aspects de la vie urbaine, pourraient être utilisées pour rendre ces changements plus intelligibles.

map of Graz for 24 hours; the user can also stop the tracking at any time. The traces of each registered user are then layered over the general map alongside a confidential profile, showing the speed and pathways of his/her movement through space and time within Graz.

Mobile Landscape : Graz is thus a means of listening, observing, and reading the city, a tool that interprets the city as a shifting entity formed by webs of human interactions in space-time, rather than as a fixed and purely physical environment. On the one hand, it provides an analytical mechanism to further understand the urban condition in real-time. On the other hand, it provides feedback, allowing the user to change from being a passive/observed entity to an active participant.

By harnessing cell phones as devices that can track/monitor its users and simultaneously offer new opportunities for participation, *Mobile Landscape : Graz* also raises questions about the relationship between information and communication technologies and the contemporary city. How does technology shape the way in which we describe and represent the contemporary urban condition ? What effects and possibilities does this technology generate as a tool of analytical inquiry ? What are the new forms and interpretations that mapping can adopt today, and how can citizens actively respond and participate in the process of mapping their surrounding environment ? How does this technology respond to issues of control, freedom, hegemony, privacy and geo-slavery¹³ ?

Finally, by engaging these questions in an active – not simply theoretical – way, the project asserts its allegiance to empirical research and democratic practice. Simultaneously, it complicates the traditional notion of authorship and intentionality, which breaks down as the digital maps fall into the hands of their multiple users.

Conclusions

At their core, the three projects discussed in this article engage the fact that new ICTs such as wireless Internet and mobile phones are profoundly changing the structural conditions and behavior of the urban system. *iSPOTS*, *Mobile Landscape : Milan*, and *Mobile Landscape : Graz* are discrete initiatives that respond to the urgent need to develop new knowledge tools that mobilize these technologies to better understand the urban domain. In a certain sense, it can be said that the very technology that is changing urban patterns can be used to make them more intelligible.

Projects that engage the city in its present, technologically-enhanced state could begin to provide architecture and urban planning with new channels to intervene in the urban realm. They also seem to open the way to a new

De tels projets, s'attachant à la ville actuelle et aux évolutions que la technologie lui apporte, pourraient conférer à l'architecture et à l'urbanisme de nouvelles possibilités d'intervention dans l'espace urbain. Ils semblent également ouvrir la voie à un nouveau paradigme, celui de la « ville en temps réel ». L'affirmation est de A.M. Townsend : « les systèmes en temps réel sont fondés sur l'utilisation de la rétroactivité d'une partie du système pour encourager ou décourager, selon le cas, l'activité d'une autre partie du système, amenant ainsi celle-ci à un état de stabilité optimale déterminé par l'entité faisant autorité. Pourtant, la ville en tant que système n'a encore jamais fonctionné selon un principe ne serait-ce qu'approchant du temps réel. »¹⁴

Depuis un certain temps déjà, les dispositifs de surveillance et de détection électronique n'ont cessé de se multiplier dans les zones urbaines ; on pense notamment aux caméras de surveillance ou à la situation londonienne (le citoyen londonien est filmé en moyenne plus de 300 fois par jour par les caméras CCTV).¹⁵ Mais c'est uniquement grâce au sans-fil que les capteurs peuvent commencer à agir en système et faire de la « ville en temps réel » une réalité. Parfois, ce processus se construit de manière déconcentrée et l'« intelligence centrale » se constitue selon un procédé pyramidal, comme cela s'est vu, un peu partout dans le monde, avec l'exploitation du sms par certains manifestants à l'occasion de grands rassemblements¹⁶. Parfois, les données sont rassemblées et centralisées, puis examinées, comme c'est le cas dans les études que nous avons présentées dans cet article.

Quelles sont les implications de cette nouvelle condition urbaine ? En un sens, celle-ci soulève presque autant de questions qu'elle n'apporte de réponses : serait-il possible d'envisager une pratique urbanistique plus dynamique, plus ajustée ? d'injecter dans la vie quotidienne le flux des données perçues, instaurant ainsi une dimension rétroactive continue quant aux processus de prise de décision ? La « ville en temps réel » annonce l'avènement de (ou la lutte pour) l'« urbanisme temps réel ». Là encore, Townsend illustre clairement ce point : « La décentralisation massive des moyens de contrôle et de la coordination des activités urbaines menace les fondements mêmes de l'urbanisme. En effet, cette profession repose sur l'idée selon laquelle c'est en agissant depuis une agence centralisée que les techniciens peuvent prendre les décisions les plus adaptées quant à l'attribution des ressources et l'administration, et qu'ils peuvent réellement appliquer ces décisions à l'échelle de la ville ».¹⁷

À un niveau plus général, les résultats décrits dans cet article, exercent une influence sur l'image que la ville a d'elle-même. Ils permettent une nouvelle approche critique de la condition urbaine d'aujourd'hui, mettant en lumière aussi bien les perspectives qu'ils offrent (par exemple, un élargissement des possibilités d'expression personnelle) que leurs dangers potentiels (par exemple, les abus de surveillance). Voici le sens de la *ville en temps réel*.



Carlo Ratti

Architecte et ingénieur, il enseigne au MIT où il dirige le laboratoire SENSEable City.

L'agence carlorattiasociati, dont il est le fondateur et le directeur, a été sélectionné pour la Biennale de Venise 2004 parmi les meilleures agences d'architecture italiennes émergentes. Ingénieur diplômé du Politecnico di Torino (I) et de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées (F), il détient également un master et un doctorat en architecture de l'Université de Cambridge (UK). Junior Fellow de l'Aspen Institute, il est le co-auteur de quatre brevets et de plus de quarante textes scientifiques.



Daniel Berry

Il a étudié l'architecture à l'Université de Princeton, et la planification urbaine au MIT, dans lequel il a intégré le groupe City Design and Development ainsi que le SENSEable City Lab.

Son travail se concentre sur les modalités de changement et le sens de l'espace public dans le territoire urbain contemporain. Il est membre actif du Center for Advanced Visual Studies MIT et collabore au projet *Mobile Landscape* : Graz.

Carlo Ratti teaches at the MIT, where he directs the SENSEable City Laboratory. He is also founding partner and director of carlo-rattiasociati, an architectural practice that was selected for exhibition at the Venice Biennale 2004 as one of the top emerging Italian practices. He graduated in structural engineering from the Politecnico di Torino and the Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, later specializing in architecture with MPhil and PhD degrees from the University of Cambridge in 2002. A junior fellow of the Aspen Institute, he has co-authored four patents and over forty scientific publications.

Daniel Berry studied Architecture at Princeton University and City Planning at the MIT, where he is a member of the City Design and Development Group and the SENSEable City Lab. His current work explores the changing modalities and meanings of public space in the contemporary urban territory. He is a collaborator in the *Mobile Landscape : Graz* project and an active member of the MIT Center for Advanced Visual Studies.

paradigm : that of the “real-time city”. As A.M. Townsend put it : “Real-time systems operate by using feedback from one part of the system to either induce or inhibit activity in another part of the system, pushing it towards an optimum stable state chosen by the designer. Yet the city, as a system, has never operated at anything remotely approaching real time.”¹⁴ Electronic sensors and monitoring devices have been steadily accumulating in urban areas for some time now : think about video surveillance and the situation in London, where the average citizen is captured over 300 times per day by CCTV cameras.¹⁵ However, it is only with the deployment of wireless that sensors can start working together as a system and make the “real-time city” real. Sometimes this process happens in an atomized way and “central intelligence” is built using a bottom up process, as is the case with the use of dynamic SMS as tools used by demonstrators in rallies and large gatherings over the world¹⁶. In other cases, the data is collected centrally and then processed, as is the case with the studies presented in this article.

What are the implications of this new urban condition ? At one level, it raises almost as many questions as it answers : would it be possible to envision a more dynamic and adaptive planning practice ? Or to inject a feedback loop of remotely-sensed data reflecting urban “experiences” for decision-making processes ? The “real-time city” heralds the advent (or struggle for) “real-time planning”. Again Townsend clearly illustrates the point : “Massive decentralization of control and coordination of urban activities threatens the very foundations of city planning – a profession based upon the notion that technicians operating from a centralized agency can make the best decisions on resource allocation and management and act upon these decisions on a citywide basis.”¹⁷

On a more general level, results like the ones outlined in this paper are changing the self-representation of the city. They make possible a new critical approach to the contemporary urban condition by raising awareness of both the opportunities (i.e. efficiency and increased personal expression) and hazards (i.e. excesses of surveillance) that they introduce. This is the sense of the real-time city.

Notes

1. LE CORBUSIER, *La charte d'Athènes*, Paris Editions. de Minuit, 1957.
 2. See <http://steamecafe.mit.edu/>
 3. See, for instance, F. DUFFY , *The New Office*, London, Conran Octopus, 1997.
 4. LE CORBUSIER, op.cit. (1).
 5. Some of these aspects are discussed in W. MITCHELL, *Me++*, Cambridge MA, MIT Press, 2003 the latest of a trilogy that included *City of Bits*, 1995 and *E-topia*, 1999. See also H. RHEINGOLD, *Smart Mobs : The Next Social Revolution*, Cambridge MA, Perseus Publishing, 2002.
- Implications of increased mobility on time management are highlighted, amongst others, by the project Fluidtime at the Interaction Design Institute in Ivrea : <http://www.interaction-ivrea.it/en/gallery/fluidtime/index.asp>

Notes

1. LE CORBUSIER, *La charte d'Athènes*, Paris Editions de Minuit, 1957.
2. Voir <http://steamecafe.mit.edu/>
3. Voir, par exemple, F. DUFFY, *The New Office*, Londres, Conran Octopus, 1997.
4. LE CORBUSIER, op.cit (1).
5. Certains aspects de ce sujet sont discutés dans le troisième volet de la trilogie de W. MITCHELL (après *City of Bits*, 1995 et *E-topia*, 1999) : W. MITCHELL, *Me++*, Cambridge MA, MIT Press, 2003. Voir également H. RHEINGOLD, *Smart Mobs : the Next Social Revolution*, Cambridge MA, Perseus Publishing, 2002. Les implications de la mobilité croissante sur la gestion du temps sont notamment mises en relief par le projet *Fluidtime* à l'Interaction Design Institute d'Ivrea : voir <http://www.interaction-ivrea.it/en/gallery/fluidtime/index.asp>
6. A. M. TOWNSEND, « Life in the Real-Time City : Mobile Telephones and Urban Metabolism » in *Journal of Urban Technology*, 7 : 2 pp. 85-104, 2000.
Voir aussi <http://realtimcity.danielbauer.com/>
7. Voir TOWNSEND (6).
8. Voir J.DAO, « Philadelphia Hopes to Lead the Charge to Wireless Future », *The New York Times*, 23 février 2005.
9. MITCHELL, op.cit. (5).
10. European Information Technology Observatory. Voir <http://www.eito.com>
11. La *syntaxe spatiale* est un ensemble de techniques pour l'analyse de l'influence sur les affaires humaines de la configuration de l'espace. D'abord conçue par le professeur Bill Hillier et ses collègues de la Bartlett et de UCL, dans les années 1980, comme un outil pour simuler l'impact de projets d'architecture. Il s'agit désormais d'un outil utilisé pour de nombreuses recherches. Voir <http://www.spacesyntax.org>
12. C. RATTI, R. M. PULSELLI, S. WILLIAMS et D. FRENCHMAN, « Mobile Landscapes : Using Location Data from Cell-phones for Urban Analysis », soumis à publication in *Environment and Planning B – Planning and Design*.
13. Pour une définition de la dépendance géographique : « geoslavery », voir J. DOBSON et P. FISCHER, « Geoslavery », *IEEE Technology and Society*, 22 (1), pp.47-53.
14. TOWNSEND, op.cit (6).
15. Voir l'article de D. GADHER, « Smile, you're on 300 candid cameras », *The Times*, 15. février 1999.
16. Voir <http://www.txtmob.com/>
17. TOWNSEND, op.cit (6).

Remerciements

Les projets décrits dans ce chapitre n'auraient pas pu être élaborés sans l'aide et l'énergie de l'équipe du SENSEable City Lab : chacun d'entre eux a participé aux trois projets. Nous remercions tout particulièrement Xiongjiu Liao pour son aide inestimable en matière de SIG. Nous devons également beaucoup à de nombreuses personnes du Massachusetts Institute of Technology, parmi lesquelles Dennis Frenchmen, William Mitchell, Susanne Seitingner, George Stiny et Lawrence Vale, pour leurs commentaires autant que pour l'environnement de travail extrêmement stimulant qu'ils ont mis à notre disposition. Bien entendu, toute erreur relève de la seule responsabilité des auteurs.

Traduction de l'Anglais d'Emilie Gourdet.

- 6.** A. M TOWNSEND, "Life in the Real-Time City : Mobile Telephones and Urban Metabolism", *Journal of Urban Technology*, 7 : 2, 2000, pp. 85-104. See <http://realtimcity.danielbauer.com>
- 7.** See TOWNSEND, op.cit. (7).
- 8.** See J. DAO, "Philadelphia hopes to lead the charge to wireless future", *The New York Times*, February 23rd 2005.
- 9.** MITCHELL, op.cit. 2003 (6).
- 10.** European Information Technology Observatory. See web site <http://www.eito.com>
- 11.** Space syntax is a set of techniques for the analysis of spatial configurations of all kinds, especially where spatial configuration seems to be a significant aspect of human affairs, as it is in buildings and cities. Originally conceived by Professor Bill Hillier and his colleagues at The Bartlett, UCL in the 1980s as a tool to help architects simulate the likely effects of their designs, it has since grown to become a tool used in a variety of research and areas and design applications. It has been extensively applied in the fields of architecture, urban design, planning, transportation and interior design. (For more information visit www.spacesyntax.org)
- 12.** C. RATTI, R.M PULSELLI, S. WILLIAMS, D. FRENCHMAN, "Mobile Landscapes : using location data from cell-phones for urban analysis", submitted for publication to *Environment and Planning B – Planning and Design*, 2005.
- 13.** For the definition of "geoslavery" see J. DOBSON, P. FISHER, "Geoslavery", *IEEE Technology and Society* 22 (1), 2003, pp.47-53.
- 14.** See TOWNSEND, op.cit. (7).
- 15.** See D. GADHER, "Smile, you're on 300 candid cameras", *The Times*, 14th February 1999.
- 16.** See <http://www.txtmob.com/>
- 17.** See TOWNSEND, op.cit. (7).

Acknowledgements

The projects described in this chapter would not have been possible without the help and energy of the SENSEable City Lab team : they are listed individually under each project. We should only like to single out Xiongjiu Liao for his invaluable help with GIS mapping. We are also indebted to many people at the Massachusetts Institute of Technology for their feedback and for providing an extremely stimulating research environment. In particular, we would like to thank Dennis Frenchman, William Mitchell, Susanne Seitingner, George Stiny, and Lawrence Vale. Of course, any shortcomings are the responsibility of the authors.