

MOOC

Défis technologiques des villes intelligentes participatives

Semaine 1 : Introduction

Textes des vidéos

Document réalisé à partir des transcriptions automatiques des séquences vidéos du MOOC *Défis technologiques des villes intelligentes participatives*. Avec l'aide de N. Méron, participant à la session 2016 du MOOC.

MOOC produit par Inria – Projet IDEFI uTOP. Diffusé sur la plateforme FUN.



SOMMAIRE

SOMMAIRE	2
Enseignants semaine 1	3
1 - INTRODUCTION	4
1.1 - Un MOOC sur la ville connectée, dite intelligente, au service du citoyen	4
1.2 - L'infrastructure matérielle de la ville connectée	6
1.3 - L'infrastructure logicielle de la ville connectée	8
1.4 - Des illustrations de « villes intelligentes »	10
1.5 - Le pouvoir aux algorithmes ?	12

Intervenants semaine 1



STÉPHANE GRUMBACH : chercheur en informatique au sein de l'équipe Inria DICE du centre de recherche Grenoble Rhône Alpes. Stéphane est spécialiste des plateformes d'intermédiation.



VALÉRIE ISSARNY : chercheur en informatique au sein de l'équipe Inria MIMOVE du centre de recherche Paris-Rocquencourt. Valérie est spécialiste des systèmes logiciels distribués et en particulier des solutions intergicielles dédiées aux systèmes mobiles.



NATHALIE MITTON : chercheur en informatique au sein de l'équipe Inria FUN du centre de recherche Lille Nord Europe. Nathalie est spécialiste des réseaux sans fil.

1 - INTRODUCTION

Bienvenue à notre mooc sur les défis technologiques et sociétaux de la ville intelligente, proposée par l'équipe CityLab d'Inria.

Dans ce mooc sur les villes intelligentes, que nous préférons qualifier de villes connectées, pour mettre en avant l'utilisation des sciences et technologies du numérique dans la réalisation des futurs centres urbains, nous allons vous proposer tout d'abord un tour d'horizon de notre vision des futurs centres urbains, qui s'appuie sur les sciences du numérique. Puis nous détaillerons les infrastructures réseaux et logiciels à la base de la réalisation de ces systèmes urbains, pour ensuite nous intéresser à la gestion des données à partir de l'exploitation des nuages informatiques. Et enfin, conclure sur la gestion des données et le respect de la vie privée du citoyen dans ces centres.

Dans cette semaine introductive, je vais d'abord vous proposer notre vision de la ville connectée, également qualifiée de ville intelligente, en insistant sur le fait de proposer des villes qui sont au service du citoyen.

Puis nous donnerons ensuite un bref aperçu des infrastructures matérielles et logicielles qui seront développées plus avant, dans les semaines 2 et 3 de ce mooc.

Et nous proposerons ensuite une illustration de villes intelligentes, en nous intéressant notamment aux villes intelligentes que l'on rencontre en Europe.

Nous conclurons cette semaine introductive sur le « pouvoir aux algorithmes ». Quels sont les avantages et inconvénients de donner le pouvoir aux algorithmes dans la ville connectée ?

1.1 - Un MOOC sur la ville connectée, dite intelligente, au service du citoyen

Les centres urbains ne cessent de croître :

- émergence de mégas cités, qui comprennent plus de dix millions d'habitants, trente millions pour certaines d'entre elles, avec en 2015 35 mégas cités,
- d'ici 2050, 7 habitants sur 10 habiteront dans des centres urbains.

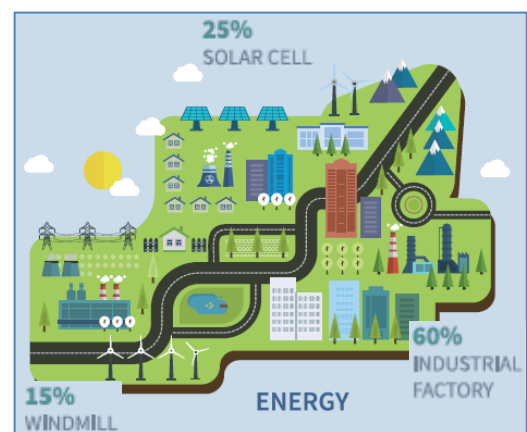
Il est donc essentiel de faire face à cette croissance.

Cet accroissement des centres urbains s'accompagne d'une activité grandissante, comme notamment la croissance du trafic, qui se fait au détriment de l'environnement, avec une pollution grandissante en termes de qualité de l'air ou encore de pollution sonore, mais aussi de la sécurité.

Donc, la croissance des centres urbains se fait au détriment de l'environnement, mais aussi du citoyen, qui est directement impacté par cette pollution, qui a un effet nocif sur sa santé, comme nous le savons tous.

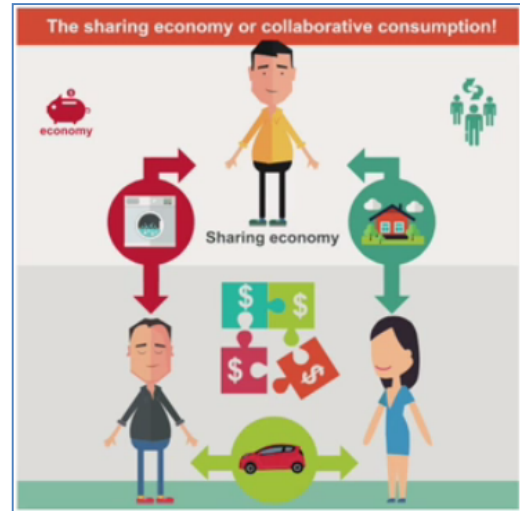
Il est donc essentiel d'avoir une évolution des centres urbains qui s'accompagne d'un développement durable. Et notre vision que nous développons dans ce mooc, c'est que **les sciences du numérique peuvent être un élément de solution**. En tout cas, c'est ce dont nous allons essayer de vous convaincre tout au cours de ce mooc.

Numérique et planification urbaine : comme première illustration de ce que peuvent apporter les sciences du numérique dans le développement durable des centres urbains, nous trouvons la planification urbaine qui s'appuie sur l'utilisation de modèles mathématiques avancés, couplée à l'analyse de données.



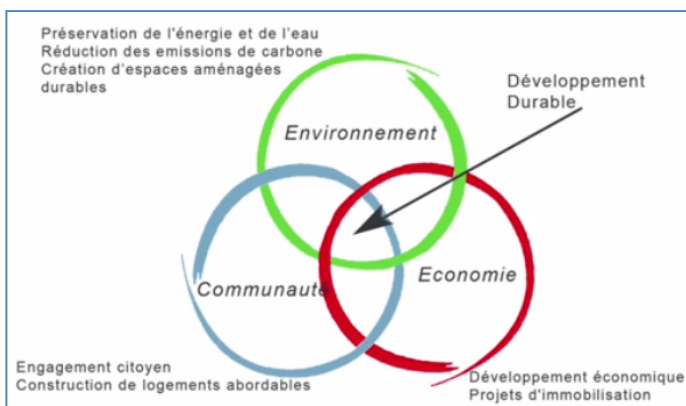
Crédit 1© ideyweb, Shutterstock

Numérique et économie du partage : nous trouvons un autre exemple, qui est l'économie du partage, qui rebondit sur l'émergence et la croissance de l'Internet, qui ici permet de mettre en relation des personnes pour partager des biens comme le véhicule. Et donc, nous voyons que tout naturellement, ceci permet de diminuer l'usage du véhicule dans nos villes, et donc de réduire la pollution. Ou en tout cas, est une source de réduction de la pollution.



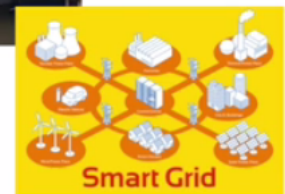
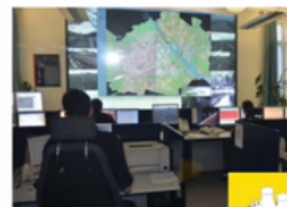
Crédit 2 © SkyPics Studio, Shutterstock

Numérique et engagement citoyen : un autre exemple de l'utilisation des sciences du numérique pour un développement durable de nos villes est lié à une utilisation croissante des réseaux sociaux, combinée à l'usage de l'Internet, qui facilite l'engagement citoyen dans le développement de nos villes. Donc, le citoyen se retrouve au cœur du dispositif et peut influencer l'évolution de sa ville.



Nous trouvons de nombreux autres exemples liés à l'utilisation des sciences du numérique pour le développement durable de nos centres urbains, tels que la gestion intelligente du trafic ou encore la gestion intelligente de l'énergie.

- Gestion « intelligente » du trafic
- Gestion « intelligente » de l'énergie
- ...



Crédit 3 © Siemens AG, Munich/Berlin, www.siemens.com/press ; © chombosan, Fotolia

Donc toute la question que nous vous proposons d'examiner au cours de ce mooc, c'est **comment passer d'une vision d'un développement durable basé sur l'exploitation des technologies du numérique à la mise en œuvre.**

Donc typiquement, nous retrouvons de nombreux concepts des sciences et technologies du numérique qui s'appliquent et qui doivent être appliquées aux centres urbains. On retrouve :

- des **réseaux urbains** : donc la connexion des différents équipements urbains pour une meilleure compréhension, et pour aussi pouvoir communiquer avec le citoyen.

- **l'Internet des objets**, qui permet de coupler le monde physique au monde virtuel
- **l'informatique nomade**, l'utilisation des équipements nomades et en particulier des téléphones portables devenant essentielle dans la communication avec le citoyen.
- **l'informatique en nuage**, pour être à même de stocker les différentes données générées par les centres urbains, pour en avoir une meilleure connaissance et influencer le comportement.

Tout ceci nous conduit à :

- **l'informatique ubiquitaire**, où l'informatique est d'un usage naturel pour tout à chacun, et donc au cœur de l'activité,
- aux **grandes masses de données**, qui va avec l'informatique en nuage. Donc les grandes masses de données consistent à acquérir une connaissance de plus en plus fine sur nos centres urbains, grâce à **l'analyse de données**.
- Et enfin, **les systèmes de systèmes**, puisque nos centres urbains se construisent à partir des différents systèmes qui sont déjà déployés ou qui sont à venir, pour construire de nouveaux systèmes composés.

Évidemment, il est essentiel que le développement des centres urbains connectés ne se fasse pas au détriment du **respect de la vie privée**, ou **engage le citoyen via les systèmes participatifs**, et plus généralement, **apporte des nouveaux services urbains** au service du citoyen.

C'est l'objet du mooc que de proposer un **tour d'horizon des technologies du numérique qui permettent l'émergence de systèmes urbains au service du citoyen**.

1.2 - L'infrastructure matérielle de la ville connectée

Pour rendre notre ville intelligente, on va devoir considérer une infrastructure matérielle.

La ville intelligente va être déployée pour aider à mieux vivre, plus nombreux dans la ville.

Mais comment ?

- En **facilitant nos déplacements** : pour cela, on va essayer de rendre nos transports plus fluides, nos routes plus sûres en anticipant sur la maintenance, sur les travaux à faire et sur la connexion entre tous nos systèmes de transport.
- En cherchant à **améliorer notre confort au quotidien**, notre confort en jouant sur la pollution sonore, atmosphérique, lumineuse, sur tout ce qui peut constituer une gêne pour l'utilisateur de la ville.
- Et tout ça, **dans le respect de notre environnement** pour pouvoir préserver nos ressources naturelles, mieux gérer nos ressources, qu'il s'agisse d'une consommation d'eau, d'électricité, de gaz. Comment on les consomme ? Comment on les distribue ? Comment on les amène vers les usagers ? Mais également, en améliorant la collecte et le recyclage de nos déchets.

Par quels moyens ?

Donc, pour ça, il va d'abord falloir communiquer avec notre environnement :

- On va **prélever des données** sur notre environnement, lui-même et sur nos habitudes, nos déplacements,
- Nous allons **communiquer ces données**, pouvoir les rassembler, les analyser, les étudier,
- Et en fonction **potentiellement agir en retour sur notre environnement**

Pour cela, on va utiliser des capteurs. On va utiliser des réseaux de communication et des actions.

Pour prélever nos données, les capteurs que nous pouvons utiliser sont des capteurs de lumière, de niveau sonore, de pollution, d'humidité, de température, de vibration (**capteurs dits de données**

physiques ou environnementales). Tous ces capteurs qu'on connaît déjà et qu'on va mettre en réseau.

On va associer à ces données, des générateurs de données liés plus à notre présence et à notre activité (**capteurs dits d'activité humaines**), en utilisant des capteurs de présence, des compteurs, en utilisant des cartes RFID (*Radio Frequency IDentification*), comme nos cartes de transport par exemple. Et demandant également de remonter des informations liées aux applications mobiles que nous avons sur nos objets connus.

Où prélever ces données ?

Nous allons prélever ces données :

- dans les rues, sur nos infrastructures urbaines pour mesurer leurs états de santé,
- dans notre environnement, sur nos véhicules. Nous avons maintenant des véhicules connectés, nous avons des systèmes d'aide à la circulation. Tout cela, tous ces appareils remontent des données qu'on va pouvoir exploiter.
- Nous allons prélever des données sur les transports, sur nos déplacements dans les transports, grâce à nos passages de nos cartes d'abonnement.
- Et encore une fois, grâce aux applications qu'on va utiliser sur nos téléphones portables.

Comment remonter les données ?

Nous allons utiliser des réseaux, des réseaux qui sont parfois déjà déployés dans la ville, qui peuvent être filaires ou sans fil.

Les réseaux sans fil les plus utilisés et qui sont déjà déployés, ce sont les réseaux de téléphonie mobile, des réseaux Wifi.

Mais nous allons également utiliser des réseaux spontanés, des réseaux qui ne nécessitent pas une infrastructure prédéfinie comme une antenne, comme une base Wifi et qui vont juste en allumant les entités radio, générer des données et les communiquer. Ce type de réseau peut être un réseau de capteur sans fil par exemple, dont on verra plus en détail le fonctionnement dans les semaines suivantes. Et cela est **nécessaire pour ne pas saturer et/ou alléger les infrastructures existantes**.

Toutes ces données, nous allons les remonter vers Internet, ou vers des réseaux internes pour pouvoir mieux analyser toutes nos données.

Déployer de telles infrastructures représente de nouveaux défis. Ces défis seront abordés lors de la semaine 2 de ce Mooc : « *Infrastructures réseaux des systèmes urbains* ».

Mais on verra qu'il ne suffit pas d'être connecté, il faut pouvoir interagir avec l'utilisateur, l'habitant de la ville et pouvoir traiter la donnée de bout en bout. Ces nouveaux défis seront abordés dans la semaine 3 : « *Infrastructures logicielles des systèmes urbains* »

Traiter et stocker les données

Toutes ces données qu'on remonte, il va falloir les stocker et les traiter pour en faire ressortir de l'intelligence.

Nous allons donc devoir utiliser des serveurs de calcul, des bases de données, le fameux cloud.

Tout cela, il va falloir l'orchestrer. Il va falloir choisir entre stocker et traiter les données :

- au plus proche du citoyen, mais en ayant qu'une vue partielle des données,
- ou sur des serveurs distants, où on va pouvoir avoir plus d'intelligence, et pouvoir stocker plus longtemps.

On va donc devoir **étudier les compromis entre pérennité et efficacité et respect de la vie privée**. Tous ces aspects-là nécessitent des compromis, et de nouveaux défis. Tout cela, nous l'aborderons en semaine IV de ce Mooc : « *Gestion des données urbaines dans les nuages informatiques* »

Comment utiliser ces données ? Comment, dans quel but et pourquoi ?

Tout cela n'est pas trivial. Nous aborderons ces aspects-là lors de la semaine 5 : « *Gestion des données et vie privée du citoyen urbain* ».

Ce qu'on peut retenir, c'est que pour rendre notre ville plus intelligente, il va nous falloir des infrastructures matérielles, ces **infrastructures** sont **complexes, hétérogènes et distribuées** :

- très **hétérogènes** car elles reposent à la fois sur des infrastructures existantes, d'autres spontanées qui vont se développer grâce à de nouveaux équipements, en utilisant des réseaux filaires et/ou sans fil, là aussi qui existent ou qui vont devoir se déployer à la demande
- **complexes** : en prélevant des données et en les partageant tout en respectant la vie privée des citoyens
- **distribuées**, en utilisant et déployant de nouveaux services.

1.3 - L'infrastructure logicielle de la ville connectée

Après une introduction de l'infrastructure matérielle de la vie connectée, intéressons-nous à l'infrastructure logicielle de cette ville.

En effet, il faut **non seulement collecter les données**, il faut également à partir de ces données, **pouvoir proposer de nouveaux services urbains**.

Pour ce faire, le logiciel est essentiel. C'est en effet grâce au logiciel que l'on peut :

- avoir une gestion et analyse des données collectées,
- assurer une qualité de service adéquate
- assurer une participation citoyenne en bénéficiant des réseaux sociaux et des applications mobiles.

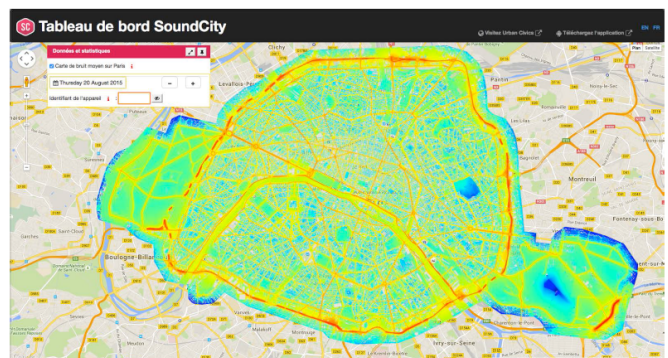
L'application sound city : pollution sonore et participation citoyenne

Pour illustrer le propos, nous allons prendre l'exemple de l'application sound city, de pollution sonore à partir d'une participation citoyenne qui a été développée par l'équipe CityLab d'Inria. Et que l'on vous engage à télécharger, si vous voulez devenir acteur de la compréhension de la pollution sonore.

La mesure de la pollution sonore s'accompagne généralement de modèles de simulation, à partir d'informations générales telles que les informations de trafic, couplées à des observations ponctuelles, en particulier basées sur le déploiement de capteurs fixes, dans notre environnement urbain.

Nous voyons ici le résultat d'une simulation sur la ville de Paris, qui a été calculée par l'agence d'écologie urbaine de la ville de Paris.

Le propos ici est de bénéficier de la participation citoyenne pour une compréhension de la pollution sonore, tout au long de la journée et en de nombreux points d'une ville. En effet, la plupart des citoyens ont à présent à leur disposition ou utilisent à présent des téléphones intelligents qui



Crédit 4 © SoundCity droits réservés

embarquent différents capteurs. De la même manière, nous avons des **wearables** qui se multiplient, et qui sont des **capteurs embarqués** sur des personnes.

Revenons à l'exemple de l'application sound city, de mesures individuelles de la pollution sonore grâce aux capteurs embarqués dans les téléphones. Et en particulier, le micro. L'application permet également une prise de conscience de son exposition individuelle à la pollution sonore, grâce notamment à cette ligne rouge qui représente le seuil de tolérance maximale de son exposition.

La première étape, lorsque l'on utilise l'application sound city consiste à fournir un certain nombre de paramètres, dont notamment les heures de lever et de coucher, puisque les seuils de tolérance de l'exposition aux bruits diffèrent suivant que l'on est en plein jour où en pleine nuit. Le seuil de tolérance étant bien entendu inférieur dans le cadre du sommeil.

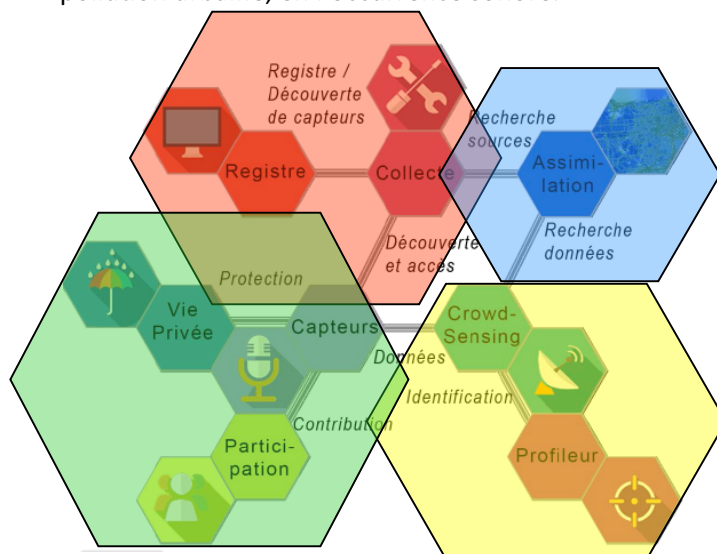
Un autre élément de l'application sound city, qui est une application participative, consiste à pouvoir faire bénéficier la ville de la connaissance de la pollution sonore. Et en particulier, des sources de bruit élevées qui vont permettre ensuite d'implémenter des mesures pour réduire le bruit.

La mesure est bien entendu individuelle comme nous l'avons vue. Mais, elle est également collective, grâce à la participation citoyenne et par un grand nombre d'utilisateurs, on est à même d'affiner les mesures, c'est-à-dire de coupler les données de simulation avec les mesures d'observation de différentes personnes.

L'objectif final est une meilleure compréhension de l'environnement urbain, par le citoyen, mais également, par les municipalités qui sont à même d'implémenter des mesures de réduction de la pollution.

Pour ce faire et donc pour apporter des applications telles que sound city aux citoyens, il est ainsi essentiel d'implémenter des logiciels. Et on retrouve ici une architecture logicielle complexe puisqu'il faut :

- déjà implémenter des solutions au niveau du téléphone pour garantir une contribution et aussi, protection de la vie privée.
- Ensuite, parce que nous avons un certain nombre de capteurs, il est essentiel d'avoir des registres pour connaître les différents capteurs disponibles, pour le cas où des mesures complémentaires seraient nécessaires.
- Ensuite, les données acquises par les capteurs sont communiquées à ce que nous appelons un serveur de crowdsourcing qui stocke les différentes données,
- pour ensuite permettre une analyse de ces données, et donc avoir une connaissance de la pollution urbaine, en l'occurrence sonore.



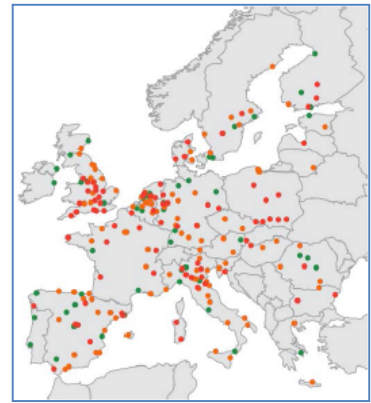
Crédit 5 © SoundCity droits réservés

1.4 - Des illustrations de « villes intelligentes »

Lors de cette séquence, nous allons voir des illustrations de villes intelligentes qui existent aujourd'hui. En effet, les dernières études ont montré qu'on commençait à avoir un certain nombre de villes qui ont été notées comme intelligentes :

- 18 villes ont été recensées en France,
- 240 villes de plus d'un million d'habitants dans les États membres de l'Union Européenne.

Cela représente un total de plus de 90 millions d'habitants. Il existe donc de nombreuses initiatives en Europe, un peu partout.



Chacune des initiatives, chacune des villes a été catégorisée comme intelligente pour une ou plusieurs actions. Ces actions peuvent être très diverses :

- en Finlande, où on a mis l'accent sur le transport multimodal,
- en Turquie, à Istanbul, on a cherché à fluidifier le trafic routier,
- en Suède, où on a mis l'accent sur les e-services du citoyen,
- en Allemagne, à Berlin, sur le gaspillage de l'eau,
- en Espagne, à Santander, pour améliorer la collecte et le recyclage des déchets ainsi que le stationnement en ville,
- en France, à Paris, pour développer de l'intelligence collective et de la co-création,

Il y a également beaucoup d'autres villes en Europe : Londres, Lyon, Barcelone, Hambourg, Vienne. Tout ça pour n'en citer que quelques-unes.

Mais cela ne s'arrête pas à l'Europe. Il y en a également beaucoup dans le monde comme le montre cette étude où on voit que l'Amérique du Nord et l'Asie ne sont pas en reste.



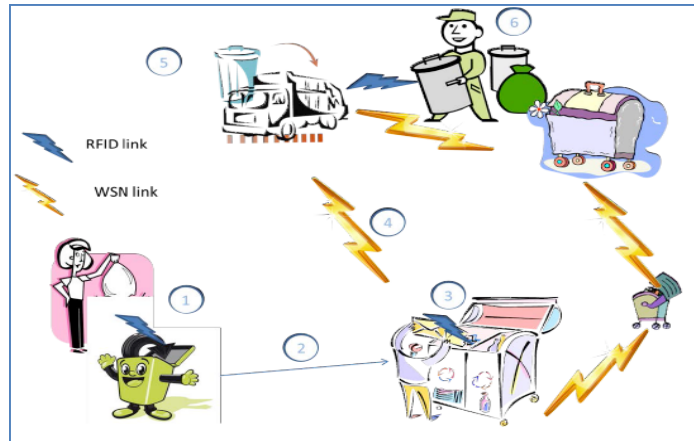
Entrons maintenant dans le détail de certaines de ces villes pour voir comment est-ce qu'elles ont été qualifiées d'intelligentes.

Santander, en Espagne : améliorer la collecte et le recyclage des déchets & stationnement routier

Santander a été qualifiée de ville intelligente pour plusieurs actions. Vous pouvez voir le détail dans la vidéo qui est dans les annexes de ce MOOC (<https://www.youtube.com/watch?v=63HB0S72iXw>).

L'un des exemples de Santander est la technologie qui a été mise en place pour améliorer à la fois la collecte et le recyclage des déchets. Santander combine deux technologies qui sont les réseaux de capteurs sans fil et les tags RFID pour identifier les déchets :

- Les tags RFID permettent de connaître la constitution des containers des déchets pour améliorer le recyclage en soi et mieux séparer les déchets.
- Les réseaux de capteurs permettent de peser les containers et de connaître leur taux de remplissage et, ainsi, d'alerter s'il faut ou pas, vider ces containers et, ainsi, améliorer le parcours des camions de collecte.



Crédit 6 - Droits réservés, <http://www.atmosphere-citation.com/tag/on-choisit-pas-sa-famille>, clipart Microsoft

Également, dans Santander, des capteurs ont été répartis sur les places de stationnement, afin de savoir si les stationnements sont disponibles ou pas, et sont combinés à un système d'affichage qui permet de guider les conducteurs des véhicules vers ces places de stationnement en évitant les axes congestionnés.

Santander a certes plusieurs exemples mais, comme nous l'avons vu, beaucoup d'autres villes ne sont pas en reste.

Lyon, France : améliorer le salage des routes

Lyon a déployé également des capteurs dans les chaussées pour améliorer le salage des routes en hiver. Les capteurs, qui sont enfouis dans la chaussée, mesurent la température de la chaussée à différents niveaux de profondeur et peuvent donc anticiper sur le salage, permettant de saler à coup sûr lorsque c'est nécessaire et de ne pas saler inutilement, réduisant ainsi l'empreinte sur l'environnement et améliorant la sécurité des chaussées.

Istanbul, Turquie : fluidifier le trafic routier

La ville d'Istanbul a choisi de faire coopérer deux systèmes qui avaient pourtant été déployés de façon complètement indépendante :

- d'une part, du réseau d'info-traffic,
- d'autre part, d'un réseau de capteurs qui permet de mesurer le niveau de pollution atmosphérique. Ces capteurs sont déployés au plus proche des véhicules et permettent, de façon surprenante, de détecter très rapidement si les véhicules ralentissent ou sont à l'arrêt grâce à une hausse sensible de la pollution.

En couplant ces deux systèmes, on est capable d'améliorer la fluidité du trafic en jouant et en adaptant sur les feux de signalisation. On est capable également de rediriger le trafic et de détecter en amont des accidents et en alertant les secours de façon très rapide.

Nous avons vu ici quelques exemples très concrets mais il faut voir qu'ils sont déployés également dans d'autres villes.

- **Équiper les places de parking** : à Santander, mais également déployé à Hambourg ou Paris.
- **Déployer des capteurs de luminosité sur les luminaires urbains** afin de contrôler l'éclairage public pour l'adapter à la circulation et rendre certaines ruelles plus sûres. Nous avons ça à Lyon, Santander, Paris.

- **Détection des fuites et éventuelles contamination d'eau** : Montpellier ou Nantes ont utilisé des capteurs dans les canalisations d'eau pour bien détecter les fuites et les lieux éventuels de contamination de l'eau et, ainsi, déclencher les opérations de réparation nécessaires et ciblées.
- **Améliorer le déplacement urbain** : Vienne ou Paris impliquent le citoyen de plus en plus pour différentes actions comme le déplacement urbain.

Ce qu'on peut retenir, c'est que les initiatives dans le monde ne manquent pas et permettent de rendre la ville :

- plus agréable à vivre,
- plus économe, en adaptant les consommations des ressources
- plus respectueuse de l'environnement,
- plus créative également,
- plus durable

et tout cela, grâce aux nouvelles technologies.

On voit qu'on est capable maintenant de combiner des technologies très diverses (*réseaux, capteurs, données, réseaux ubiquitaires, big data, cloud, applis mobiles, sécurité, etc.*), très hétérogènes, des technologies réseaux, des technologies de capteurs qui **remontent des données**, qui sont capables de **traiter ces données** et, également, de **les retourner vers les citoyens** pour **créer une boucle entre génération et utilisation des données**, en améliorant la sécurité et la vie en ville et en impliquant le citoyen au cœur de cet écosystème.

1.5 - Le pouvoir aux algorithmes ?

Avant d'aborder les technologies, il convient de s'interroger sur le terme de ville intelligente, qui est largement utilisé aujourd'hui.

On pourrait comprendre que les villes du passé ne l'étaient pas. Qu'elles étaient en quelque sorte mal administrées, et que notre époque allait apporter un changement qualitatif majeur, celui de l'intelligence.

Ce serait une vision bien naïve, dont l'histoire millénaire des villes a été marquée par de nombreuses évolutions fondamentales, comme la concentration industrielle, l'amélioration de l'efficacité des transports, le degré de salubrité ou l'importance de leur rôle économique et politique, pour ne citer que quelques aspects.

Mais le vocable intelligence fait référence à bien d'autres choses. Il s'agit bien sûr de l'intelligence des machines, et plus précisément des algorithmes. Pas celles de l'administration des hommes.

Les villes intelligentes forment donc des systèmes qui sont contrôlés automatiquement, ou tout au moins, dans lesquels les algorithmes jouent un rôle déterminant.

On peut s'interroger sur la pertinence d'un tel sujet et l'opportunité d'un tel objectif.

- Souhaitons-nous vivre dans des villes intelligentes?
- Ne craignons-nous pas des environnements écrasés par la surveillance?
- Sommes-nous en train de rêver insidieusement de 1984, ou n'avons-nous plus d'autre choix que de vivre dans de telles villes, pilotées par les algorithmes ?

Deux révolutions parallèles sont à l'œuvre dans la tectonique urbaine. Elles permettent de comprendre les mouvements qui se déploient aujourd'hui, d'abord en amont :

- Les technologies rendent possible le développement de systèmes grâce à la connexion croissante à la fois des personnes et des objets, permet de toucher de manière continue l'ensemble des acteurs et dispositifs de la ville.

- De plus, les systèmes numériques autorisent une vision du monde à une granularité très fine, inaccessible et même unimaginable autrefois.
- Ils sont donc à même d'offrir des infrastructures qui permettent de développer les services radicalement nouveaux, qui révolutionneront la vie des citoyens et la gouvernance de la ville.

Ensuite, en aval :

- les villes connaissent une forte croissance. Alors qu'à peu près un tiers de la population mondiale était urbaine en 1950, on prévoit que cette proportion doublera en un siècle pour atteindre les 2 tiers à l'horizon de 2050. Aujourd'hui, un peu plus de la moitié de la population mondiale vit en ville. Le mouvement s'accélère, donc.
- Si l'exode rural n'est pas un phénomène nouveau, l'augmentation de la population se produit dans un contexte de limitation globale de ressources et de conditions de plus en plus contraignantes pour garantir un développement durable.
- La question de la croissance des villes se pose donc d'une manière radicalement différente. Faire plus avec moins est le défi posé au monde aujourd'hui.

On comprend donc mieux la problématique des villes intelligentes, qui est de répondre à l'impossible dilemme **croissance de la population et diminution des ressources**.

Les technologies numériques offrent un immense potentiel pour affronter ces défis, en gérant mieux les ressources à un niveau global et non plus seulement local.

L'objectif de ce cours est d'introduire les technologies permettant la ville intelligente, et également d'aborder certains de ces défis.

Les nouvelles technologies vont permettre l'émergence d'un autre mode d'organisation urbaine, grâce à deux ruptures essentielles :

- La première, nous l'avons dit, c'est la **collection horizontale de l'ensemble, non seulement des citoyens, mais également des objets**. Elle est rendue possible par le développement des technologies de la communication et par la miniaturisation de l'électronique, qui permet d'embarquer les systèmes numériques communiquant un peu partout.
- La 2ème rupture, c'est **l'incroyable explosion de la quantité de données et la capacité de les traiter**, qui pour une part, découlent de la première. Les données disponibles aujourd'hui sous forme numérique proviennent de 2 sources :
 - o d'une part, la numérisation de données existantes auparavant, comme les plans des villes ou les horaires de transports,
 - o d'autre part, les données natives, c'est à dire produites directement de manière numérique. Ces dernières incluent en particulier les traces d'activité sur les systèmes numériques, comme la position de chaque individu à tout instant, par exemple.

La combinaison de ces données résulte dans une connaissance du monde à une granularité très fine, qui permet des développements surprenants. Il s'agit là d'un changement qualitatif dans la nature des données. Les choses les plus ordinaires, qui paraissent les mieux établies, peuvent être complètement remises en cause. Un simple exemple permet d'illustrer l'effondrement de certains de nos modes d'organisation.

Une ligne de bus, par exemple, consiste en un parcours et les horaires de passage. La régularité spatiale et temporelle fait l'efficacité de ce moyen de transport. À l'inverse, le taxi est complètement libre et s'adapte pleinement à son client.

Les systèmes numériques permettent des modes intermédiaires entre ces 2 moyens de transport, qui soient adaptatifs, mais collectifs.

Le transport responsif par exemple, permet des bus sans arrêts prédéfinis, sans même un parcours fixe. Ils calculent leur route et leurs arrêts, dynamiquement, en fonction de la

demande que les passagers potentiels auront déclarée préalablement sur une application. Ce nouveau mode de déplacement commence à se développer dans certaines zones de faible densité de population.

Un nombre en croissance constante de services numériques permet de simplifier la vie des habitants des villes. Ils se sont développés initialement dans la navigation et les transports, avant de toucher de nombreux autres secteurs d'activités, comme les loisirs ou le shopping, sans oublier l'administration en ligne. Elle se développe à la fois pour simplifier les formalités, mais également pour sonder l'opinion, tenter de rapprocher les gouvernants des citoyens. Les fournisseurs de services récoltent de nombreuses données de leurs utilisateurs. Ce sont eux qui sont en capacité de combiner les données personnelles avec des données globales et d'obtenir cette représentation de la ville à une granularité extrêmement fine, tant au niveau spatial que temporel. Une sorte d'image virtuelle de la ville, en mouvement, avec tous ces acteurs et sur laquelle ils peuvent faire tourner des algorithmes.

Ces deux ruptures majeures, la granularité de l'information d'une part et les traitements algorithmiques de l'autre, vont complètement remettre en cause les organisations existantes, en introduisant des systèmes dynamiques qui s'adaptent en temps réel, comme on l'a vu avec l'exemple du transport responsif.

Déjà, l'économie du transport, du logement, des services à domicile, est bouleversée par de nouveaux acteurs comme UBER, BlaBlaCar ou AirBnB.

Cette nouvelle économie est très dynamique. Elle se développe extrêmement rapidement. Mais si de nombreuses start-ups émergent, ce qui la caractérise avant tout, c'est sa concentration.

La quantité de données qu'un acteur contrôle, qui est directement liée au nombre d'utilisateurs, joue un rôle essentiel dans sa puissance. On peut supposer qu'une **Loi de Metcalfe** s'applique dans ce domaine, résultant dans une puissance quadratique dans le nombre d'utilisateurs.

Plateformes d'intermédiation

Un nouveau type d'acteurs émerge dans l'industrie des services numériques, qui se positionne comme intermédiaire entre les utilisateurs et les services. **Les plateformes d'intermédiation**, dont la puissance croît rapidement, assurent cette intermédiation pour un nombre illimité de secteurs.

La première d'entre elles, Google, met en relation des personnes avec les connaissances qu'elles recherchent, au moyen de son moteur de recherche. Les réseaux sociaux, les systèmes de navigation, sont de plus en plus largement utilisés par la population mondiale.

Bientôt, les plateformes de domotique, de gestion de l'énergie ou encore d'organisation de la santé, deviendront universelles.

C'est l'extraordinaire quantité de données accumulées par les grands opérateurs, qui leur permet d'offrir des services d'une si grande qualité. Leur efficacité les rend incontournables, et explique leur très large adoption au niveau mondial par des centaines de millions d'utilisateurs.

Dans le même temps, ces données leur confèrent un pouvoir considérable qui change les équilibres de la société.

Certaines sociétés, qui offrent des services au niveau mondial, rentrent en conflit avec les territoires sur lesquels elles opèrent, pour diverses raisons, qu'elles soient économiques, légales ou fiscales. C'est le cas d'UBER, en particulier, qui propose une intermédiation pour le transport individuel et qui déstabilise les systèmes préexistants.

Les données sont essentielles à l'administration de la population.

Ce fait n'est pas nouveau. Depuis le début du 19^{ème} siècle, les administrations publiques ont progressivement accru leur capacité à disposer de données sur leurs territoires :

- D'abord en procédant à des recensements, dont les indicateurs sont au fil du temps devenus de plus en plus détaillés.
- Ensuite, grâce au développement de la statistique. La mesure des données de la société, pour l'homme d'État, qui a permis au gouvernement une meilleure planification économique et sociale, une amélioration des conditions sanitaires, et finalement l'augmentation du niveau de vie de la population dans son ensemble.

Après avoir jalousement protégé leurs connaissances, les gouvernements procèdent aujourd'hui à l'ouverture de leurs données, pour permettre à la fois une plus grande transparence de la chose publique et leur exploitation économique au profit de la société.

Les entreprises peuvent donc s'emparer de ces données, privilège autrefois de l'administration publique, pour créer de nouveaux services.

Nous sommes désormais dans une situation paradoxale. L'écart se creuse entre les administrations publiques et les grandes plateformes numériques, qui disposent d'une information de plus en plus abondante et dont la qualité est bien supérieure à celle des administrations.

Dans bien des domaines, les plateformes seront donc en meilleure position pour gérer la ville grâce à la granularité leur modèle.

Si on peut espérer de ces nouveaux modes de gestion et d'efficacité qui répondent mieux aux défis du millénaire, un tel fonctionnement remet en cause les modes de légitimité de la décision politique sur un territoire, celui d'une ville, comme d'une nation.

Les séries de procès qu'affrontent les plateformes sont autant de séismes sur une ligne de faille qui se révèlent progressivement dans toute sa profondeur.

L'équilibre du pouvoir entre les plateformes algorithmiques globales et le gouvernement local des zones est l'un des nouveaux enjeux de la politique aujourd'hui.