

Projet de Physique P6
STPI/P6/2015 – 1

SMART CITY



Etudiants :

Adèle HOURQUET

Adrien SEGUINEAU

Yoann PONSI

Chenglin XU

Benjamin CHRISTIAEN

Marie-Andrée JOLIBOIS

Mai PHO NGOC

Enseignant-responsable du projet :

Abdelaziz Bensrhair

Date de remise du rapport : **15/06/2015**

Référence du projet : **STPI/P6/2015 – 1**

Intitulé du projet : **Smart City**

Type de projet : **bibliographique**

Objectifs du projet :

L'objectif de notre projet est d'établir un rapport bibliographique sur la Smart City, d'en déterminer les principales caractéristiques, les enjeux, les technologies utilisées, le transfert des informations ainsi que les limites. De plus, il est indispensable d'illustrer ces notions par l'étude de cas d'une application spécifique à la Smart City.

Mots-clefs du projet :

Smart House

Smart Grid

Big Data

Smart Parking.

TABLE DES MATIÈRES

1. Introduction.....	6
2. Méthodologie / Organisation du travail.....	6
3. La Smart city.....	7
3.1. Des infrastructures durables, sûres et interconnectées.....	7
3.1.1. L'exemple de la Smart House.....	7
3.1.2. Smart Building, ou la Smart House à taille urbaine.....	9
3.2. Une mobilité efficace et respectueuse de l'environnement.....	10
3.2.1. Gestion de la mobilité en ville.....	10
3.2.2. Les transports d'un point de vue technologie innovante.....	13
3.3. Les différentes sources d'énergies dans la Smart City.....	14
3.3.1. Sources d'énergie déjà présentes.....	14
3.3.2. Solutions alternatives d'énergie.....	16
3.3.3. Smart Grid, la gestion intelligente des énergies.....	16
3.4. Interconnexion: traitement, protection et gestion des données.....	18
3.4.1. Big Data et Open Data.....	18
3.4.2. Limite posée par l'espionnage et solutions apportées.....	19
3.5. Enjeu éthique et social.....	20
3.5.1. La gouvernance participative.....	20
3.5.2. Les limites de la Smart City.....	21
3.6. Étude de cas : Smart Parking.....	21
3.6.1. Capteurs du Smart Parking.....	22
3.6.2. Technologie RFID.....	23
3.6.3. Le protocole Zigbee.....	23
4. Conclusions et perspectives.....	24
5. Bibliographie.....	25

NOTATIONS, ACRONYMES

LITIS : Laboratoire d'Informatique, du Traitement de l'Information et des Systèmes

INRIA : Institut National de Recherche en Informatique et Automatique

NTIC : Nouvelles Technologies de l'Information et de la Communication

TOSA : Trolleybus Optimisation Systeme Alimentation

STI : Système de Transport Intelligent

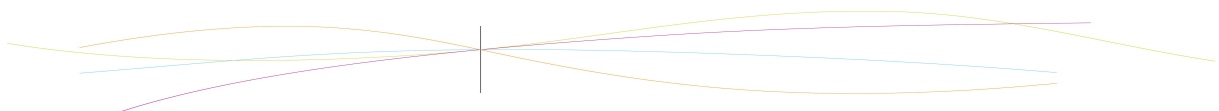
CNIL : Commission Nationale de l'Informatique et des Libertés

ROM : Read-Only Memory

RAM : Random Access Memory

OS : Operating System

RFID : Radio Frequency Identification



1. INTRODUCTION

En deuxième année à l'INSA de Rouen, nous avons pu étudier les Smart City dans le cadre du projet de physique au deuxième semestre. Ce projet bibliographique avait pour objectif de nous amener à travailler en équipe sur un sujet concret pendant une durée de plusieurs mois. Il nous a tout de suite plu et nous l'avons mené à bien avec enthousiasme. Nous avons tout d'abord élaboré un plan afin de pouvoir se répartir la charge de travail. Chacun avait une ou plusieurs parties à travailler et à rédiger. Nous nous sommes retrouvés toutes les semaines durant la séance de P6 afin de voir où nous en étions et de cibler les points à améliorer ou à développer plus ou moins que prévu. La Smart City ou „ville intelligente“ est une notion complexe abordant de nombreux domaines. Cela nous a permis de tous trouver une partie du rapport qui nous plaisait selon nos futures spécialisations ou préférences. De plus, nous avons pu découvrir un secteur innovant et échanger avec des spécialistes tels que des doctorants du LITIS ou ceux du laboratoire de l'INRIA.

Quelles sont les spécificités d'une Smart City et pourquoi est-il utile de les développer à l'avenir ?

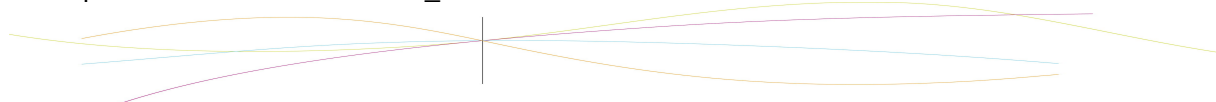
Les villes ne représentent que 2% de la surface de la Terre mais 80% des émissions de CO₂. En 2013, 50% de la population mondiale vivait en ville et les prédictions annoncent 70% pour 2050. Il est donc urgent de penser une ville nouvelle afin de gérer les futures migrations urbaines. Il devient indispensable de réduire les pollutions et l'impact environnemental des villes. Le développement de ces « villes intelligentes » est donc au cœur des débats. Ce concept émergent est une nouvelle façon de penser la ville. Selon Rudolf Giffinger¹, expert en développement urbain et régional, les villes intelligentes s'appuient sur six critères: l'économie, la mobilité, l'environnement, les habitants, le mode de vie et la gouvernance. Une ville intelligente serait capable de mettre en œuvre une gestion des infrastructures (d'eau, d'énergies, d'information et de télécommunications, de transports, d'équipements publics, de bâtiments, de gestion et tri des déchets, etc.) communicantes, adaptables, durables et plus efficaces, afin d'améliorer la qualité de vie des citoyens, dans le respect de l'environnement.

Pour répondre à ces questions, nous allons dans un premier temps étudier l'élaboration de la Smart City à travers les infrastructures, la gestion de la mobilité et de l'énergie puis nous analyserons les nouvelles technologies utilisées et comment circule l'information dans la ville. Ensuite, nous nous pencherons sur le côté éthique d'une Smart City et les problèmes pouvant se poser, avant de terminer par l'étude d'un cas typique d'une ville intelligente : le Smart Parking.

2. MÉTHODOLOGIE / ORGANISATION DU TRAVAIL

Afin de mener à bien ce projet, nous avons choisi d'utiliser Facebook comme moyen de communication en créant un groupe de travail. Ainsi, nous avons pu avoir accès au travail de chacun et partager notre avancement au reste du groupe. Nous avons fait le choix de nous fixer des dates limites pour avancer efficacement, ainsi que de nous répartir les différents axes de recherche. Pour cela, nous avons respecté les envies de chacun de travailler sur un sujet qui l'intéressait. Cela a nécessité l'élaboration rapide d'un plan.

1 http://www.smart-cities.eu/team_1.html



3. LA SMART CITY

3.1. Des infrastructures durables, sûres et interconnectées

Que serait une ville intelligente sans les bâtiments qui la composent ? En effet, si les moyens de transports nous permettent de nous diriger vers notre lieu de travail ou vers nos loisirs, c'est bien dans nos maisons, nos immeubles que nous passons le plus de temps. Ainsi, si une ville se veut « smart » il faut que ses constructions le soient aussi.

Nous verrons alors quelles sont les caractéristiques de ces bâtiments, leurs avantages. Pour cela, nous citerons des outils qui existent déjà ou bien nous évoquerons ceux en cours de développement.

3.1.1. L'exemple de la Smart House

Le concept de maison intelligente est loin d'être récent. En effet, on peut en apercevoir les débuts dans *les Carnets de Léonard de Vinci* où des lampes avec variateur d'intensité lumineuse et des portes automatiques avec contrepoids sont décrits. Néanmoins, ce sont dans les années 80 que le concept revient avec un nouveau terme: la domotique.

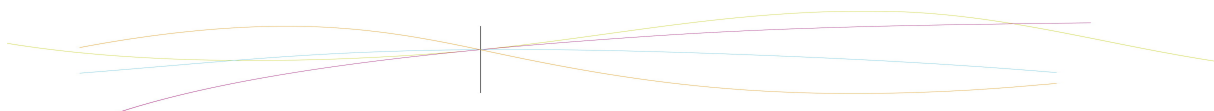
La domotique représente l'ensemble des techniques d'électronique, de physique du bâtiment, d'automatisme et d'informatique permettant une centralisation du contrôle d'un bâtiment. Cependant, la généralisation de la maison intelligente n'a pas eu lieu dans les années 80 car les techniques de l'époque n'ont pas su satisfaire la forte demande. Mais aujourd'hui le contexte est différent, le prix de l'énergie est en constante hausse et les NTIC sont un marché connaissant une croissance exponentielle. De plus la société est vieillissante et le télétravail se démocratise. En conséquence, nous passons plus de temps chez nous. De nombreux spécialistes s'accordent pour dire que dans les années à venir, la « Smart Home » sera un des marchés majeurs de l'économie. Ainsi, plusieurs PME, start-up et même des grands groupes se sont lancés sur le marché de la maison intelligente comme Bouygues sur certains gros projets ou encore Schneider Electric.

Quels sont les éléments caractérisant une maison intelligente ?



figure 1 : La maison intelligente

Le confort : c'est un des éléments majeurs d'une maison intelligente. Pour cela, la maison peut jouer sur le ressenti de notre environnement. Elle peut ajuster la température si il commence à faire trop froid, elle peut baisser les stores quand la nuit tombe. De plus, elle peut nous rendre la vie plus facile, des hauts-parleurs peuvent nous annoncer les rendez-



vous de notre journée ou nous dire quels sont les actualités qui nous intéressent. Toute notre maison (les volets, la musique, les lumières, le four,...) peut être contrôlée grâce à une tablette, un smartphone car tous ces objets utilisent les mêmes protocoles (le plus souvent le Wi-fi).

Prenons un exemple existant : le thermostat « Nest »² dont l'entreprise fut rachetée par Google en 2014. Ce thermostat peut-être piloté à distance grâce à un smartphone. Ainsi, on peut allumer notre chauffage en choisissant la ou les pièces voulues, avant de rentrer chez nous, ou l'éteindre pendant une sortie. Cet appareil sait garder vos préférences en mémoire, ainsi il n'est pas nécessaire de le paramétrer chaque jour. De plus il peut être associé à un capteur de présence, permettant d'optimiser ses performances. Enfin, Nest annonce que l'utilisation de son thermostat permet d'effectuer entre 13 et 31% d'économies sur notre facture d'électricité.

La sécurité : Le développement des NTIC a permis la miniaturisation des composants mais aussi leur démocratisation. Avant, les caméras étaient réservées aux entreprises ou aux banques, désormais les particuliers peuvent s'en procurer. Certaines caméras peuvent être commandées à distance par Wi-fi (avec un smartphone notamment). Les possibilités sont alors diverses : pouvoir se rassurer quand on est en vacances, surveiller un nouveau-né alors que nous sommes dans une autre-pièce, dissuader les potentiels voleurs,...



figure 2 : Robot Rovio

Citons par exemple le robot « Rovio », pilotable loin de chez soi grâce au réseau Wi-fi de notre maison. Il permet de parcourir notre maison et de pouvoir vérifier que tout est en ordre.

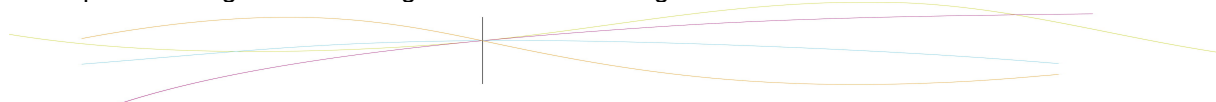
D'autres dispositifs existent et permettent de nous protéger ou de prévenir de certains dangers. En effet, différents types d'alarmes se développent, elles permettent d'alerter les autorités ou vous-même d'une ouverture non autorisée. De plus, les capteurs se modernisent, les détecteurs de fumée, de CO₂, d'inondation peuvent maintenant être connectés au réseau de votre maison « le Home Center » ou à votre smartphone.

La santé : Un autre point essentiel qu'une maison intelligente permet est l'aide à la personne. En effet, elle peut aider des personnes âgées ou des personnes à mobilité réduite dans leur vie de tous les jours. L'automatisation des appareils ou la commande à distance de certains dispositifs leur permettent de faire moins d'efforts et leur donnent plus de liberté. Par exemple, il existe des serrures connectées, qui peuvent être ouvertes à distance ou qui peuvent être paramétrées pour être ouvertes pendant certains horaires. Ainsi, une infirmière ou une femme de ménage peut rentrer dans la maison sans avoir les clés et en limitant les mouvements de l'habitant. Enfin, il existe aussi des accessoires qui informent du niveau de santé d'une personne en prenant son pouls par exemple, comme le fauteuil connecté de l'organisme allemand Fraunhofer-Gesellschaft³.

Nous venons de voir les avantages d'une maison intelligente. Parmi toutes ces caractéristiques, on peut s'apercevoir qu'il existe des points récurrents qui semblent être indispensables au fonctionnement et au développement des maisons intelligentes.

2 <https://nest.com/fr/thermostat/life-with-nest-thermostat/>

3 <http://www.mag-maison-intelligente.fr/fauteuil-intelligent-seniors/>



Quels sont les éléments permettant de rendre notre maison intelligente ?

L'automatisation : toutes les nouvelles perspectives offertes par une maison intelligente ne seraient rien sans l'apport des progrès faits dans l'automatisation. Elle peut permettre à l'homme de se détacher des tâches les plus dures ou répétitives, elle améliore notre niveau de vie, notre sécurité,..

Smartphone et nouvelles technologies : on a vu également que les nouvelles technologies jouent un rôle essentiel et majeur dans une Smart Home. Les nouveaux dispositifs communiquent entre eux, et peuvent maintenant s'intégrer dans notre quotidien. Notons que, parmi toutes les nouvelles technologies qui entrent dans le cadre d'une Smart Home, nombreuses sont celles qui communiquent avec notre smartphone. Comme nous l'avons toujours sur nous, nous pouvons toujours être en contact avec notre maison.

Ordinateur central : un « cerveau central » dans une maison semble présenter de nombreux avantages. Au lieu d'avoir une multitude d'appareils indépendants, le « Home Center » permet d'avoir un ensemble cohérent. Il les met tous en communication. Ainsi, quand on ouvre une fenêtre, le chauffage s'éteint, quand on sort de la maison, cette dernière se « met en veille ». Des géants de l'informatique se sont alors lancés sur ce secteur : Google avait lancé un projet d'OS appelé android@Home, Microsoft avait le sien : HomeOS.

Le concept de maison intelligente semble alors convenir pour une famille. Il sait s'adapter aux besoins de chacun et nous aider dans notre quotidien. Mais ce modèle est-il applicable pour de plus grands édifices ?

3.1.2. *Smart Building, ou la Smart House à taille urbaine*

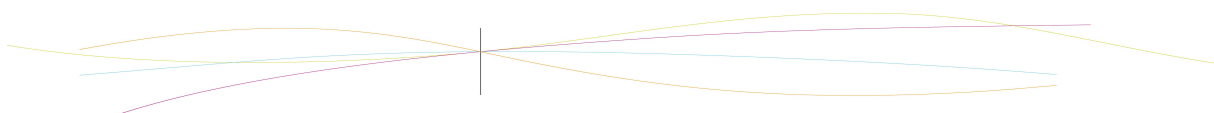
Toutes les caractéristiques de la maison intelligente sont applicables dans les appartements des habitants. En effet, il existe des immeubles où les nouvelles technologies permettent de faire des économies et d'améliorer notre confort, notamment en Asie. En France le premier fut construit à Aubervilliers suite au fruit de la collaboration entre Bouygues et Hager en 2012.

Rien n'empêche les habitants d'immeubles plus anciens de rendre leur appartement « smart ». Cependant, ce n'est pas une somme d'appartements intelligents qui rend un immeuble intelligent. C'est dans la phase de conception de l'ensemble du bâtiment que les bons choix doivent être faits. Pour cela, comme dans la « Smart Home », un cerveau central doit être prévu, celui-ci peut gérer la distribution de l'énergie. Mais ce sont les matériaux de construction, l'architecture du bâtiment et ses capacités à mettre en relation les dispositifs électroniques qui sont importants. Ceux-ci permettront à l'immeuble d'être économe en énergie.



figure 3 : *Projet Gate en Egypte*

Prenons l'exemple du projet « Gate » en Égypte : ce projet, mené par l'architecte Vincent Callebaut prévoit de réduire jusqu'à 70% de la facture énergétique du bâtiment. Pour cela des cheminées à vent sont utilisées pour réguler la température. Chaque appartement



possède un système de géothermie à eau: l'eau est naturellement refroidie car les tuyaux passent dans les fondations, où la température est plus froide qu'en surface en été. La couverture végétale du bâtiment (visible sur les photos ci dessus) permet une forte isolation et apporte de la fraîcheur. Enfin, des pompes à chaleur et des panneaux solaires assurent la production d'énergie du bâtiment.

Aujourd'hui, le concept « d'immeubles intelligents » semble encore marginal mais il va sûrement se développer dû aux coûts croissant de l'énergie. De plus, si la politique des « Smart Cities » se développe, comme c'est le cas dans certaines régions d'Asie, il sera alors indispensable d'avoir des immeubles qui communiquent entre eux.

Les bâtiments intelligents permettent donc l'épanouissement des citoyens en répondant aux critères de respect de l'environnement, sécurité et confort. Ces valeurs sont souvent reprises dans l'élaboration de la ville intelligente et sont tout aussi applicables à la mobilité des personnes.

3.2. Une mobilité efficace et respectueuse de l'environnement

Au sein d'une Smart City les citoyens doivent se sentir en sécurité et leur mobilité, d'un point A à un point B, doit être la plus efficace possible afin de permettre leur épanouissement. Ainsi, le système de transports se doit d'être adapté au trafic et donc aux flux de population, afin de conserver le caractère attractif de la ville. Enfin, dans une logique de développement durable, ce système se doit aussi d'être respectueux de l'environnement. Il existe ainsi différents moyens d'améliorer le quotidien des citoyens en créant d'une part des systèmes intelligents de gestion et d'analyse de trafic (Smart Parking, vidéosurveillance, routes connectées..) et d'autre part en développant des technologies innovantes à la fois dans le secteur des transports en commun mais aussi des véhicules de particuliers. Ces deux moyens sont étroitement liés car les véhicules intelligents sont aujourd'hui presque toujours connectés. Cependant, il existe aussi d'autres innovations que nous présenterons par la suite. Il est important de noter que la mobilité dans une Smart City doit prendre en compte des contraintes économiques, écologiques, sociales ainsi que culturelles.

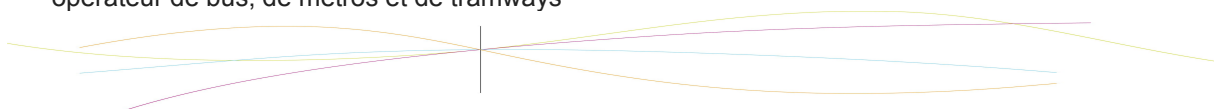
3.2.1. Gestion de la mobilité en ville

Les modes de transport et les réseaux

Aujourd'hui, la voiture est encore de loin le mode de transport le plus utilisé dans les villes. Or, l'utilisation du pétrole, et les émissions de CO₂ ne contribuent pas à diminuer la pollution. Une Smart City se traduit non seulement par de nouvelles technologies mises au profit d'un meilleur mode de vie, mais également par une réduction de la pollution et un environnement agréable. *After the car* de Kingsley Denis et John Urry explique que le XXe siècle était le siècle de l'automobile mais qu'aujourd'hui, on voit émerger un nouveau système de mobilité intelligente, dû aux innovations technologiques, sociales et politiques. Il est donc utile de réfléchir à une alternative pour les modes de transport afin de changer l'environnement urbain, réduire le bruit et la pollution ambiante.

Tout d'abord, un système de transports en commun régulier et bien implémenté est une solution abordable. L'efficacité de ces systèmes, d'après Patrick Jeantet⁴, repose tout d'abord sur la fluidité des correspondances. La plupart des déplacements en transports en commun se font en utilisant plusieurs transports (ex : bus + tram) et les correspondances, souvent longues, découragent les utilisateurs. Un meilleur raccordement entre les différents modes de transports en commun serait donc la première façon de les rendre plus attractifs.

4 Directeur Général de Keolis, groupe privé français du secteur des transports de voyageurs, opérateur de bus, de métros et de tramways



Ensuite, l'information des usagers est primordiale. Il faut qu'ils puissent être informés en temps réel des lignes de transports mises à leur disposition. Les nombreuses applications créées, grâce au développement des smartphones, sont des outils formidables pour l'utilisateur qui n'a plus besoin de réfléchir au trajet à effectuer. Par exemple, les transports en commun de la métropole de Rouen sont gérés par le réseau *Astuce*⁵ qui a développé une application permettant une recherche de correspondances efficaces en indiquant les points et heures de départ et d'arrivée. Elle donne aussi les horaires des transports en commun (bus, métros,...), les prochains passages, l'état du réseau, ainsi que des plans. Le train, le bus ou encore le métro sont donc des modes de transports plus écologiques que la voiture et parfois plus rapides lorsqu'ils sont bien mis en place.

Cela ne signifie par pour autant que la voiture doit être complètement supprimée, mais il s'agit de l'utiliser dans une conscience écologique. On voit émerger de nouveaux systèmes tels que le covoiturage. Blablacar par exemple, avec ses 10 millions de membres, est le témoin d'une envie de partager le coût du transport tout en réduisant les émissions de CO₂. Cette application permet à l'utilisateur de rentrer une date et les lieux de départ et d'arrivée et la liste des conducteurs partant en même temps que lui pour se rendre au même endroit, s'affiche. Il n'a alors plus qu'à faire son choix et payer en ligne. Une fois le trajet effectué, le site se charge lui-même de redistribuer l'argent au conducteur. Cela permet d'économiser à la fois du temps et de l'argent.

Le car-sharing se développe également, avec Autolib' à Paris par exemple. Mis en place en octobre 2011, il est le premier service d'automobiles électriques en libre service développé à l'échelle d'une grande ville. Après abonnement, l'utilisateur se rend à une station, déverrouille la voiture grâce à un badge et après utilisation, il n'a qu'à la déposer dans la station la plus proche de là où il souhaite se rendre.



figure 4 : Station Autolib' à Paris

Velib' et les services de location de vélos en libre-service fonctionnent de la même manière que le car-sharing. Ces moyens de développement du deux-roues rencontrent un succès de plus en plus important grâce à la flexibilité offerte. De nombreuses villes partout dans le monde ont installé ce système et développé les pistes cyclables, rendant la ville moins bruyante et plus agréable. Il est souvent plus rapide de se déplacer à vélo en ville qu'en voiture et cela réduit le problème du parking, ce qui explique l'engouement pour ce mode de transport. A Amsterdam ou Berlin par exemple, les citoyens ont parfaitement intégré le fait que prendre son vélo est souvent plus rentable et plus pratique que d'utiliser sa voiture.

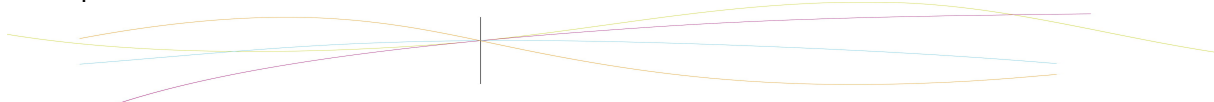
Les routes et leur environnement

Les routes intelligentes sont également un moyen de rendre la ville plus agréable et moins polluante. Celles-ci font partie intégrante de l'environnement urbain et sont à intégrer au territoire connecté. Par exemple, la D199 en Seine et Marne, est la première route connectée de France. Elle est constituée d'un revêtement semi-transparent sous lequel se trouve des cellules photovoltaïques produisant de la lumière. De plus, la route emmagasine de l'énergie quand il fait chaud et la restitue quand il fait froid, empêchant le



figure 5 : Route intelligente aux Pays-Bas

5 <http://www.reseau-astuce.fr/>



gel. Mais cette énergie sert également à alimenter l'éclairage public et la route en elle-même, étant semi-transparente. Elle pourra sûrement plus tard, alimenter les voitures électriques pendant qu'elles roulent ou bien prévenir lors de la formation d'un embouteillage ou lorsqu'elle se détériore. Des signalisations auto-réfléchissantes faites d'une peinture absorbant de l'énergie pendant la journée et la restituant la nuit, sont également imaginées et développées à titre expérimental aux Pays-Bas.

L'éclairage des routes est également un secteur à part entière dans une Smart City. On trouve bien souvent, soit des villes trop éclairées à cause de réverbères restant allumés toute la nuit et produisant une pollution lumineuse, ou bien certaines rues sans aucune lumière alors qu'elle serait parfois utile. Pour résoudre ce problème, des lampadaires intelligents ont été imaginés. Ceux-ci permettent de créer un environnement moins lumineux lorsque ce n'est pas nécessaire. A Toulouse, cent lampadaires s'allumant en fonction des passages des piétons ont été mis en place en 2011. Le système d'éclairage intelligent fonctionne à énergie humaine. En effet, des dalles créant de l'électricité lorsque le piéton marche dessus, ont été disposées sur les trottoirs. Selon des tests, 5000 piétons parcourant 15 mètres de dalles fournissent 3 heures d'éclairage. L'éclairage public intelligent est donc partie intégrante d'un besoin de retour à une nuit totale en ville lorsque la pollution lumineuse devient beaucoup trop importante.

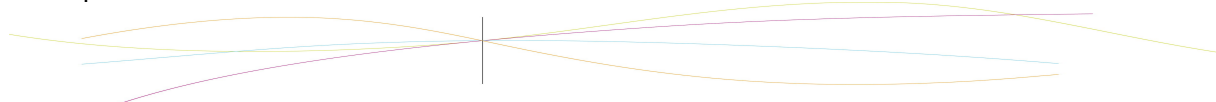
Les itinéraires et les parkings

De nombreuses applications telles que Mappy, viaMichelin ou Waze, permettent à l'utilisateur de smartphones de simplifier sa mobilité. Le développement de ces applications dans de nombreuses villes grâce aux données collectées, permet de calculer l'itinéraire le plus rapide, en tenant compte des bouchons, des travaux, de l'accessibilité aux personnes à mobilité réduite, etc... Ces applications permettent aux utilisateurs de réduire leur consommation d'essence mais également leur temps de trajet. Elles sont donc utiles à la fois pour l'environnement mais aussi pour l'usager. De plus elles servent aussi au désengorgement des centres villes souvent bondés. En effet, trop de voitures tournent aujourd'hui dans les villes à la recherche d'une place et polluent. L'application telle que SmartParking⁶ permet ainsi à l'utilisateur de trouver une place de parking libre à proximité sans avoir à chercher longtemps. A Barcelone, l'Université Polytechnique de Catalogne (UPC) et l'entreprise URBIOTICA ont développé un système de stationnement intelligent pour les conducteurs d'un quartier d'affaires hyper-connecté participant au projet 22@⁷. Ce projet, qui a vu le jour en 2001, avait pour but de transformer des friches industrielles en un quartier « labo », où se sont implantées des centres de recherche, des écoles et des start-up. Dans ce laboratoire urbain, les conducteurs sont informés en temps réel du nombre de places de stationnement libres via leur téléphone, GPS ou autres panneaux lumineux de la voie publique.

Les nouvelles technologies associées au besoin d'une meilleure mobilité, sont donc pleines de ressources et permettent aux utilisateurs, par de nombreux moyens, de se simplifier la vie et de gagner du temps. Elles permettent donc d'avoir une ville plus propre et plus agréable à vivre. Ces problématiques ont alors incité les entreprises à créer des moyens de transports qui seront, à terme, aussi « smart » que la ville dans laquelle ils circulent.

6 Développée dans l'étude de cas

7 <http://www.22barcelona.com/>



3.2.2. Les transports d'un point de vue technologie innovante

Les transports en commun intelligents

Les transports en commun sont donc le devenir des Smart City puisqu'ils permettent à la fois de réduire les émissions de CO₂, mais aussi de contrôler le flux en faisant voyager un plus grand nombre de passagers. La ville de Singapour, référence incontournable dans le domaine des villes intelligentes l'a bien compris. En effet, ses bus et métros sont dotés de nombreuses technologies très appréciables. Par exemple, afin d'assurer la protection de sa population, les quais de métro ont été équipés de portes palières empêchant l'accès aux rails. Cette mesure a l'avantage de réduire le nombre d'accidents à l'arrivée du tram mais aussi de limiter le temps d'arrêt en station. A l'avenir, les rames seront totalement automatisées. De plus, la ville dispose de moyens de paiement sécurisés utilisant la puce sans contact ce qui permet à l'utilisateur d'acheter ses titres de transport de façon sûre. Puis, puisque la ville intelligente permet aux différentes technologies de fusionner et non de se développer indépendamment des impacts qu'elles peuvent avoir sur les autres secteurs, la création de carte de transport combinée avec la carte bancaire sera aussi possible. Enfin, des applications permettent aux utilisateurs de demander le passage d'un transport à une horaire inhabituel. Si le seuil de demande est dépassé, une rame supplémentaire sera ajoutée. Cet exemple de ville nous montre bien qu'il est aujourd'hui indispensable d'avoir un système sûr et flexible.

Il existe d'autres types de bus intelligents qui répondent plus particulièrement aux problèmes écologiques et de gestion de trafic. Même si ce projet paraît un peu extravagant, les bus suspendus de Shenzhen Hashi Future Parking⁸ sont une réponse pertinente à la gestion du trafic saturé des métropoles asiatiques ainsi qu'au respect de l'environnement. Ce bus a pour particularité de passer au dessus des voies, cela signifie qu'il emprunte un réseau «aérien». L'avantage de cette invention réside majoritairement en son caractère silencieux et écologique permettant de nombreuses économies de CO₂. La vitesse de cet appareil devrait atteindre les 40km/h de moyenne. Pour ce qui est de la sécurité tout est prévu pour fonctionner comme dans un avion. Même si ce projet peine à se concrétiser il n'en reste pas moins un projet innovant répondant aux problèmes posés par la Smart City.

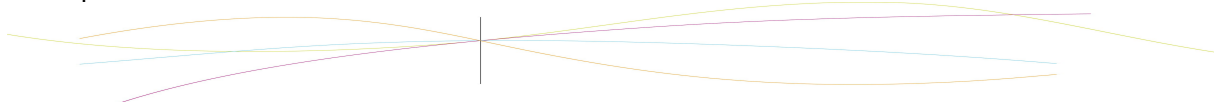
Enfin, puisque nous avons parlé de systèmes de transport écologique il paraît inévitable de citer un modèle innovant de recharge de bus électrique, le biberonnage. Ce fonctionnement est principalement utilisé dans le projet TOSA⁹. Ce bus 100 % électrique a le fonctionnement suivant : sur son parcours sont positionnées des bornes de recharge qui permettent au bus de se recharger en 15 secondes. Pour cela, un système de connexion automatique placé sur son toit détecte la station de recharge ce qui permet au bus de se préparer à recevoir la charge. Dès l'arrêt, l'avant du bus s'insère dans le rail et la connexion s'établit. Ce système permet d'augmenter la capacité du bus puisque que, contrairement à un bus électrique quelconque, il n'y a pas de surcharge. En effet, c'est une juste quantité qui est introduite. Ce bus a pour avantage de réduire les émissions de CO₂, de s'affranchir des câbles disgracieux et donc de limiter l'impact visuel en ville ainsi que de s'assurer de la sécurité des utilisateurs. En cours de démonstration à Genève jusqu'en mars 2014, le système a aujourd'hui fait ses preuves.



figure 6 : Projet TOSA

8 http://en.wikipedia.org/wiki/3D_Express_Coach

9 <http://www.tosa2013.com/fr>



Tous ces systèmes visent à améliorer le quotidien des habitants, en améliorant parfois leur confort de manière remarquable. C'est notamment le cas de l'Ecotram¹⁰ à Vienne qui, en plus de prévoir le nombre d'usagers à véhiculer, anticipe la température et la force du vent et ajuste l'air ambiant en fonction des besoins.

Cependant, même si les transports en commun intelligents sont incontournables, l'avancée technologique profite également aux voitures. En effet, elles peuvent aussi s'inscrire dans un processus de ville smart.

Systèmes de transport intelligents (STI) et voitures électriques

Les voitures électriques répondant au respect de l'environnement voient leur utilisation encouragée par les villes durables. En effet, comme à Cologne, des bornes de recharge de véhicules électriques sont installées au sein de certaines villes. D'autres utilisent leur connectivité pour afficher des panneaux informatifs de prévention aux alentours des voies de circulation. L'autre avantage des STI est qu'ils permettent d'assurer une bonne sécurité grâce à l'utilisation de caméras asynchrones ou bien de caméras sensibles à la polarisation. Ces technologies nous furent présentées par des doctorants du LITIS et à la visite à l'INRIA. Ainsi nous avons pu retenir que ces deux modes de vision permettent d'une part de détecter les obstacles (par exemple piétons) mais aussi de définir des trajectoires.

Les caméras asynchrones permettent d'établir le mouvement et la structure d'un objet en utilisant des calculs matriciels possédant des informations sur des déplacements de rotation et de translation. A partir de cela, il est aisé de connaître le déplacement d'un point A à un point B en utilisant les informations que l'on reporte dans une matrice de transformation. Un environnement 3D est ainsi reconstruit en utilisant les informations 2D (pixels) données par les caméras asynchrones. Il est important de noter que ces caméras prennent dix images à la seconde. Enfin, le deuxième système nous ayant été présenté, permet par des reconstitutions successives et en se basant sur le système de la polarisation, de déterminer la matière des obstacles mais aussi leurs bords et contours. Ces deux systèmes sont très prometteurs au sein d'une Smart City puisqu'ils répondent au critère de sécurité.

Néanmoins pour qu'une Smart City fonctionne, il faut qu'elle soit alimentée. Une des problématiques majeures des villes intelligentes est donc d'assurer les demandes croissantes en énergie que demandent les outils connectés avec des sources non néfastes pour l'environnement.

3.3. Les différentes sources d'énergies dans la Smart City

L'une des priorités concernant les Smart City est de réussir à créer une ville ayant un impact économique très faible, voire une ville à énergie positive (la ville produit plus d'énergie qu'elle n'en consomme). Les énergies renouvelables sont donc largement sollicitées pour ces villes intelligentes qui doivent respecter leurs engagements énergétiques et écologiques.

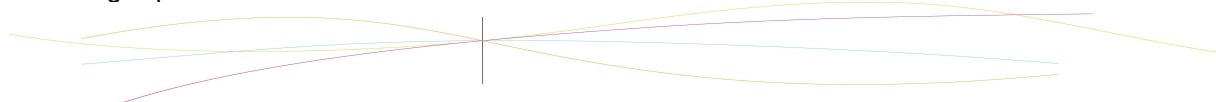
3.3.1. Sources d'énergie déjà présentes

La principale source d'énergie renouvelable pour l'instant utilisée est l'énergie hydraulique (produite par les barrages hydroélectriques). Ces barrages sont situés sur des rivières ou fleuves à fort débit et permettent de produire de l'électricité en continu et avec une source d'énergie infinie. En



figure 7 : Barrage des Trois-Gorges

10 <https://smartcity.wien.gv.at/site/en/projekte/verkehr-stadtentwicklung/wiener-linien-schicken-energiespar-bim-auf-die-strecke/>



revanche, les impacts écologiques peuvent être très importants du fait de la nature de la structure : en amont, le barrage retient de très grands volumes d'eau qui peuvent provoquer une montée des eaux importante et donc des inondations. De plus il est parfois nécessaire de déplacer des populations et de détruire une partie d'un écosystème pour créer un volume conséquent. A l'inverse, en aval de ces barrages, le débit d'eau est considérablement réduit, ce qui peut provoquer de très nombreux problèmes de sécheresse, comme c'est notamment le cas en Chine (barrage des Trois-Gorges) ou au Brésil (Sao Paulo). L'avantage d'utiliser cette source d'énergie est qu'elle est réellement inépuisable et relativement peu coûteuse une fois le barrage réalisé. Le seul problème réside dans l'importation de l'électricité du barrage jusqu'au réseau de la ville.

Une autre source d'énergie renouvelable déjà très utilisée est la géothermie, qui consiste à récupérer la chaleur contenue en profondeur afin de chauffer les installations domestiques. Cette source d'énergie est différente des autres dans le sens où elle ne permet pas de produire de l'électricité, mais d'en limiter l'utilisation en remplaçant les systèmes de chauffages électriques (radiateurs, chauffe-eau).

Le principe de fonctionnement utilisé pour récupérer l'énergie est assez simple : on plonge des tuyaux remplis d'un liquide de chauffage (par exemple l'eau) dans le sol jusqu'à une certaine profondeur. La température en profondeur étant plus élevée qu'en surface, ce liquide va être chauffé, puis être ramené rapidement en surface à l'aide d'une pompe. Le liquide chaud ainsi obtenu va servir à chauffer l'installation domestique souhaitée.

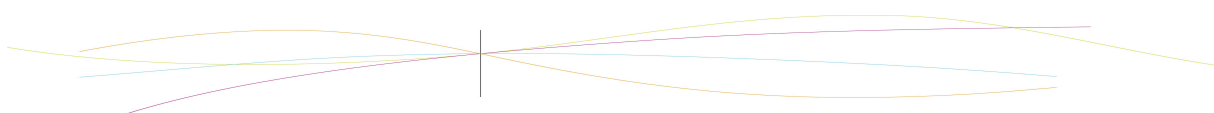
Ce type d'énergie a vocation d'être très largement utilisé dans les Smart City, car c'est une source propre, assez efficace et relativement peu coûteuse. De plus, elle n'utilise pas d'espace habitable (réseaux souterrains verticaux) et est donc facilement utilisable dans la ville, il n'y a pas besoin de l'importer.

L'énergie éolienne est en pleine extension et son utilisation au sein des villes est grandissante. En effet, de nouvelles méthodes de production permettent d'optimiser cette technique. Ainsi, en plus des traditionnels champs éoliens, des éoliennes commencent à fleurir sur le toit des immeubles. De plus, certains projets d'immeubles éoliens commencent à voir le jour, notamment comme le Bahrain World Trade Center, qui est constitué de deux tours et de trois éoliennes. D'autres projets prévoient de concevoir des immeubles avec une forme propice à la récupération du vent pour produire de l'électricité et réguler la température de l'immeuble.



figure 8 : Bahrain World Trade Center

Une autre source d'énergie présente dans les Smart City est l'énergie solaire. En effet, il est de plus en plus courant de voir sur le toit des bâtiments, qu'ils soient publics ou résidentiels, des panneaux solaires. Relativement peu coûteuses, ces installations permettent à la fois de réduire les frais d'électricité (production personnelle) mais sont aussi, dans une moindre mesure, une alternative complémentaire aux autres énergies renouvelables. En effet, dans des zones ensoleillées et en nombre important, l'utilisation de panneaux photovoltaïques permet une production d'énergie conséquente. En revanche, cette méthode présente plusieurs inconvénients : premièrement il faut savoir que les panneaux photovoltaïques nécessaires à la production énergie solaire sont constitués à partir d'éléments polluants (métaux lourds). Ensuite, l'un des problèmes de ce système est qu'il dépend de l'ensoleillement de la zone où il est positionné.



Ces deux modes de production d'énergie utilisent peu d'espace et sont efficaces sur de grands immeubles. Ils sont donc prometteurs au sein d'une Smart City car ils sont esthétiques, efficaces et relativement peu coûteux dans la durée.

3.3.2. Solutions alternatives d'énergie

En plus de ces sources d'énergie déjà largement présentes aujourd'hui, de nouvelles méthodes commencent à voir le jour.

C'est le cas notamment des hydroliennes ou éoliennes marines. Ces appareils de production sont des hélices placées sous la mer à des endroits stratégiques, c'est-à-dire dans des zones de courants relativement forts, afin de récupérer le flux d'énergie provoqué par ces courants pour le transformer en électricité.

Le gros avantage de ce type d'installation est qu'il est à la fois 100 % propre et très écologique, mais aussi très efficace : en effet, du fait de la densité plus importante de l'eau par rapport à l'air, une hydrolienne permet de produire autant d'énergie qu'une éolienne pour un diamètre 4 fois plus petit. Mais le problème majeur qui freine le développement de ce type d'installation est la mise en place de l'hydrolienne, difficile du fait de la nature des zones sous-marines. De plus, la question du transport de l'électricité pour les villes situées loin des côtes se pose.

figure 9 : Hydrolienne (EDF)



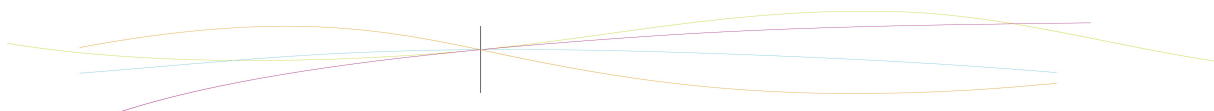
Une autre source d'énergie qui pourrait se développer et être d'une grande utilité est l'énergie produite par la biomasse. Cette technique consiste à produire du carburant ou de la chaleur à l'aide de déchets organiques. En se décomposant, la biomasse dégage de la chaleur qui peut être récupérée pour chauffer des habitations ou des infrastructures. Cette source d'énergie pourrait être utilisée à grande échelle dans la Smart City, car ce système pourrait être une solution majeure pour le retraitement des déchets. De plus, la mise en place de véhicules fonctionnant avec des carburants spéciaux contribuerait à la mise en place d'une ville plus propre : plus besoin de pétrole en masse pour faire rouler sa voiture, mais juste d'une certaine quantité de déchets retraités et transformés en carburant "bio". L'inconvénient de ce type de pratique est qu'il nécessite la mise en place de centrales de retraitement qui peuvent être relativement polluantes. De plus, cette méthode n'a pas encore fait ses preuves sur le plan du rendement.

Enfin, d'autres caractéristiques des bâtiments peuvent être modifiées pour améliorer leur rendement énergétique. En effet, une meilleure isolation (avec des toits végétaux par exemple) ou l'utilisation intelligente de la ventilation permettrait d'économiser de l'énergie.

3.3.3. Smart Grid, la gestion intelligente des énergies

Au vu des nombreuses sources d'énergies renouvelables pouvant être intégrées à la Smart City, il serait compliqué de gérer efficacement les différentes sources d'énergie sans les mettre étroitement en relation, que ça soit pour gérer la quantité d'énergie produite en fonction par exemple des conditions climatiques, mais aussi en fonction de la demande locale à court terme. La mise en place d'une Smart Grid peut permettre de répondre efficacement à cette problématique.

"Une Smart Grid est un réseau de distribution d'électricité dit « intelligent » qui utilise des technologies informatiques et de télécommunication avec l'objectif d'optimiser le transport d'énergie des points de production à ceux de distribution. Ces réseaux doivent donc



permettre de faciliter la mise en relation de l'offre et de la demande entre les producteurs, et les consommateurs d'électricité."¹¹ Ainsi, la Smart Grid permet de mettre en relation les différents producteurs et consommateurs d'énergie électrique, mais aussi de réduire considérablement les pertes d'énergie.

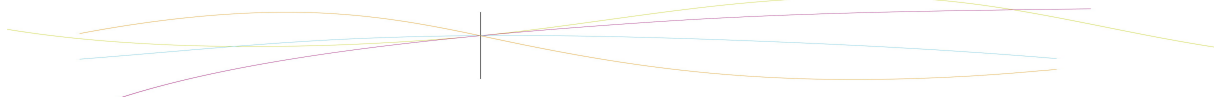
Ce système fonctionne selon deux sens de communication : du consommateur vers le producteur et du producteur vers le consommateur. Grâce à ces échanges, les consommateurs peuvent envoyer instantanément leurs besoins au centre de production via un réseau informatique dédié et à un centre de contrôle. Cette mise en relation rapide permet donc de fournir l'électricité aux consommateurs selon ses besoins. De même, il faut savoir que la production d'électricité par les énergies renouvelables n'est pas constante. En effet, qu'il s'agisse de l'énergie solaire ou éolienne, il est impossible de connaître précisément la production électrique des périodes à venir. Il est également impossible de prévoir précisément la consommation électrique de chaque foyer. Il est important de noter que nos connaissances actuelles ne nous permettent pas de stocker en masse l'électricité produite, il est donc nécessaire de trouver une solution pour adapter au mieux la consommation électrique par rapport à la demande. Ainsi, il faut que la production puisse s'adapter en cas de surtension ou de sous-tension. Grâce à la Smart Grid, les foyers peuvent maintenant envoyer des informations au centre de contrôle, qui permettra au fournisseur de faire parvenir un ordre (informatique) au compteur des particuliers afin de déclencher le fonctionnement de certains appareils (ex : chauffe eau, chargement de voiture électrique ...) ou d'en réduire la consommation (baisse de régime du chauffe-eau, alerte SMS à l'utilisateur...). Ce système permet donc d'optimiser le fonctionnement du réseau électrique en développant un réseau à grande échelle permettant d'intervenir massivement à petite échelle. Mais, face à ces implantations de réseaux intelligents, se posent de grands problèmes.

Tout d'abord, d'un point de vue technique, il est très difficile d'implanter toutes les structures dans des villes déjà existantes. En effet, dans des villes telles que Paris ou Londres, il n'est pas prévu dans la structure des bâtiments d'accueillir les réseaux intelligents. Il est donc souvent plus facile et moins coûteux de construire entièrement une ville intelligente plutôt que d'en aménager une déjà existante. De plus, d'un point de vue éthique, il faut savoir que l'implantation de tels systèmes permet au distributeur d'avoir un pouvoir d'observation hors normes. En effet, ces réseaux intelligents permettent au fournisseur d'obtenir toutes les données d'utilisation du consommateur. Ainsi, tout ce que fait le consommateur (utilisations des lumières, électroménager, etc ...) peut être vu et analysé, et ainsi être utilisé à des fins autres que la régulation énergétique.

Pour résumer le tout, la combinaison de plusieurs méthodes de production électrique durable et de nouvelles techniques d'urbanisme permet de réduire considérablement la facture énergétique. Mais la seule mise en place de ces systèmes n'est pas réellement efficace si ils ne sont pas mis en relation. En effet, la production d'électricité via les énergies renouvelables n'étant pas constante, il est nécessaire que les différentes sources d'énergies soient reliées grâce à la Smart Grid. L'insertion d'un mode de gestion intelligent est primordial. En connectant ces systèmes de production on peut éviter de nombreuses pertes en répartissant et en régulant la production d'énergie. Ainsi, on obtiendra un bâtiment "propre" qui produira sa propre énergie, sera autonome, et qui pourra peut être même fournir de l'énergie aux organes extérieurs énergivores (voitures électriques par exemple).

Comme il est très aisé de le remarquer la ville intelligente repose sur l'analyse de situations, l'amélioration d'infrastructures. Ce qui permet son développement rapide et son efficacité n'est autre que l'interconnexion et le traitement rapide des données. A l'ère du Big Data, la Smart City ne fait qu'évoluer.

11 http://www.actu-environnement.com/ae/dictionnaire_environnement/definition/smart_grid.php4



3.4. Interconnexion: traitement, protection et gestion des données

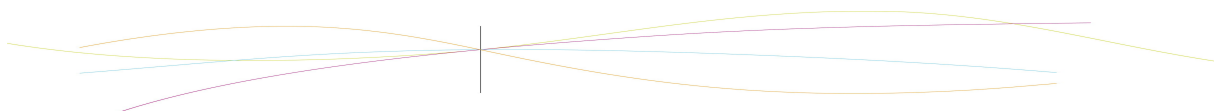
3.4.1. *Big Data et Open Data*

Dans une Smart City, d'énormes quantités de données sont récupérées afin de pouvoir offrir aux usagers des informations d'une plus grande précision. En effet, il s'agit de disposer des capteurs dans les parkings, les stations de transports publics, les bennes à ordures, les systèmes d'éclairage urbain, etc ; tout ceci afin d'assurer l'optimisation des transports, la distribution d'énergie et les services rendus aux habitants.

Cependant, ces masses de données sont tellement importantes qu'elles deviennent impossible à gérer. C'est ce que l'on appelle des Big Data. Puisque la gestion de ces données ne peut s'effectuer avec les même outils que pour les bases de données classique, il devient alors nécessaire de mettre en place des moyens technologiques adaptés qui assurent le traitement et l'analyse de ces informations en temps réel ou presque. Il convient aussi de posséder les infrastructures adéquates afin de recevoir, stocker et retransmettre ces informations. De plus, dans l'optique d'une Smart City et afin de répondre au mieux aux besoins des habitants, ces données doivent correspondre au concept d'Open Data. Les Open Data sont des données numériques privées ou publiques. Elles sont diffusées selon une licence ouverte, permettant ainsi leur libre accès et leur réutilisation par tous, sans restriction technique, juridique ou financière. Ainsi, n'importe qui pourra avoir accès à ces informations et pourra les utiliser. C'est notamment le cas de n'importe quelle application GPS qui s'en servira à des fins de guidage des usagers. Cela soulève donc un problème d'éthique, en effet certaines données ne peuvent être laissées ouvertes afin de ne pas porter atteinte à la vie privée des gens.

Néanmoins, ces informations sont inutiles si les utilisateurs n'y ont pas accès. C'est pourquoi il est nécessaire de proposer à ces derniers un environnement adapté. Le premier moyen de communication est bien évidemment par le biais des smartphones. En effet, puisqu'il s'agit d'Open Data, n'importe qui peut créer une application pouvant être utilisée par les utilisateurs. On peut imaginer des sites internet gérés par la communauté ainsi que par les systèmes traitant les données afin d'avoir des informations en temps réel sur n'importe quelle activité ou incident au sein de la ville. En outre, afin de récolter des informations dans un cadre précis, des codes barres 2D peuvent être utilisés, renvoyant sur des applications ou sites correspondant aux informations désirées. Les lunettes à réalité augmentée, par exemple, permettent d'avoir accès à ces informations encore plus rapidement. Toutefois, le recours aux smartphones n'est pas la seule option afin de communiquer avec les usagers : on voit apparaître les « routes intelligentes » comme vu précédemment. Dans le même cadre, la voiture intelligente permet notamment de transmettre aux utilisateurs des informations sur les conditions de route, les places disponibles dans les parkings, etc, et ce avec des informations en temps réel ce qui permettra une plus grande fiabilité. Par ailleurs, des « murs intelligents » ont aussi été mis au point. Ils permettent de nombreuses interactions avec les usagers. Ils peuvent servir d'écran tactile, permettant ainsi aux habitants de pouvoir recevoir en permanence des informations, mais également d'enceintes audio, par résonance des cloisons murales ou encore d'amplificateur de Wi-fi.

Comme évoqué précédemment, la notion de Smart City repose sur beaucoup d'éléments, notamment l'automatisation. Celle-ci requiert, pour être mise en place, la capture de données dans le but de répondre aux besoins des utilisateurs ou d'améliorer leur quotidien. Prenons un exemple concret et actuel dans le domaine de l'informatique, celui de l'apprentissage automatique. En effet, sur de nombreux sites de vente en ligne, après avoir effectué plusieurs achats ou visité la page de différents produits, le site peut proposer des liens vers des pages en liaison avec les produits précédents. Ceci se base sur des outils d'analyse de statistiques et de probabilités. Il s'agit là d'un traitement de données qui permet aux visiteurs du site de trouver des achats potentiellement intéressants, et ce, automatiquement. Le traitement de données semble ainsi être un outil bénéfique aux différents utilisateurs.



Cependant, considérons ce phénomène à une plus grande échelle, celle d'une Smart City. On peut prendre pour exemple la géolocalisation des automobiles pour fluidifier le trafic routier, les éclairages connectés, etc. On doit alors répondre aux besoins d'un groupe de personnes plus important, et, par conséquent, il faut traiter une plus grande quantité de données, (cf la partie Big Data.) Cependant, avant d'envisager de traiter des données, il est nécessaire de les capturer en premier lieu. Cela nous amène à nous poser cette question : comment obtenir ces informations ?

Depuis février 2015, la firme sud-coréenne Samsung fait face à une polémique concernant un changement des termes et conditions d'un de ses produits, la TV Samsung¹². Dans cette partie est précisé que, lorsque la fonction de reconnaissance vocale est activée, tous les sons captés par le micro intégré peuvent être enregistrés, sauvegardés sur un serveur et vendus à une tierce partie. La réaction des utilisateurs et de la presse fut rapide et violente, allant jusqu'à accuser Samsung d'espionnage, même si l'entreprise tente d'apaiser les inquiétudes. Pourtant, Samsung est loin d'être le seul à employer ce genre de techniques de capture de données. Gmail, Xbox, LG, TomTom... toutes ces entreprises partagent le point commun suivant : celui de capter des informations privées, et ce, souvent à l'insu de ses utilisateurs. On peut donc se demander jusqu'où peuvent aller ces techniques et si, en fin de compte, le traitement des données en masse pourrait engendrer des abus notamment en ce qui concerne l'éthique, le respect de la vie privée et la confidentialité.

Ainsi, on peut se demander à qui revient le devoir de protéger ces informations ?

3.4.2. Limite posée par l'espionnage et solutions apportées

Pour les particuliers, protéger ses données privées ne correspond pas à un devoir mais à une nécessité personnelle. C'est aux utilisateurs de faire preuve de bon sens et de se protéger. Pour cela, il suffirait notamment d'être alerte, de se tenir au courant des différentes conditions d'utilisation et de la législation et enfin de ne pas s'exposer inutilement, les entreprises quand à elle doivent protéger nos données, d'où l'intérêt de la cybersécurité. Celle-ci est essentielle à la survie des Smart City.

Pourquoi est elle essentielle ?

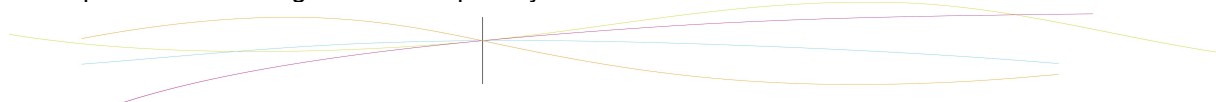
Dans le cadre d'une Smart City, où comme nous l'avons déjà vu le progrès repose essentiellement sur le partage des données, il est dans le devoir des villes d'en assurer la protection. En effet, les transports intelligents, la domotique, la volonté d'hyper-connexion rendent le citoyen vulnérable. En cas de failles, certaines infrastructures de la ville telles que les hôpitaux pourraient être menacés. La cybersécurité se doit donc d'assurer l'intégrité et la confidentialité des données.

Comment lutter ?

Puisque qu'il ne faut pas freiner le progrès, la cybersécurité ne joue pas ici le rôle d'un bouclier rompant toute forme de connexion, mais suit plutôt le mouvement en restant alerte. Elle doit exercer son art tout en apprenant à maîtriser le paradoxe qui lui est posé, à savoir l'intégrité tout en conservant l'ouverture. De plus, elle doit développer des systèmes de sécurité à des prix acceptables pour être abordable à toutes les villes. Enfin, elle doit présenter des solutions fiables et transparentes. Son travail se décline donc sous différents axes.

D'une part, elle gère la protection des données ainsi que les risques d'attaque grâce à un algorithme. D'autre part, elle s'occupe de la mise en place de nouveaux moyens d'identification, puisque comme le montre l'affaire Sarah Palin, certains mots de passe ne sont pas efficaces. En effet, au cours de cette affaire, cette femme politique s'était faite pirater sa boîte mail car son système d'identification était simple à détourner. Enfin, la

12 <https://www.samsung.com/uk/info/privacy-SmartTV.html>



cybersécurité mise sur l'humain en assurant sa sensibilisation ainsi que la mise en place de protections. Pour finir, elle investit beaucoup dans la recherche et l'innovation afin de solliciter la découverte de nouvelles idées et de développer un panel plus varié et efficace de solutions. Il existe donc différents organismes nationaux ou mondiaux dont le rôle est de protéger les données.

La CNIL (Commission Nationale de l'Informatique et des Libertés) est un exemple de ces institutions et se concentre sur l'aspect individu et non vers la protection d'entreprises. Elle joue un rôle important dans le devenir des Smart City en protégeant les citoyens. Cet organisme peut informer aux états et villes des améliorations des protocoles à effectuer et est donc un acteur majeur de la lutte contre la cybercriminalité. Voici quelques extraits de textes de la loi 78-17, Article 12 de 1978 concernant les rôles de cette institution qui ont un impact sur la bonne gestion des données et sont donc applicables à la Smart City. « La CNIL propose au Gouvernement les mesures législatives ou réglementaires d'adaptation de la protection des libertés à l'évolution des procédés et techniques informatiques[...] Elle se tient informée de l'évolution des technologies de l'information et rend publique le cas échéant son appréciation des conséquences qui en résultent pour l'exercice des droits et libertés mentionnés[...] Elle donne un avis sur la conformité aux dispositions de la présente loi des projets de règles professionnelles et des produits et procédures tendant à la protection des personnes à l'égard du traitement de données à caractère personnel, ou à l'anonymisation de ces données, qui lui sont soumises » Ainsi, tout comme la CNIL les organismes de cybersécurité sont indispensables pour allier sécurité et progrès.

La ville intelligente c'est donc l'interconnexion, la mobilité écologique, le logement intelligent mais c'est aussi le fait de se sentir bien et intégré dans sa ville. Les concepts de développement de la Smart City doivent prendre en compte un acteur important: le citoyen au sein de sa ville.

3.5. Enjeu éthique et social

3.5.1. La gouvernance participative

Pour pouvoir répondre avec efficacité aux problèmes quotidiens et assurer l'épanouissement du citoyen dans une ville en pleine expansion, les Smart City ont mis en place la gouvernance participative. Celle-ci a pour avantage de prendre en compte les choix du citoyen et de le faire se sentir acteur de sa ville.

Mais de quoi s'agit-il exactement ?

Commençons par définir la notion de gouvernance. Il s'agit d'une notion controversée: il existe de nombreuses gouvernances, les plus connues étant la gouvernance d'entreprise, la gouvernance publique et la gouvernance territoriale. De façon générale, les systèmes de gouvernance renvoient à l'attribution du pouvoir aux différents acteurs dans un système particulier. Dans notre cas, nous nous intéresserons à la gouvernance publique. Il s'agit de « l'exercice de l'autorité politique, économique et administrative dans le cadre de la gestion des affaires d'un pays à tous les niveaux. La gouvernance est une notion objective qui comprend les mécanismes, les processus, les relations et les institutions complexes au moyen desquels les citoyens et les groupes articulent leurs intérêts, exercent leurs droits et assument leurs obligations et auxquels ils s'adressent afin de régler leurs différends. »¹³

Il s'agit donc là d'un moyen de décentrer la réflexion, aux moyens de concertations et de comités, par exemple.

13 Définition de l'OCDE



Ses principaux avantages :

- minimise la frustration du peuple de ne pas être entendu
- propose une nouvelle vision des difficultés rencontrées
- favorise l'évolution de la ville à l'instar de ses habitants
- permet de dégager des solutions nouvelles
- évite certains conflits
- installe une responsabilité individuelle
- élargit la conscience collective

La gouvernance participative permettrait donc de faire face plus rapidement aux problèmes rencontrés et de proposer des solutions innovantes. De plus, elle rendrait possible la création d'une ville qui s'améliore grâce à ses propres habitants.

3.5.2. Les limites de la Smart City

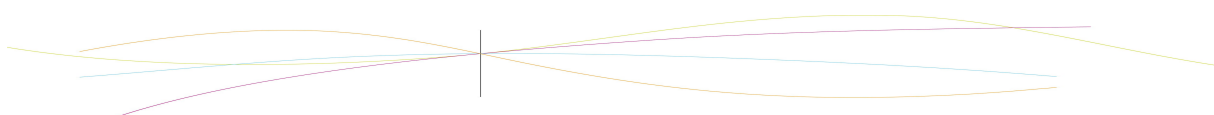
Une Smart City paraît donc être un modèle de ville idéale où toutes les classes sociales pourraient s'exprimer. Pourtant, certains problèmes persistent et notamment de nouvelles formes d'exclusion peuvent se créer. Dès aujourd'hui, on peut observer que les plus démunis ne disposent pas des moyens nécessaires pour se payer des smartphones ou tablettes. Or, pour avoir accès aux avantages offerts par une ville intelligente, des moyens financiers sont nécessaires. Ainsi, on risque de voir apparaître des ruptures sociales encore plus marquées lors de la généralisation des Smart City. On peut donc supposer que les plus pauvres ne pourront avoir de smartphones, véhicules intelligents, ou tout autre technologie de communication liée à une Smart City, et par conséquent, ne pourront pas profiter des dits-avantages. On peut également penser que la part de la population la plus âgée aura des difficultés à suivre l'avancée technologique et à s'y adapter. Dans la société actuelle, peu de personnes âgées possèdent un smartphone ou un ordinateur et, généralement, lorsqu'ils en possèdent, ils ne se servent que des fonctionnalités les plus basiques. Une Smart City reposant grandement sur les NTIC, ces difficultés seront accrues.

Rappelons que l'objectif des Smart City est de proposer un modèle économique et écologique qui faciliterait la vie de tous ses habitants sans discrimination. Ainsi, malgré l'énonciation des deux points précédents, on peut penser que des moyens seront mis en place pour rendre les technologies de l'information et de la communication plus accessibles que ce soit par leur prix ou bien par leur complexité à l'utilisation.

3.6. Étude de cas : Smart Parking



figure 10 : Smart Parking



Une Smart City est une accumulation d'avancées technologiques. Elle s'appuie notamment sur de nombreux systèmes automatisés intelligents permettant d'améliorer les rendements ou la productivité de divers services. L'utilisateur a alors un meilleur confort et la ville fait des économies en ressources et en dépenses. Le Smart Parking est un exemple illustrant parfaitement comment un acte quotidien basique peut-être simplifié et amélioré grâce à la technologie et à la réflexion. Aujourd'hui ce système existe dans plusieurs villes comme à Londres ou dans différentes villes asiatiques. Il est le plus souvent en phase d'expérimentation, les villes étant parfois réticentes à investir de grandes sommes d'argent dans un projet n'ayant pas encore fait ses preuves. C'est pourquoi c'est souvent dans des parkings privés que l'on trouve des Smart Parkings, comme dans les centres commerciaux ou les aéroports, des endroits fréquentés où les clients doivent vite trouver un endroit où se garer. Regardons brièvement comment fonctionne ce système dans son ensemble avant de le décrire de manière plus technique.

Dans un premier temps la voiture est détectée par des capteurs qui transmettent l'information à un ordinateur central. Celui-ci rassemble les données et les met en relation, l'utilisateur y a alors accès sur une application. Cette dernière peut alors lui indiquer où sont les places disponibles et comment y aller le plus rapidement possible. Il existe néanmoins d'autres systèmes : les voitures peuvent être détectées autrement, avec des caméras par exemple, et l'information peut être transmise à l'utilisateur d'une autre manière. En effet certains Smart Parking ne sont pas « connectés », ils indiquent uniquement combien de places sont libres au bout de chaque rangée (comme au centre commercial Vélizy 2¹⁴).

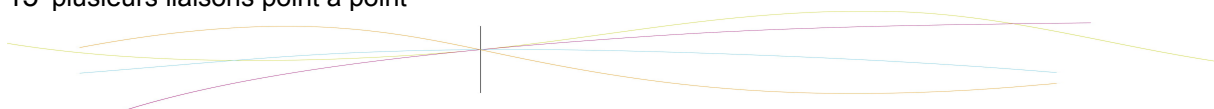
Cependant les objectifs d'un Smart Parking sont toujours les mêmes. Il doit permettre à l'usager de trouver une place rapidement et facilement et doit posséder un moyen de paiement simple (ou être gratuit). Pour la ville ou l'entreprise, les avantages sont aussi nombreux : ce système permet de limiter le trafic (et avec lui toutes ses conséquences négatives comme la pollution). De plus, ces parkings étant connectés, des données peuvent-être acquises pour connaître la durée moyen d'un arrêt, les emplacements les plus demandés. Ainsi les prix des stationnements peuvent-être régulés afin d'en obtenir un rendement maximum.

3.6.1. Capteurs du Smart Parking

Sur les places de parking équipées, on trouve des chaînes de capteurs. Ceux-ci analysent en permanence les variations du champ magnétique terrestre. Ils les transforment ensuite en signal radio, créant une base de données. Ils détectent ainsi l'occupation d'une place et transmettent l'information à un coordinateur de rue. L'analyse du champ magnétique se fait en trois dimensions et l'arrivée d'un véhicule contenant des éléments ferromagnétiques près du capteur, déforme le champ magnétique à proximité. Le capteur, grâce à un algorithme, en déduit la présence ou non d'un véhicule sur la place suivant les déformations du champ. Ces capteurs ont l'avantage de ne pas être sensibles aux perturbations environnementales tels que la pluie, le vent ou la neige. Les capteurs communiquent entre eux, et transmettent l'information sans fil de capteur en capteur jusqu'au serveur général. Lorsqu'un capteur détecte un changement, il communique l'information au capteur voisin (dans un rayon de 50m), qui la transmet à son voisin jusqu'à atteindre l'ordinateur central. Cela permet donc à un seul relais connecté de collecter les informations de centaines de capteurs. Le fonctionnement en réseau „maillé“¹⁵ permet de changer de chemin de communication si l'un d'eux s'avérait défaillant, ne remettant pas en cause tout le système. Des perturbations sur les ondes radio sont possibles, c'est pourquoi les capteurs utilisent plusieurs canaux afin de communiquer. Ils changent parfois de canal plusieurs fois par seconde si besoin. Ces capteurs n'utilisent pas la géolocalisation GPS, ils

14 <http://www.smartgrains.com/clients/portfolio/>

15 plusieurs liaisons point à point



fonctionnent grâce à la technologie RFID. Ils peuvent être utilisés aussi bien en souterrain, intérieur ou extérieur et fonctionnent de façon autonome (jusqu'à 5 ans). Les capteurs communiquent donc à un coordinateur de rue, généralement un ordinateur placé à fleur de trottoir, avec une technologie sans fil. De plus à chaque fois qu'une place est occupée l'information est transmise à l'utilisateur par le biais d'actualisation d'application. Il apparaît donc clairement que le Smart Parking utilise la technologie sans fil, les protocoles de communication réseau et notamment la technologie RFID.

3.6.2. Technologie RFID

Les composants: RFID signifie «Radio Frequency Identification» soit Identification par Radio Fréquence. Elle apparaît dans les années 1950 et son nom vient du fondement même de cette technologie qui utilise les ondes radios pour identifier un objet. Dans le cas des Smart Parking, ce sont les capteurs qui permettent de reconnaître un véhicule. Elle peut être définie comme «Technologie d'identification automatique qui utilise le rayonnement radiofréquence pour identifier les objets porteurs d'étiquettes lorsqu'ils passent à proximité d'un interrogateur»¹⁶. Pour fonctionner, cette technologie a donc besoin d'un lecteur créant un champ électromagnétique ainsi que d'une étiquette radiofréquence nécessaire à l'identification. L'étiquette électronique contient un circuit électrique et fonctionne soit grâce au champ électromagnétique soit grâce à une pile interne. C'est la puce qui transmet les informations au lecteur sous forme d'ondes radios (d'une portée de quelques dizaines de mètres). L'ensemble puce antenne est appelé inlay et est conservé dans un tag¹⁷ afin d'éviter de l'endommager.

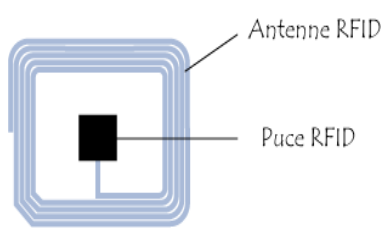


figure 11 : Inlay

L'étiquette est qualifiée de transpondeur puisqu'elle va à la fois répondre au lecteur et lui transmettre des données. Cette dernière comprend une ROM et une RAM mais aussi une mémoire non volatile permettant de conserver les données selon la complexité et le type du produit.

La mémoire ROM détient les données de sécurité ainsi que les instructions de l'OS (Operating System) permettant d'une part, de gérer le délai de réponse ainsi que le contrôle du flux de données, et d'autre part l'apport énergétique. La mémoire RAM quant à elle est utilisée pour conserver les données durant la communication (question/réponse)¹⁸.

Mise en place de la communication : A chaque fois qu'une onde radio passe dans le champ électromagnétique du lecteur elle est détectée. Ce dernier cherche ensuite à identifier l'objet. La puce lui répond. Dans la technologie Smart Parking on peut notamment savoir quel est le type de voiture. Ces données sont ensuite transmises à l'ordinateur central, qui les envoie aux utilisateurs par protocole de communication réseau défini.

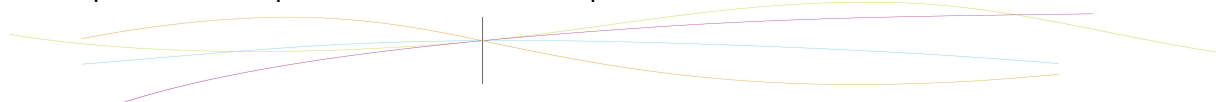
3.6.3. Le protocole Zigbee

Composants et définition : Le protocole Zigbee est une technologie permettant la communication de courte distance. Il est utilisé dans les environnements embarqués car il est peu coûteux. De plus, il est à faible consommation d'énergie puisque l'émission de son message ne dure que quelques millisecondes. Ce protocole est basé sur la norme IEE 802.15.4. Il utilise quatre couches sur les sept du module OSI.

Pour ce qui est du réseau, le protocole Zigbee prévoit deux types d'entités. Tout d'abord les FFD (Full Function Device) ayant trois rôles possibles, à savoir la mise en place des coordinateurs, routeurs et dispositifs terminaux, ainsi que les RFD (Reduce Function Device)

16 www.centrenational-rfid.com

17 Étiquette électronique conservant l'ensemble puce + antenne



qui sont des nœuds terminaux du réseau. Il existe donc trois principaux composants à savoir le coordinateur, les routeurs, et les End-Device (nœuds terminaux).

Le coordinateur permet tout d'abord de gérer l'authentification et la sécurité; pour le Smart Parking il faut savoir quelle est la voiture et si elle a le droit de rentrer sur le parking. Il gère aussi le routage : trouver les chemins pour faire passer l'information. Les routeurs permettent quant à eux d'étendre la portée et la taille du réseau tout en transmettant un message reçu à un autre objet. Enfin les End-Device sont des modules terminaux tels que les capteurs qui ont leur propre fonctionnalité. Ainsi grâce à ce protocole peu cher les capteurs communiquent entre eux généralement en suivant un réseau maillé.

Un Smart Parking possède donc de nombreux avantages. De plus, une approche technique nous permet de mieux le comprendre et ainsi de voir en quoi ce système est en adéquation avec le concept de Smart City. Il intègre en effet la plupart des composantes d'une ville intelligente à savoir :

- le bien-être des usagers
- une meilleure gestion des flux
- l'utilisation adéquate de la technologie
- le respect de l'environnement

4. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

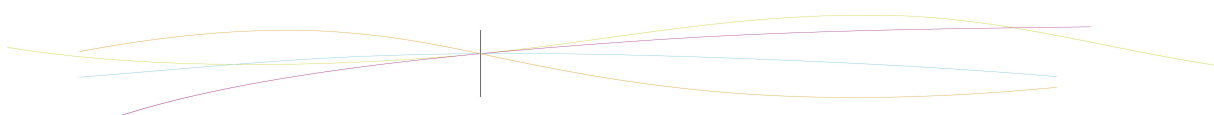
La Smart City est en plein essor grâce à l'augmentation de la population urbaine et à une volonté d'améliorer le quotidien des citoyens. Une ville nouvelle est en développement, intégrant dans son élaboration à la fois des bâtiments et des infrastructures intelligentes, des sources d'énergie propres pour la faire fonctionner, mais également une mobilité fluide et efficace grâce aux STI et à un environnement connecté. Toutes ces caractéristiques sont efficaces grâce à leur interconnexion et à la gestion des données et de l'information. Les habitants de ces villes ont donc un mode de vie respectueux de l'environnement et une gouvernance participative est plébiscitée afin de gérer les villes de manière égalitaire et collective. On remarque malgré tout que ce type de ville encore récent ne fait pas l'unanimité dans la mentalité des citoyens. La Smart City ne pourra se réaliser concrètement que lorsque les habitants seront prêts à accepter le concept de villes interconnectées.

Grâce à cet EC, nous avons pu renforcer notre expérience du travail de groupe, acquérir des notions d'organisation, de responsabilité ainsi que d'en savoir un peu plus sur ce sujet d'avenir qu'est la Smart City. Enfin, nous avons eu la chance de rencontrer des professionnels en visitant notamment l'INRIA, et en assistant à des conférences de doctorants du laboratoire LITIS. Pour la majorité d'entre nous, le choix de ce sujet s'est vu motivé par nos orientations thématiques.

Cependant, un tel sujet étant très vaste, nous aurions aimé approfondir certains points. C'est pourquoi il serait intéressant de proposer à l'avenir de se concentrer sur certaines applications présentes dans la Smart City tels que les bâtiments intelligents ou la Smart Grid.

5. BIBLIOGRAPHIE

- [1] Kingsley Dennis, John Urry, "After the car", *Polity*, 2009.
- [2] <http://www.digitalcorner-solucom.fr/2013/03/smart-city-la-ville-intelligente-la-ville-communicante/> (valide à la date du 07/06/2015).
- [3] <http://www.institut-entreprise.fr/les-publications/smart-cities-efficace-innovante-participative-comment-rendre-la-ville-plus> (valide à la date du 07/06/2015).
- [4] http://fr.wikipedia.org/wiki/Ville_intelligente (valide à la date du 07/06/2015).
- [5] http://energie.leexpansion.com/transports/le-smart-transport-une-solution-pour-ameliorer-le-mix-energetique-_a-40-8002.html (valide à la date du 07/06/2015).
- [6] <http://www.energystream-solucom.fr/2014/12/barcelone-berceau-du-smart-city/> (valide à la date du 07/06/2015).
- [7] <http://www.leparisien.fr/espace-premium/seine-et-marne-77/ce-sera-la-premiere-route-intelligente-de-france-19-11-2014-4303353.php#xtref=https%3A%2F%2Fwww.google.fr%2F> (valide à la date du 07/06/2015).
- [8] <http://www.smarthighway.net/> (valide à la date du 07/06/2015).
- [9] <http://www.lefigaro.fr/actualite-france/2011/10/26/01016-20111026ARTFIG00647-dans-les-villes-des-lampadaires-intelligents.php> (valide à la date du 07/06/2015).
- [10] <http://www.mobilite-durable.org/tribunes/les-smart-cities-laboratoires-urbains-et-experimentations.html> (valide à la date du 07/06/2015).
- [11] <http://www.smartgrids-cre.fr/index.php?p=smartcities-caracteristiques> (valide à la date du 07/06/2015).
- [12] <http://www.smartgrids-cre.fr/index.php?p=smartcities-keolys> (valide à la date du 07/06/2015).
- [13] <http://www.smartgrids-cre.fr/index.php?p=definition-smart-grids> (valide à la date du 07/06/2015).
- [14] <http://ec.europa.eu/easme/en/energy%20> (valide à la date du 07/06/2015).
- [15] <http://www.accenture.com/SiteCollectionDocuments/PDF/Accenture-Solutions-Smart-Building-Final.pdf> (valide à la date du 07/06/2015).
- [16] http://nl.nec.com/nl_NL/global/environment/energy/building.html (valide à la date du 07/06/2015).
- [17] <http://www.smartgrids-cre.fr/index.php?p=smarthome-maison-batiment-intelligent> (valide à la date du 07/06/2015).
- [18] <http://future.arte.tv/fr/sujet/la-ville-du-futur> (valide à la date du 07/06/2015).
- [19] http://pulse.edf.com/fr/les-villes-du-futur-vertes-denses-et-connectees-sont-en-construction?utm_source=Futura-Sciences&utm_medium=Une&utm_campaign=ExpertCallebaut (valide à la date du 07/06/2015).



[20]<http://www.01net.com/editorial/644624/nous-avons-teste-et-approuve-nest-le-thermostat-intelligent-de-google/> (valide à la date du 07/06/2015).

[21]<http://www.smartgrids-cre.fr/index.php?p=smarthome-maison-batiment-intelligent> (valide à la date du 07/06/2015).

[22]http://fr.wikipedia.org/wiki/Piratage_de_Sony_Pictures_Entertainment (valide à la date du 07/06/2015).

[23]http://fr.wikipedia.org/wiki/Sarah_Palin (valide à la date du 07/06/2015).

[24]<http://www.paristechreview.com/2014/04/25/defi-cybersecurite/> (valide à la date du 07/06/2015).

[25]<http://www.latribune.fr/opinions/tribunes/20150114trib25f4bacc6/la-cyber-securite-cle-de-l-avenir-des-smart-cities.html> (valide à la date du 07/06/2015).

[26]<http://www.cnil.fr/> (valide à la date du 07/06/2015).

[27]<http://www.lemoniteur.fr/article/special-numerique-du-smart-building-au-smart-grid-25288168>(valide à la date du 07/06/2015).

[28]<http://www.lenouveleconomiste.fr/lesdossiers/smart-building-16007/> (valide à la date du 07/06/2015).

[29]<http://www.smartgrids-cre.fr/index.php?rubrique=dossiers&sub=batiment&action=imprimer> (valide à la date du 07/06/2015).

