

Projet de Physique P6
STPI/P6/2013 – 38

**Smart Parking, état de l'art, étude d'un exemple
de système de mesure lié à ce sujet**



Etudiants :

Pauline CLAVEL

Elodie FLAMBARD

Elian KROLEWICZ

Maylis LOISY

Morgane VALLEE

Enseignant-responsable du projet :

A.Bensrhair

Date de remise du rapport : **17/06/2013**

Référence du projet : **STPI/P6/2013 – 38**

Intitulé du projet : **Smart Parking, état de l'art, étude d'un exemple de système de mesure lié à ce sujet**

Type de projet : **Bibliographique**

Objectifs du projet :

Développer nos connaissances concernant le Smart Parking

Etudiez un système de mesure lié au Smart Parking

Faire l'état de l'art du Smart Parking

Développer quelques exemples actuels

Faire un rapport d'étonnement

Travailler en groupe

Mots-clefs du projet (4 maxi) :

Parking

Optimisation

Capteurs

Technologie sans fil

TABLE DES MATIERES

Introduction	1
I / Les fonctionnalités du Smart Parking	2
1- Connaître la disponibilité et prévenir le conducteur.....	2
2- Différents moyens de paiement	3
3- Sanctions possibles	4
4- Tarification.....	4
5- Nouvelles fonctionnalités	5
II/ Smart Parking comment ça marche ?.....	6
1- Le fonctionnement global du Smart Parking	6
2- Une géolocalisation sans GPS : les capteurs	7
3- La technologie RFID	10
4- Le protocole Zigbee	11
III- Les exemples de parkings intelligents	13
1- San Francisco : le lancement d'un concept.....	13
2- Wöhr autopark system : une innovation allemande.....	16
3- La France : des solutions variées	19
Conclusion	24
Rapport d'étonnement	24
Inventions, nos idées	24
Avantages et inconvénients	25
Bibliographie	26

Introduction

Etudiants de 2eme année à l'INSA de Rouen, nous avons étudié dans le cadre du projet de physique le smart parking qui est un projet bibliographique. Pour cette raison l'organisation du travail a été très simple : nous nous sommes répartis les parties avec une mise au point chaque semaine pendant la séance réservée à la P6.

Pour commencer, le smart parking est l'aménagement des parkings grâce aux nouvelles technologies.

La question que l'on peut se poser est : pourquoi le smart parking?

Le smart parking a été développé pour diverses raisons. Depuis plusieurs années, les villes ont remarqué que leurs conducteurs avaient de réels problèmes pour trouver une place de parking facilement. Il y a peu de place et le délai de stationnement est souvent mal adapté.

Cela entraîne un bouchonnement des villes, d'après l'étude du professeur Donald Shoup, 8% à 74% des zones de bouchons en villes sont provoquées par les automobilistes cherchant un stationnement.

Un problème de pollution se pose également, les automobilistes qui tournent dans la ville pour chercher une place de parking polluent la ville sans s'en rendre compte.

Le temps de recherche entraîne aussi l'énervement des usagers ce qui n'aide pas à trouver une place, en effet 1 milliard d'heures sont perdues tous les jours pour chercher une place de parking dans le monde. Il a été calculé que dans les grandes villes comme Sydney, New York ou Londres, le temps moyen pour trouver une place se situe entre 3.5 et 14 minutes¹ ce qui peut être largement diminué avec le smart parking.

De plus, les moyens de paiement ne sont pas toujours pratiques pour les utilisateurs.

On rencontre aussi d'autres problèmes plus spécifiques comme par exemple retrouver sa place dans un parking souterrain (parking sombre, voitures identiques, espace très vaste...).

Pour répondre à ces nombreux problèmes, nous allons d'abord expliquer en détail dans la première partie les différentes fonctionnalités du smart parking, c'est-à-dire qu'est ce qui doit être mis en place pour répondre à ces problèmes.

Ensuite, la seconde partie sera consacrée aux technologies utilisées par le smart parking pour rendre le stationnement des automobilistes plus simple.

Enfin dans notre dernière partie, nous présenterons divers exemples de ville où le smart parking a été mis en place comme dans la ville de San Francisco aux Etats-Unis.

¹ D'après l'étude de Donald Shoup

I / Les fonctionnalités du Smart Parking

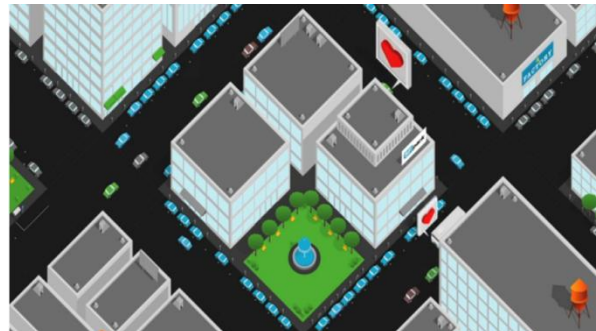
Dans cette partie, nous allons développer les fonctionnalités du smart parking. Quelles en sont les utilités et ses caractérisations.

1- Connaître la disponibilité et prévenir le conducteur

La connaissance des disponibilités des places en ville est essentielle dans le Smart Parking. En effet, l'utilisateur, pour trouver une place facilement, doit savoir où sont les places libres. Quand un automobiliste arrive en ville pour chercher une place de parking, habituellement il tourne en rond jusqu'à trouver une place de libre, ce qui entraîne des embouteillages, l'encombrement des rues et la pollution de la ville. Si l'utilisateur connaît la localisation des places libres, il peut en réserver une et aller directement à cette dernière. Cela évite d' « errer » dans les rues et permet un gain de temps considérable. La solution est par exemple de poser un capteur sur la place qui indique si la place est prise ou non. Les technologies utilisées seront précisées dans la partie II.



Sans le smart parking



Avec le smart parking

Les automobilistes doivent être informés des disponibilités des places. Pour cela, il existe des sites qui indiquent les stationnements libres. Les utilisateurs savent ainsi où se trouve les emplacements disponibles. Ils peuvent également réserver leurs places pour éviter que d'autres automobilistes leur prennent. On trouve également sur le marché des applications pour les téléphones portables, ce qui est plus facile d'utilisation pour les automobilistes quand ils sont en déplacement dans une autre ville par exemple. Une fois arrivés dans un lieu, ils peuvent directement chercher sur leurs mobiles les disponibilités des places afin de trouver facilement un stationnement.

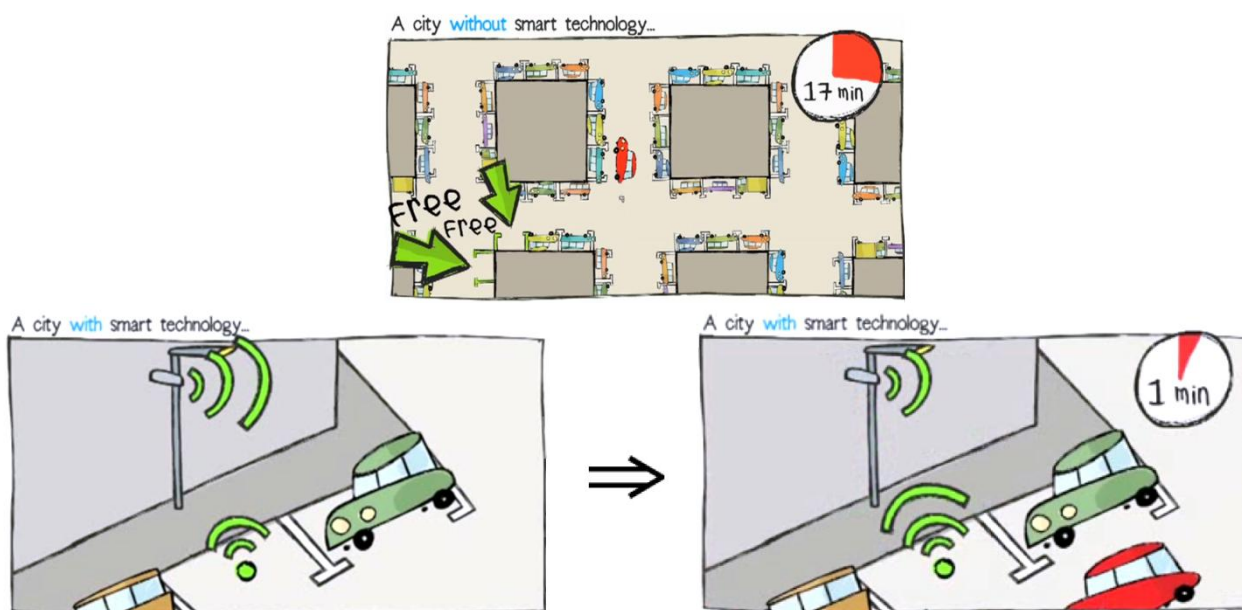
Par exemple, l'application Apila, disponible sur Iphone, Android et Smartphone, permet de trouver une place. Cette application, qui est communautaire, indique les places de stationnement libres dans la rue. Elle n'utilise aucune technologie comportant des capteurs ou autre mais simplement ses utilisateurs ! En effet, quand quelqu'un libère une place, il l'indique sur l'application, ce qui met à jour l'emplacement des places disponibles. Peu coûteuse, cette solution n'est néanmoins

pas tout à fait fiable, puisque la plupart des automobilistes ne sont pas utilisateurs de l'application.

A Nice, où près de 20% des automobilistes circulant dans le trafic cherchent une place, une application « Nice City Passeport », cette fois en utilisant des capteurs, a été mise en place. Elle est plus fiable et permet aux utilisateurs de trouver facilement une place.

Mais la technologie utilisant ces capteurs ne nécessite pas forcément l'usage d'une application. Par exemple au centre commercial Vélizy 2², toutes les places sont munies d'un capteur, cela permet ainsi d'afficher le nombre de places restantes au bout de chaque rangée.

A Strasbourg, c'est un site internet qui indique les places libres dans les différents parkings de la ville. Ce site utilise les données de la ville et est mis à jour environ tous les quarts d'heures.



2- Différents moyens de paiement

Le smart parking doit aussi varier les moyens de paiement. Par exemple, tout le monde n'a pas forcément de monnaie au moment de payer le parking. Il faut développer les paiements par carte ou à l'aide des Smartphones. Une facture mensuelle pourrait être mise en place pour faciliter le règlement des stationnements pour les utilisateurs réguliers.

La technologie RFID, expliquée dans la partie II, permet par exemple l'identification des véhicules entrant dans le parking, ainsi aucun paiement n'est demandé, un

² Grand centre commercial dans la région parisienne

capteur détecte la voiture et son identifiant à l'entrée et à la sortie du parking et calcule donc automatiquement le prix à payer par le conducteur. Une facture mensuelle ou trimestrielle peut donc être mise en place.

Par ailleurs, la création d'un badge pour les parkings pourrait être mise en place sur le modèle du télé-badge pour les péages. Il faudrait donc biper son badge à l'arrivée et à la sortie de chaque parking et on recevrait une facture globale de tous nos frais plus tard.

3- Sanctions possibles

Afin que le smart parking fonctionne, il faut mettre en place différentes sanctions.

Tout d'abord un conducteur qui se gare sur une place réservée doit se faire pénaliser car sinon le fait de réserver sa place devient inutile et donc le Smart Parking ne sert plus à rien. Cependant il faut évidemment que le conducteur puisse être informé que cette place est réservée.

Mais il faut aussi une sanction pour un utilisateur qui réserve une place mais décide finalement de ne pas y aller et donc laisse la place libre mais réservée et donc personne ne peut s'y garer. Autrement il faudrait faire payer la place au moment de la réservation.

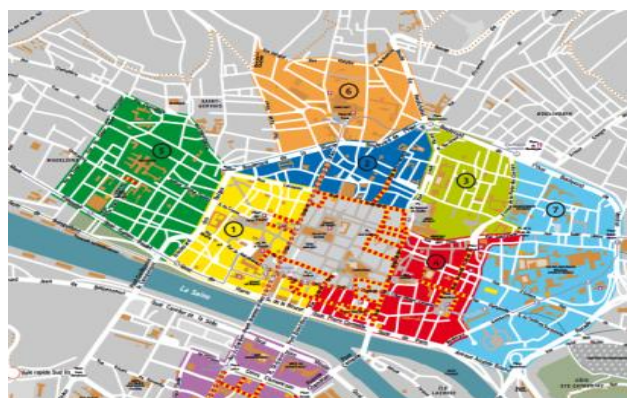
4- Tarification

Il faut également mettre en place des nouvelles tarifications plus avantageuses. Par exemple, pour que l'utilisateur puisse rester sur le même stationnement pendant une longue période, sans risquer la contravention. Pour les utilisateurs fréquents, il faudrait aussi prévoir des tarifs spéciaux.

Dans certaines villes, le prix des places de parking varie avec la demande, plus les places sont demandées plus elles sont chères, ce qui incite les automobilistes à utiliser les transports en commun les jours de grosses affluences, pour éviter de congestionner la ville et ainsi réduire la pollution.

Par exemple, la ville de Rouen a mis en place un tarif spécial pour les résidents du centre ville. La ville est séparée en plusieurs zones³ et pour 3€50 par semaine ou 1€ par jour⁴, les personnes peuvent se garer sur les places habituellement payantes dans la zone délimitée pour une durée indéterminée. Il suffit ensuite de trouver une place libre dans sa zone ! En effet, si la place est hors de la zone, l'automobiliste risque l'amende.

Plan de Rouen avec les différentes zones de stationnement



³ Voir carte ci contre

⁴ Sous présentation du certificat d'habitation

5- Nouvelles fonctionnalités

Au fil des années, le monde automobile évolue et, on voit apparaître de plus en plus de voitures électriques. Ces voitures électriques sont bénéfiques contre la pollution mais il faut qu'elles soient rechargées. C'est pourquoi des zones de rechargement doivent être prévues, et plus spécialement des places de parking où l'on peut les recharger. En effet, il serait très avantageux que l'utilisateur puisse recharger sa voiture pendant son stationnement.

Il existe un site web⁵ qui localise les bornes de rechargement, de cette manière, les personnes ayant des voitures électriques peuvent sélectionner les parkings où il est possible de recharger leur voiture.

Le mieux serait que tous les parkings soient équipés de points de rechargement, grâce à cela les utilisateurs n'auraient pas à choisir un parking précis pour se garer, et pourraient se garer librement au parking le plus proche de l'endroit où ils souhaitent se rendre.

Par exemple, la ville de Nice prévoit de fournir 700 points de rechargement en plus pour faciliter le stationnement des personnes utilisant l'électricité pour se déplacer.



Point de rechargement et de stationnement

⁵ <http://fr.chargemap.com>

II/ Smart Parking comment ça marche ?

1- Le fonctionnement global du Smart Parking

On a ici le principe général du fonctionnement d'un smart parking, utilisé par Lyberta, une entreprise de technologie innovante portant sur la géo-localisation, la diffusion de l'information en temps réel, sans avoir recours aux systèmes satellites. Leur procédé s'inspire de techniques développées et brevetées dans le cadre de la recherche spatiale au Centre national d'études spatiales.



Ce procédé est assez simple et peut se résumer en cinq étapes principales :

- 1- Une voiture abonnée, équipée d'un badge RFID⁶, vient se garer sur une place de stationnement où on y trouve une chaîne de capteurs qui analysent en permanence ce qui se passe en surface.
- 2- Ces capteurs placés sous la voiture reconnaissent les abonnés au système.
- 3- Les capteurs, ultrasensibles, indique par transmission RFID quel type de véhicule occupe la place et transmet les informations en temps réel à un coordinateur de rue qui est un ordinateur placé à fleur de trottoir.
- 4- Ce coordinateur de rue transmet (par 3G) les informations à un serveur général.
- 5- Le serveur général renvoie les informations vers les abonnés qui sont transmises sur un téléphone intelligent. Ainsi ces derniers sont informés de la

⁶ Radio Frequency Identification

disponibilité des places de stationnement dans un périmètre de 300 mètres autour de son lieu de destination.

Il faut savoir qu'il est possible d'ajouter dans la chaîne, des capteurs de différentes natures permettant de mesurer la température, la sonorité, le flux de passage et le calcul de CO2.

2- Une géolocalisation sans GPS : les capteurs

Un capteur est un dispositif transformant l'état d'une grandeur physique observée en une grandeur utilisable. Le capteur n'est pas en soi un instrument de mesure. C'est une simple interface entre un processus physique et une information manipulable. Il ne dispose pas d'un affichage ou d'un système de stockage des données. Les capteurs sont les éléments de base des systèmes d'acquisition de données. Leur mise en œuvre est du domaine de l'instrumentation.

Dans notre cas, pour l'utilisation du smart parking, les capteurs sont capables d'analyser les variations du champ magnétique terrestre et de les transformer en un signal (onde radio) qui sera exploité sous forme de données et d'informations.

Il faut savoir qu'à la base la technologie de capteurs sans fil est inspirée de travaux de l'armée américaine, qui cherchait dans les années 1960 à substituer aux mines anti-char des « grains intelligents » (« smart grains ») capables de localiser l'ennemi en temps réel. Ce concept a été développé et perfectionné par la société SmartGrains en partenariat avec l'INRIA, le CNAM et le CNRS afin de donner naissance aux capteurs ParkSense, des détecteurs ultra-basse consommation capables de repérer des véhicules et de communiquer sans fil avec une autonomie de 5 ans.

Les capteurs du smart parking ont donc deux fonctions :

- La première est de détecter l'état d'occupation d'une place.
- La seconde est de constituer un réseau sans fil permettant de véhiculer l'information jusqu'à un relais ou un afficheur.

Détection des véhicules

A la manière d'une boussole en trois dimensions, les capteurs détectent et analysent en permanence les variations du champ magnétique terrestre.

L'arrivée d'un véhicule, qui contient des matériaux ferromagnétiques, déforme localement ce champ magnétique. Un algorithme analyse cette déformation afin d'en déduire la présence ou l'absence d'un véhicule au dessus du capteur. L'avantage de ce procédé est son absence de sensibilité à la plupart des perturbations environnementales (pluie, neige, saletés, etc.).

Communications en réseau sans fil

Les capteurs communiquent entre eux par voie radio (technologie RFID) avec une portée d'environ 50 mètres en champ libre. Lorsqu'un capteur détecte un changement d'état sur une place, il communique l'information à l'un de ses voisins, qui lui-même la transmet – et ainsi de suite – de façon à faire remonter la donnée le plus rapidement possible vers un relais alimenté. L'architecture des réseaux permet à une seule passerelle alimentée de collecter l'information de plusieurs centaines de capteurs autonomes.

Le fonctionnement en réseau « maillé » garantit la robustesse des communications : comme sur Internet, une défaillance de l'un des éléments ne remet pas en cause le fonctionnement du système, et le réseau trouve automatiquement de nouveaux chemins de communication.

Afin d'éviter les perturbations qui pourraient provenir d'autres équipements radio, les capteurs utilisent plusieurs canaux de communication, et changent simultanément de canal plusieurs fois par seconde si nécessaire.

Ce fonctionnement est révolutionnaire car il n'utilise pas de signaux GPS⁷, seulement ces simples capteurs reliés les uns aux autres et communiquant par RFID, ainsi qu'à un serveur qui rassemble les données.

L'atout du système est de fonctionner en autonomie et d'être disponible en intérieur comme en extérieur. En intérieur, les capteurs au sol sont équipés de piles, qui ne doivent être changées que tous les trois à cinq ans. A l'extérieur ils sont alimentés par des panneaux solaires pour être autonomes en énergie. La capacité restante des batteries est indiquée et mise à jour toutes les 24h sur un logiciel de gestion. Les batteries peuvent être changées directement sur place en ouvrant un boîtier à l'aide d'un outil propriétaire anti-vandalisme. En effet les capteurs sont placés dans des boîtiers en plastique qui sont conçus pour résister sans mal au passage répété de voitures, de camions ou d'engins de nettoyage (la résistance à la pression a été testée en simulations et sur le terrain, sur une voie accueillant plus de 15 000 véhicules par jour). Ils sont totalement étanches à l'eau et aux poussières (l'étanchéité a également été testée par simulations). Ils sont aussi anti-vandalismes (aucune vis ou mécanisme d'ouverture apparent), et antidérapants.

Le boîtier se fixe au sol en quelques secondes par collage à l'aide d'une colle chimique bi-composant. Ils peuvent être placés sur la chaussée, plus exactement sur la place de parking, et donc ces capteurs seront sous la voiture. Mais ils peuvent aussi être placés sur le bord du trottoir et donc ils se retrouveront sur le côté de la voiture garée.

⁷ *Global Positioning System : système de positionnement par satellites*

Classification des capteurs

Les capteurs peuvent être classés dans les catégories suivantes :

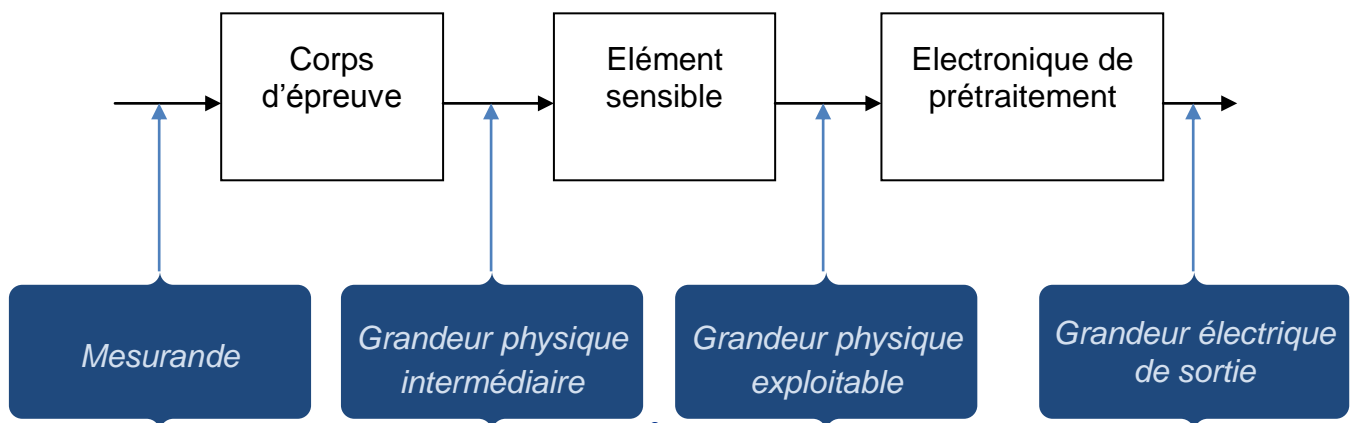
- Les capteurs analogiques qui délivrent une information qui varie de manière continue.
- Les capteurs numériques qui délivrent une information sous la forme d'un nombre entier. Suivant les cas, ils peuvent également être appelés codeurs ou compteurs.
- Les capteurs logiques qui délivrent une information binaire. Ils sont souvent utilisés en tant qu'éléments de sécurité et sont appelés détecteurs.

On peut alors classer les capteurs de smart parking dans la catégorie des capteurs logiques car ils délivrent une information binaire. En effet ces capteurs consistent à détecter la présence d'une voiture ou non (par exemple 0 : la place de stationnement n'est pas occupée, 1 : la place de stationnement est occupée par une voiture).



Structure générale d'un capteur

De nombreux capteurs ont un diagramme fonctionnel du type suivant :



Quelques définitions :

Mesurande : grandeur soumise à un mesurage.

Mesurage : ensemble d'opérations ayant pour but de déterminer la valeur d'une grandeur.

Le corps d'épreuve est un élément qui réagit sélectivement aux variations du mesurande. Il transforme le mesurande en une autre grandeur physique mesurable. L'élément sensible (ou élément de transduction) qui est lié au corps d'épreuve transforme à son tour cette grandeur physique mesurable (et donc intermédiaire) en une grandeur physique exploitable.

Enfin cette grandeur physique est traitée et transformée en grandeur électrique (ou électromagnétique dans le cas des capteurs de smart parking).

Par la suite, dans le cas du smart parking, ces ondes électromagnétiques seront traitées par la technologie RFID.

3- La technologie RFID

La technologie RFID (Radio Frequency Identification) utilisée pour le smart parking est un système d'identification automatique qui utilise les radios fréquences. Apparue dans les années 1950, elle commence à vraiment se développer dans les années 2000. Cette technologie est basée sur l'émission de champs électromagnétiques à partir d'un lecteur RFID, réceptionnée par une étiquette électronique, aussi appelée tag, qui comporte une antenne et une puce électronique où les données sont sauvegardées. Cette dernière transmet en retour un signal, l'échange d'informations est donc possible. Développée pour le smart parking, la technologie RFID permet de mémoriser, récupérer et échanger des données conservées sur ces puces. Ces données ne sont accessibles que via un lecteur spécifique (utilisation sécurisée).

Une fois que les étiquettes sont « activées » par le signal du lecteur, un dialogue s'établit entre le lecteur et l'étiquette selon un protocole de communication prédéfini et les données sont échangées.

Ces échanges se font sans contact entre les deux parties du système, peuvent passer au travers de matériaux opaques et sont invisibles.

L'étiquette électronique est constituée d'un circuit électrique, diffusé sur un circuit imprimé. Une question d'énergie se pose. Elle est fournie soit par une pile interne (qu'il faut changer à long terme, ce sont les tags actifs), soit par le champ électromagnétique émis par le lecteur (tags passifs).

La base station RFID ou lecteur peut émettre des ondes de quelques centimètres jusqu'à plusieurs dizaines de mètres (pratique pour le smart parking).

La distance atteinte par les ondes dépend de la puissance de l'alimentation et de la fréquence radio utilisée. Le lecteur lit les données encodées dans l'étiquette électronique quand cette dernière est dans le champ électromagnétique, et les envoie au serveur pour qu'il puisse les traiter.

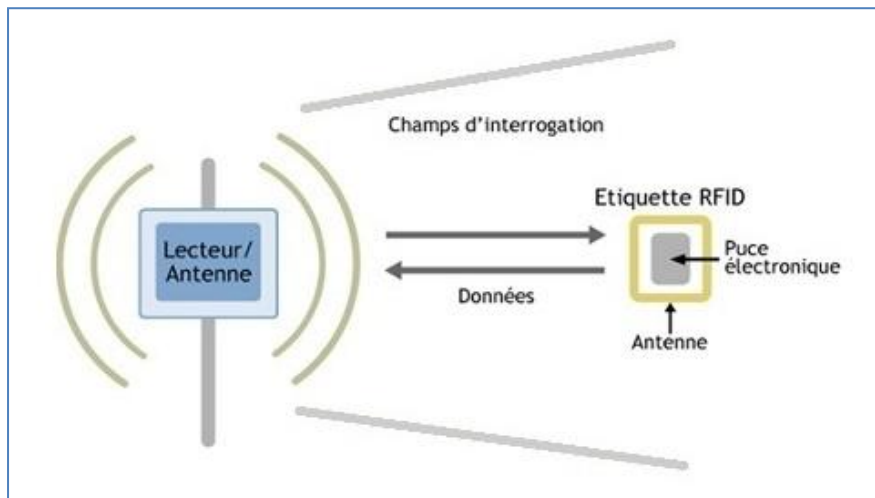


Illustration du fonctionnement de la technologie RFID

Pour le smart parking, cette technologie peut-être utilisée de différentes manières.

La première est de poser des capteurs sur les places de parking, comme expliqué précédemment. Par exemple, les capteurs Parksense utilisent la technologie RFID.

La seconde manière est de poser la puce directement sur la voiture, ainsi au moment de rentrer dans un parking (souterrain ou payant), le lecteur placé au niveau de la barrière détecte directement la voiture et ouvre la barrière si la voiture qui tente d'entrer a un abonnement, afin d'éviter à l'utilisateur de sortir une carte à chaque entrée ou sortie du parking. Cela représente un gain de temps pour l'utilisateur et permet également d'éviter d'éventuels bouchons.

4- Le protocole Zigbee

Mais il existe une autre technologie de communication entre les capteurs que la technologie RFID. Il s'agit du protocole Zigbee, apparu au début des années 2000, et qui est aujourd'hui utilisé pour le smart parking.

En quelques mots, c'est un ensemble de protocoles de communication de haut niveau utilisant des transmissions radio (ondes hertziennes), basé sur la norme IEEE 802.15.4.

Dans les réseaux informatiques et les télécommunications, un protocole de communication est une spécification de plusieurs règles pour un type de communication particulier. En effet communiquer consiste à transmettre des informations, mais tant que les interlocuteurs ne leur ont pas attribué un sens, il ne s'agit que de données et pas d'informations. Les interlocuteurs doivent donc non seulement parler un langage commun mais aussi maîtriser des règles minimales d'émission et de réception des données. C'est le rôle d'un protocole de s'assurer de tout cela.

Cette technologie est idéale pour transmettre des données à faible débit et sur de courtes distances. Elle propose un service égal au Bluetooth tout en étant moins cher et plus simple.

Ce protocole a une très faible consommation d'énergie. En effet, il émet son message pendant quelques millisecondes (attente d'une éventuelle réponse), puis se met en veille jusqu'au prochain envoi, ce qui rend ce protocole très économique énergétiquement.

Un réseau Zigbee comprend 3 parties. Le premier : un objet « end-device ». Cet objet peut avoir différentes fonctionnalités comme l'allumage d'une lampe ou la détection de mouvement. Un réseau Zigbee peut comprendre plusieurs objets de ce type. Ensuite, il y a un routeur qui permet de transmettre un message reçu à une autre partie du réseau.

Enfin, il faut un coordinateur dans le réseau : c'est le chef d'orchestre, cette partie est essentielle pour le bon fonctionnement du système. Il relie tous les objets du réseau ensemble, coordonne leurs actions et remplit également la fonction de routage.

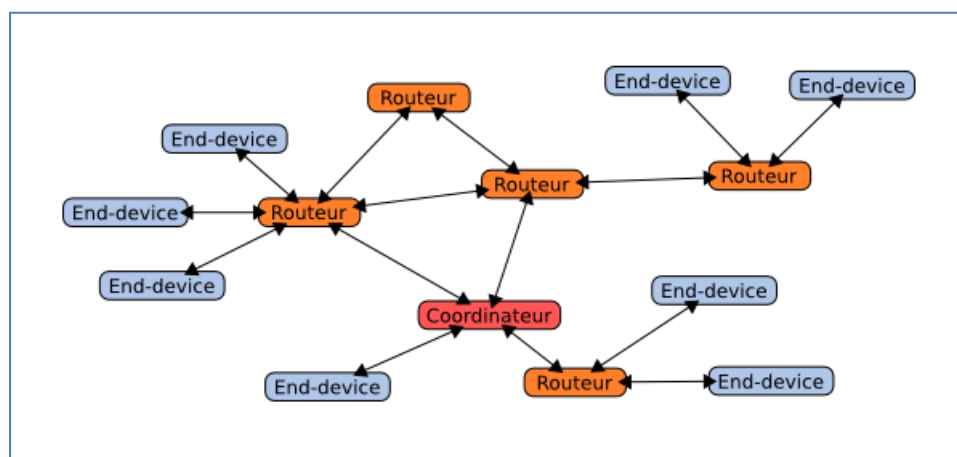


Illustration du protocole Zigbee

Le réseau Zigbee peut fonctionner soit en étoile (les messages doivent obligatoirement passer par le coordinateur) soit en maillage (les routeurs communiquent entre eux de façon directe et avec les end-devices associés).

La technologie Zigbee est idéale pour le smart parking car elle peut traverser des matériaux comme le béton (pratique pour les parkings souterrains). En effet, tout comme la technologie RFID, elle est destinée à être placée sur les places de parking pour détecter si la place est occupée ou non.

III- Les exemples de parkings intelligents

1- San Francisco : le lancement d'un concept

Tout d'abord, San Francisco peut se vanter d'être la première ville à avoir mis en place un parking intelligent, et ce dès 2010 : le SF Park. Un projet novateur de gestion des stationnements en temps réel pour fluidifier le trafic et éviter aux automobilistes de tourner des heures lorsqu'ils cherchent à se garer.



D'après une étude, 30% des véhicules circulant à San Francisco sont en réalité des personnes cherchant une place pour se garer. Ce parking était donc la solution attendue.

Aujourd'hui, sur 20 parkings publics qui traversent San Francisco, 14 font partie du projet SF Park.

a) Le choix des capteurs

Afin de pouvoir orienter les conducteurs vers tel ou tel parking, il est nécessaire de connaître les informations en temps réel, notamment sur la disponibilité des places. Pour ce faire, des capteurs sans fil placés sur la chaussée permettent de détecter la présence, ou non, d'un véhicule. Plus de 8200 de ces capteurs ont été disposés dans la rue. Ils sont notamment capables de suivre le nombre d'entrées et de sorties dans un garage et de définir le nombre de places libres restantes comme nous l'avons vu précédemment. Enfin, grâce à ces données, il est désormais possible de savoir de manière générale quels parkings sont les plus demandés.

Les conducteurs pourront être avertis grâce à des panneaux électriques ou bien des applications sur mobiles des zones libres et encombrées. De plus, les gestionnaires des parkings pourront savoir précisément dans quelles zones les conducteurs ont le plus besoin de places.

b) L'optimisation des parcmètres

Concernant les nouveaux parcmètres, ils sont désormais plus simple d'utilisation, puisqu'ils permettent de payer soit par liquide, cartes de crédit, ou cartes spéciales SF Park. Un autre avantage est celui sur le temps de stationnement, que l'on peut maintenant rallonger pour éviter d'avoir à changer de place. Il sera même possible de disposer d'un relevé mensuel indiquant le coût total de ses stationnements. Ainsi, dès 2003, San Francisco s'est vu investir 35 millions d'euros pour remplacer près de 23 000 parcmètres automatiques. D'autres grandes villes telles que Chicago, Los Angeles ou New York, ont adopté des projets similaires.

Il existe 2 types de parcmètres : le « Single Space » et le « Multi Space ». Le premier couvre 5100 places de parking réparties dans tous les coins de la région. Il indique le prix de la place, les heures disponibles, le temps limite ainsi que d'autres informations importantes. Il précise la monnaie acceptée ou encore comment payer par carte bancaire. Il suffit notamment d'ajuster le montant que le conducteur est prêt à verser en appuyant sur des boutons « + » ou « - » avant de valider la transaction.

Enfin, concernant le second modèle, il ne concerne que 400 places dans des régions plus ciblées. Sa principale différence, hormis son aspect, est qu'il faut d'abord rentrer le numéro de sa place de parking, numéro qui figure sur le bord du trottoir.

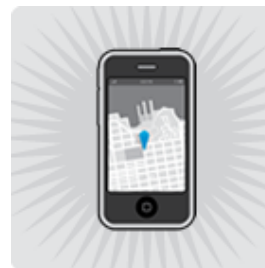


Affluence en temps réel

c) Le système des tarifs

Afin d'attirer les conducteurs et de s'assurer de la disponibilité des places, les prix de ces dernières varient selon l'heure de la journée, de 0.5\$ à 6\$. Lorsque la majorité des emplacements sont remplis, le prix va augmenter jusqu'à ce qu'un certain nombre de places se vident ; et inversement, tant qu'une majorité de places ne sont pas prises, le prix va baisser. Plus précisément, si le pourcentage d'emplacements occupés est compris entre :

- 80 et 100%, le prix augmente
- 60 et 80%, il reste inchangé
- 30 et 60%, le prix diminue un peu
- inférieur à 30%, le prix baisse davantage



Le but étant de ne pas garder plus de 80% des emplacements pris durant une longue période. De plus, cela va inciter les gens à prendre les transports en commun pour aller dans le centre-ville par exemple, et ainsi libérer des places de parking.

Enfin, afin de simplifier au mieux le problème pour trouver une place de stationnement, des applications sont disponibles. C'est ainsi le cas avec PayByPhone, spécialisée dans ce concept. Il suffit de regarder, avant de partir, quelles places sont disponibles et à quel endroit. De cette façon, les conducteurs pourront savoir où ils peuvent espérer se garer et pour quel prix.

D'autres informations importantes sont également accessibles. On peut alors consulter la liste des différents parkings, et pour chacun :

- leur adresse
- les jours où il est disponible
- les prix selon le moment de la journée
- le tarif maximal à verser en cas de perte du ticket
- les prix spéciaux pour le weekend
- les abonnements au mois
- le montant pour une moto

Les données sont mises à jour tous les 3 mois en tenant compte de la demande.

Finalement, les rues seront moins engorgées par des personnes cherchant à se garer. Le réseau de bus sera plus efficace, les cyclistes et piétons moins sujets aux accidents des conducteurs, souvent distraits dans ces moments-là.

De plus, moins de circulation, c'est un air plus sain pour tous les habitants. Un fait important dans une ville qui, en raison de l'étalement urbain et de l'utilisation massive de la voiture, enregistre des pics de pollution de plus en plus fréquents.



2- Wöhr autopark system : une innovation allemande

Wöhr, l'un des fabricants leaders de systèmes de parking automobile allemand, s'est fortement étendu à travers de nombreux pays. Cette compagnie en construit et en installe depuis 50 ans, c'est-à-dire depuis le début de l'augmentation du nombre de voitures. De nos jours, Wöhr fabrique exclusivement des systèmes de parking et dispose de la plus grande gamme de produits en Europe.

a) Une nouvelle dimension de stationnement : le sky garage

A Singapour, les résidents des luxueux appartements de Hamilton Scotts ont désormais l'opportunité d'avoir leur voiture stationnée à la même hauteur qu'eux. En effet, le Multiparker 720 Wöhr se charge de garer automatiquement les véhicules à une altitude allant parfois jusqu'à une centaine de mètres, soit 29 étages.

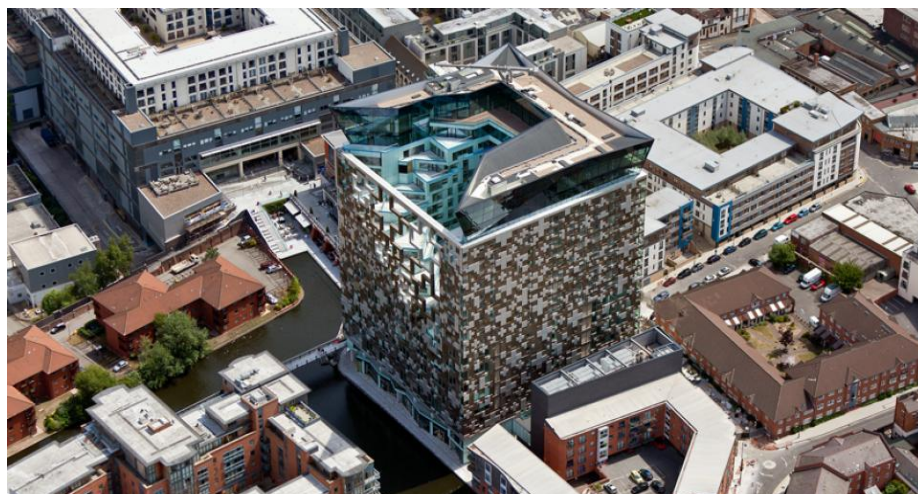
Le propriétaire arrive dans le hall où il doit placer sa voiture sur une plateforme spécialisée. Un écran de contrôle lui indique s'il est correctement positionné. Ensuite, il lui suffit de sortir et de pointer son badge devant une cellule adaptée. La plateforme s'active alors, emmenant la voiture dans une sorte d'ascenseur prévu à cet effet, pendant que la personne rentre chez elle. Finalement, elle est déposée dans une baie vitrée, juste devant l'appartement, quasiment en même temps que le résident.

Ce système est néanmoins réservé à une clientèle restreinte.



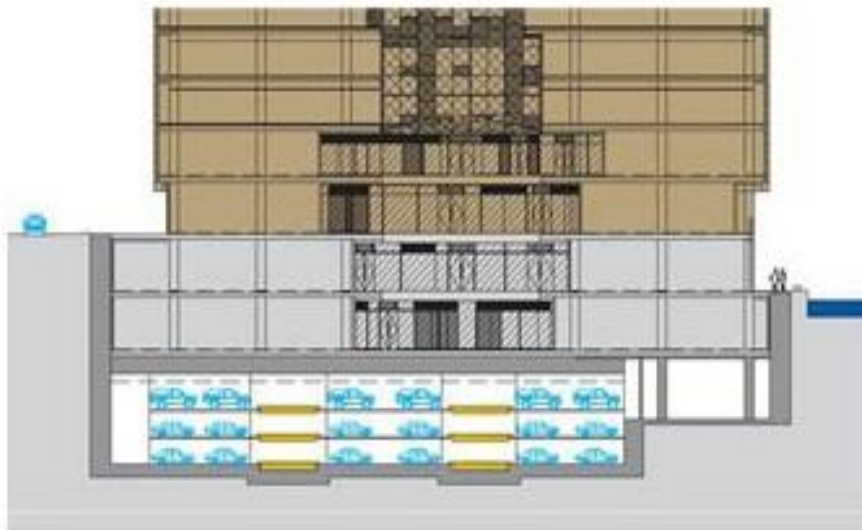
b) Le Cube : quand architecture et stationnement ne font qu'un

C'est à Birmingham que le Cube a fait son apparition. Impressionnante façade de panneaux de verre et d'aluminium doré, 23 étages ont été créés pour 135 appartements sur une surface de 10 359 m². Il sert notamment pour des boutiques, des bureaux ou encore un hôtel restaurant.



Il y a 2 Multiparker 760 distincts qui ont été intégrés, l'un comprenant 186 et l'autre 153 places pour un total de 339 places de stationnement. Dans la cabine d'accès commune, les conducteurs sont guidés de manière coordonnée vers l'une des quatre entrées. Les usagers garent leur voiture dans la station de transfert et sélectionnent alors l'opération de sortie depuis un salon d'attente confortable situé à proximité de la zone de parking. Le temps d'attente moyen est de 160 secondes et la voiture peut être sortie en marche avant.

Les voitures sont garées à l'aide de 4 élévateurs et 6 navettes sur des niveaux en béton. Les longueurs des véhicules varient et sont de 5,25 m pour 291 places de stationnement et de 4,00 m pour 48 places. Le garage se fait sur deux rangées l'une derrière l'autre. Sur les trois niveaux de parking, un niveau offre des places de stationnement aux voitures hautes, jusqu'à 2 m de hauteur, et les deux autres sont prévus pour une hauteur de 1,60 m maximum.

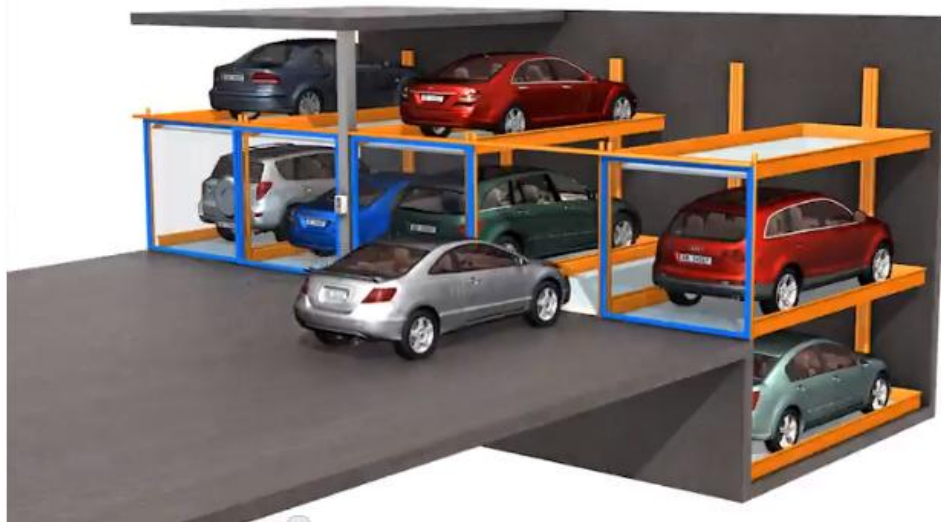


c) Le nouveau Parklift : quand il n'y a plus de places, il y en a encore

Le système Parklift 421 permet d'augmenter considérablement le nombre de places de stationnement sur la surface d'une seule. C'est un avantage pour les concessions automobiles, les commerces ou encore les hôtels. Cette technologie est constituée de trois étages : un sous terre, le second au niveau du sol et le dernier en hauteur.

Le système fonctionne de la manière suivante. Un véhicule se présente devant une vitrine qui renferme les différentes plateformes mobiles, pouvant bouger horizontalement ou verticalement.

Après avoir détecté la présence d'un automobiliste, les plaques s'ordonnent de façon à ce qu'une plateforme vide s'arrête devant lui. La personne se place dessus, sort de son véhicule avant de prendre un ticket. Puis la vitre se referme, et le support mobile se déplace à nouveau en fonction des autres demandes. Enfin, le principe est similaire pour récupérer son véhicule.



3- La France : des solutions variées

a) SmartGrains réinvente le stationnement

- **Présentation du projet**

SmartGrains est une société qui permet aux automobilistes de se garer plus facilement mais également qui améliore la mise en place des parkings.

Elle se base sur des capteurs Parksense, qui sont des capteurs autonomes basse consommation, pouvant détecter les voitures et ensuite communiquer sans fils. Leur autonomie est de 5ans.

Ils sont usinés en France, et ils sont tous testés, cas par cas, via un opérateur.

Parksense est également innovant dans la signalisation. Des afficheurs permettent en effet d'indiquer le nombre de places restantes et où elles se situent. Ce système

est valable pour chaque parking et pour chacune de leurs allées.



- **Parksense et ses utilisations**

Le principal avantage du système Parksense est qu'il peut être efficace aussi bien en ville, pour la voirie et les parkings, que pour un aéroport ou un supermarché par exemple. Ce sont d'ailleurs ses principales utilisations.

Concernant l'aéroport, les voyageurs n'ont pas de temps à perdre à trouver une place de stationnement. Grâce à Parksense, ils trouvent un emplacement directement, se faisant guider depuis les voies d'accès du site jusqu'aux endroits disponibles, et cela sans stress. L'aéroport gagne alors de la place, et réalise une meilleure gestion de son parking.

Pour les centres commerciaux, c'est aussi un gros point positif. L'engorgement des parkings augmente en effet de manière considérable le temps pour accéder aux magasins. Cela diminue d'ailleurs l'attractivité du site. Avec SmartGrains, on évite toute les pollutions inutiles et on gagne du temps, ce qui consiste en un critère important pour de nombreuses personnes. Ainsi, l'utilisation optimale du stock de places disponibles augmente durablement la capacité d'accueil.

Finalement, ParkSense aide plus de 100 000 automobilistes chaque jour à trouver une place de stationnement libre.

b) Nice et ses horodateurs « nouvelle génération »

A Nice également, une technologie de capteurs sera mise en place avec plus de 10.000 places équipées prévues pour 2014. Ici, ces capteurs seront reliés à des horodateurs « nouvelle génération ».

Ce sont des horodateurs à écran tactile qui servent de borne wifi multi usage et donnant plusieurs informations sur la ville. L'investissement pour cette technologie tourne autour de 13 à 15 millions d'euros.

Ils seront également reliés à une application : Nice city passport, et l'utilisateur pourra, en plus de trouver les places en temps réel, payer sans bouger de sa voiture.



Une autre solution a été créée dans les parkings souterrains de Nice, ce sont des signaux lumineux commercialisés par LC System consulting. Des capteurs sont placés au-dessus de chaque place de parking et sont directement reliés à des LED. Celles-ci vont changer de couleur en fonction de la place et de si elle est libre :

- pour une place libre standard, la LED sera verte
- pour une place occupée, la LED sera rouge
- pour une place handicapée, la LED sera bleue
- et pour une place réservée aux voitures électriques, la LED sera jaune

Tout ceci va permettre à l'automobiliste de gagner un temps considérable, de réduire la consommation d'énergie grâce aux LED, mais également de diminuer les émissions de CO2. En effet, les signaux vont inciter les automobilistes à ne pas lâcher l'accélérateur pour accéder plus vite aux places libres.



c) Chartres : l'opérateur de stationnement Q-park

Pour Chartres, c'est une méthode différente qui est préférée : celle de l'opérateur de stationnement Q-park. C'est un système de reconnaissance à distance des véhicules. Grâce à ce système, les conducteurs n'ont plus besoin de payer à un horodateur ou un parcmètre : le dispositif reconnaît la plaque d'immatriculation et une facture à chaque fin de mois est envoyée. Ce système permet alors une entrée et une sortie plus rapide du parking, et donc libère des places plus rapidement.

Lyon, Paris ou encore Lille devrait adopter cette méthode.



d) Zenpark : un service de parking partagé

Zenpark lance un nouveau service pour les propriétaires de parkings, comme les hôtels ou les administrations, qui vont pouvoir partager leurs places de stationnement. Le principe est le suivant : chaque membre de la communauté Zenpark obtient une télécommande personnelle qui permet alors d'accéder au réseau de parkings. Il suffit ensuite de se connecter au site Web correspondant afin de sélectionner une offre.

La particularité consiste à proposer une même place selon les moments de la journée : le jour pour un travailleur, la nuit pour un résident. Il devient donc possible de trouver un emplacement habituellement non disponible, et le tout facilement. Finalement, plusieurs personnes partagent la même place, au profit des propriétaires qui peuvent alors rentabiliser leurs parkings.

e) Des sites pour réserver sa place : Parkbud

Quelques logiciels et applications permettent de nous aider à trouver un stationnement : Parkbud en est un exemple. C'est une application allemande qui détecte d'abord tous les parkings qui sont à proximité du lieu où on se trouve. Ensuite, il va garder en mémoire l'endroit où on a laissé notre voiture. Ainsi, cela résout par la même occasion les problèmes pour la retrouver lorsque les parkings sont immenses, ou encore lorsque l'on s'éloigne trop de notre place.

L'application permet également de savoir depuis combien de temps nous sommes garés, pour ne pas louper l'heure de notre ticket, ou ne pas commencer une nouvelle heure et ainsi économiser un peu d'argent.

f) Les QR codes aussi utilisés

Les QR codes sont aussi utilisés par certaines villes et notamment à Haguenau, proche de Strasbourg. Pour connaître le nombre de places restantes sur chacun des parkings de la ville, les automobilistes devront simplement flasher un QR code grâce à leur mobile, et verront ensuite le nombre de places de chaque parking en temps réel.



Exemple de QR code

Du coup, plus besoin de se rendre à tous les parkings pour s'apercevoir sur place qu'il n'y a plus d'emplacements, nous connaissons directement les endroits libres.

g) Le paiement par téléphone

Utilisacteur, en association avec PayByPhone, a lancé son application sur Iphone il y a peu, et a déjà séduit beaucoup de personnes, notamment à Issy les Moulineaux. Cette application permet aux automobilistes, habitants dans les villes en partenariat avec PayByPhone, de payer les places de parkings directement par téléphone, économisant ainsi du temps. Nous pouvons l'utiliser immédiatement après l'avoir téléchargé, ce qui en fait un autre avantage. De plus en plus de villes utilisent ce moyen.

Conclusion

Rapport d'étonnement

Finalement quelques inconvénients sont tout de même à noter.

Tout d'abord, il y a, de nos jours, beaucoup trop d'applications sur les smartphones qui ont le même rôle. Aucune ne se démarque des autres et donc on ne sait plus trop vers laquelle se tourner pour avoir un résultat fiable.

Par ailleurs certains systèmes ne sont pas utilisables dans la vie de tous les jours. Par exemple comme on l'a vu avec l'hôtel de Singapour le système Wohn autopark est destiné à une clientèle assez fortunée et donc restreinte.

Autre défaut du système Wohn autopark, il n'y a qu'une seule place pour laisser sa voiture et pour que la plateforme la prenne en charge. En heure de pointe, avec plusieurs véhicules qui attendent, cela deviendrait assez long et on perdrait donc du temps. Le mieux serait de créer plusieurs emplacements pour laisser sa voiture et que la plateforme vienne la chercher ensuite. L'automobiliste ne serait pas obligé d'attendre.

Ensuite, dans les villes d'aujourd'hui, il existe déjà un nombre conséquent de panneaux, et donc l'ajout d'autres panneaux de signalisation pour avertir du nombre de places de parking disponibles, nuirait encore plus au paysage urbain, surtout si tous les parkings en étaient équipés.

De plus un manque d'informations peut être signalé chez Smartgrains, car nous n'avons pas d'informations sur le type de places disponibles. En effet nous ne savons pas si le nombre de places restantes sont des places handicapées ou autres.

Inventions, nos idées

En plus de toutes ces nouveautés, nous avons eu quelques idées notables dans le cadre du Smart Parking.

Tout d'abord, il existe d'autres formes de parkings intelligents, notamment les parkings perméables. Ils permettent de résoudre d'une autre manière certains problèmes de pollution.

Ils sont capables d'infiltrer, d'évaporer, de retenir des quantités d'eau non négligeables et ont un rôle important dans la gestion des eaux pluviales.

Une autre solution serait de créer de grands parkings, à l'entrée des villes, desservis par des transports en commun régulier. Les automobilistes venant de l'extérieur pour travailler pourraient se garer sur ces derniers, évitant ainsi les embouteillages habituels à l'entrée des villes aux heures de pointes.

Ce système est d'ailleurs mis en place ponctuellement pour de grands événements dans certaines villes qui n'ont pas la capacité d'accueillir tous les automobilistes, comme actuellement pour l'Armada à Rouen avec des parkings relais.

Avantages et inconvénients

Après avoir travaillé sur le Smart Parking on remarque que celui-ci comporte beaucoup d'avantages mais aussi des inconvénients.

Grâce aux structures aménagées, la circulation est plus fluide, en effet, les automobilistes ne tournent plus en rond pour trouver une place, mais se dirigent directement vers les places libres. Une conséquence directe est la diminution de la pollution urbaine et un gain de temps considérable. Cela réduit aussi l'agacement des conducteurs, qui est souvent provoqué par la recherche d'un stationnement et donc aussi les accidents entre conducteur et piéton ou cycliste.

Mais les différents systèmes mis en place pour le smart parking peuvent également gêner certains utilisateurs. Par exemple, avec la pose sur les voitures d'étiquettes utilisant la technologie RFID et les différents lecteurs présents dans la ville, les conducteurs peuvent ressentir une atteinte à la liberté. Effectivement, si ce système se développe, toutes voitures possédant une puce pourront être tracées dans la ville.

Le côté esthétique également peut être un inconvénient. Les capteurs et les lecteurs installés sur les places de parking et sur les lampadaires peuvent par ne pas plaire à tout le monde.

De plus, les différents systèmes mis en place demandent de l'entretien. Point négatif, cela est coûteux pour la ville mais point positif, c'est un moyen de créer des emplois. Des ingénieurs (comme nous !) pourront travailler dans la conception et des techniciens dans l'entretien.

Une question finale nous vient à l'esprit : est-ce-que les technologies utilisées peuvent avoir un impact négatif sur la santé de l'humain ? En effet, actuellement peu d'études ont été menées sur les ondes hertziennes...

Pour conclure ce projet a été l'occasion de découvrir le Smart Parking sous toutes ses facettes. Nous pouvons désormais affirmer qu'il n'existe pas de solution miracle pour un parking intelligent mais qu'on essaie avec différents systèmes de satisfaire les attentes de la population.

De plus, cela nous a permis de travailler en équipe et de faire des recherches sur un domaine scientifique. Par ailleurs les principaux objectifs de ce projet, comme faire partie d'une équipe et rendre un projet complet avec une bonne gestion du temps ont été relevés avec succès et nous en sommes assez fiers.

Enfin, ce fut un projet très riche et intéressant, et nous tenons à remercier tout particulièrement Monsieur A.Bensrhair de nous l'avoir proposé et de l'aide qu'il nous a apportée.

Bibliographie

<http://www.blog-crm.com/exposes-etudiants/technologie-rfid/>

<http://www.zigbee.org/>

<http://blog.domadoo.fr/index.php/guide-protocoles-de-communication/94-protocole-zigbee/469-principe-du-protocole-zigbee>

<http://www.newcircuits.com/article.php?id=tut004>

<http://videos.tf1.fr/jt-20h/un-gps-pour-trouver-une-place-de-parking-bientot-une-realite-6762340.html>

<http://www.innovcity.fr/2012/01/16/nice-equipe-places-parking-capteurs-intelligents/>

<http://www.innovcity.fr/2010/04/09/san-fransisco-adopte-un-systeme-intelligent-de-gestion-de-ses-places-de-parking/>

<http://www.smartgrains.com/societe/>

<http://www.innovcity.fr/2013/01/30/zenpark-lance-son-service-de-parking-partage/>

<http://www.cnetfrance.fr/cartech/le-paiement-automatique-du-parking-arrive-39370317.htm>

<http://www.innovcity.fr/2012/03/20/parkbud-gerez-votre-stationnement-avec-votre-telephone/>

<http://www.innovcity.fr/2011/01/27/utilisacteur-signe-un-premier-partenariat-avec-paybyphone/>

<http://www.alinea-park.fr>

<http://old.woehr-parksysteme.de/fr/news/singapour.php>

<http://sfpark.org/>

<http://www.objectifnews.com/node/1896>

<http://www.smartgrains.com/innovation-parking/>

<http://www.mobilisconference.com/uploads/2011/pdf/Atelier%20B1-GIVANOVITCH.pdf#page=8&zoom=auto,0,537>

http://mpsn.free.fr/c&c/cours/S3_C&C_capteurs_3.0_noprint.pdf