

Projet de Physique P6

STPI/P6/2013 – 37

Smart City, la ville de demain



Etudiants :

Aurore DARGENT

Thibaud DAUCE

Léa GODILLON

Nicolas REY

Clément SELLIER

Pei WANG

Enseignant-responsable du projet :

Mr Abdelaziz Bensrhair

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

Référence du projet : **STPI/P6/2013 – 37**

Intitulé du projet : **Smart City, état de l'art, étude d'un exemple d'application STIC dans ce domaine**

Type de projet : **Biblio**

Objectifs du projet (10 lignes maxi) :

L'objectif de ce projet est de faire découvrir ce que sera la ville de demain tant au niveau environnemental que technologique.

Ce dossier sert à nous faire prendre conscience de l'état actuel des villes qui sont de plus en plus attractives et donc plus peuplées. En tant que futur ingénieur, il est essentiel de se questionner dès maintenant sur l'avenir des villes actuelles afin qu'elles deviennent dans quelques années des Smart City. C'est à dire des villes autonomes et plus respectueuses de l'environnement.

Mots-clefs du projet (4 maxi) :

- **Autonomie**
- **Futur**
- **Énergie**
- **Nouvelles technologies**

• TABLE DES MATIÈRES

Table des matières.....	4
Introduction.....	5
I. La gestion de l'énergie et de l'eau.....	7
A) État de l'art	7
B) Les perspectives d'évolution.....	10
1. Vers une meilleure gestion du CO2.....	10
2. Intégration des énergies renouvelables.....	11
3. Concept d'un système de traitements intelligents des eaux.....	13
II. Mobilités & gestion des services publics.....	15
A) État de l'art.....	15
B) Les perspectives d'évolution.....	16
1. La mobilité.....	16
2. La vidéo-surveillance.....	22
III. La Gestion des bâtiments et la gestion de l'eau.....	27
A) État de l'art.....	27
B) Les perspectives d'évolutions.....	29
1. Les interactions entre les différentes parties de la ville...29	
2. Un système de télé-relevage de la consommation d'eau	33
3. Les bâtiments de demain.....	34
Conclusion.....	40
Bibliographie.....	41
Crédits d'illustrations.....	44
Annexe.....	47

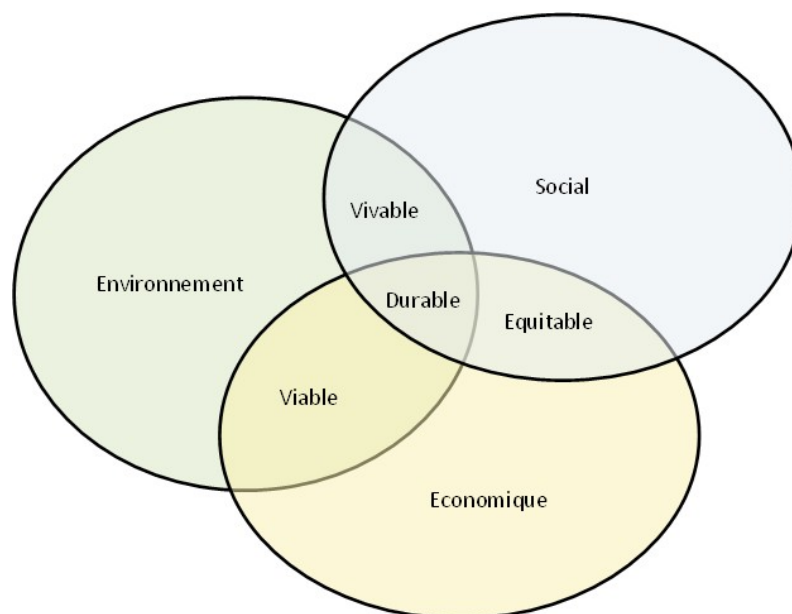
• INTRODUCTION

De nos jours, les villes attirent de plus en plus de monde. En effet, actuellement, plus de 60% de la population mondiale se concentre dans les environnements urbains. Or, les villes d'aujourd'hui n'ont pas eu le temps de s'adapter à cet élan démographique.

Par conséquent, de nombreux problèmes découlent de cette forte densité de population. La majorité des villes actuelles présentent des difficultés pour offrir à leurs habitants des conditions de vie agréables. Manque de place, pollution, consommation abusive des ressources naturelles, problèmes de transports et mauvaises communications sont à la base des soucis rencontrés par ces villes.

Créer un environnement urbain en adéquation avec l'environnement et le développement durable devient alors une nécessité et une urgence pour ces dernières.

Le moyen de remédier à ces soucis est la Smart City. Smart City est un concept anglo-saxon décrivant une ville intelligente. Ce concept est soutenu par de grandes institutions internationales dont l'Union Européenne. Il propose donc un modèle de la ville de demain utilisant des technologies innovantes tout en optimisant le monde urbain. Les champs d'actions de la Smart City se situent aux niveaux de l'économie, de l'administratif ainsi que de la mobilité, de l'environnement, de l'habitation et des habitants. Ils visent donc à rendre les villes plus agréables à tous les niveaux.



Comme le montre le schéma ci-dessus, le développement durable est le noyau de ce concept. En effet, la ville de demain doit savoir associer les aspects environnementaux et sociaux tout en gardant une compétitivité sur le long terme. De nombreux grands groupes industriels séduits par le concept se sont lancés dans cette aventure. Leurs investissements financiers permettent de participer au développement des Smart City.



Certaines villes ont pris de l'avance sur ce concept et se distinguent déjà. C'est notamment le cas de la ville de Malmö, située dans le sud de la Suède. Créée à l'occasion de l'exposition européenne de l'habitat en 2001, Malmö est un exemple international de la ville de demain. En effet, cette ville réussit à associer une technologie de pointe tout en s'adaptant aux exigences environnementales dans un contexte urbain dense. De nombreuses autres villes se distinguent comme Amsterdam, Masdar ou encore Copenhague.

I. LA GESTION DE L'ÉNERGIE ET DE L'EAU

A) État de l'art

La gestion de l'énergie est de nos jours l'une des principales priorités dans la société actuelle visant un futur meilleur avec des villes plus intelligentes, c'est-à-dire des villes capables d'auto-produire suffisamment d'énergie pour devenir indépendantes au niveau énergétique. En effet, on le sait, l'énergie est indispensable sur Terre et on voit mal comment on pourrait s'en passer. Mais le fait est que, si on doit en effet en consommer beaucoup, les réserves en énergie s'épuisent peu à peu (notamment pour le pétrole à qui on ne donne plus que 40 ans de ressources ou encore le charbon ou le gaz). Il est donc nécessaire dès aujourd'hui de fournir aux villes des sécurités d'approvisionnement en énergie qui pourront se maintenir durant des décennies car mieux vaut produire soit même son énergie plutôt que de l'importer depuis d'autres pays.

De plus, l'impact de certaines sources d'énergie telles que le pétrole, le gaz ou encore le charbon est grandement nocif vis-à-vis de l'environnement. Cela participe très activement à l'effet de serre dû à un surplus de CO₂ dans l'atmosphère qui engendre un réchauffement de la température sur Terre et toutes les répercussions que cela peut avoir. Parmi ces conséquences, on trouve la fonte des glaciers qui cause l'augmentation du niveau de la mer. Ceci est une des principales craintes pour certains pays continentaux. En effet, les Pays-Bas, dont d'immenses superficies sont situées en dessous du niveau de la mer, le Bangladesh, l'Égypte et bien d'autres pays et villes comme Venise sont sous la menace de disparaître si cette remontée des marées continue.



Fonte des glaciers

Il est donc important pour les villes de demain de pouvoir lutter contre le changement climatique pour minimiser les conséquences sur le climat et les écosystèmes de la planète.

Pour lancer ce mouvement de diminution du CO₂, la communauté internationale s'est mobilisée pour limiter les concentrations de gaz à effet de serre dans l'atmosphère, avec pour objectif de diviser par deux les émissions à l'échelle mondiale avant 2050. Au-delà de leurs conséquences globales sur l'effet de serre dues au CO₂, la production et la consommation d'énergie ont des incidences locales sur l'environnement. Elles ont notamment un impact de mieux en mieux connu sur la qualité de l'air et la santé humaine, mais aussi parfois sur les paysages et les écosystèmes. C'est la raison pour laquelle certaines espèces d'animaux, notamment les ours polaires, sont en voie de disparition.

On constate dès lors que si on veut pouvoir bien gérer l'énergie dans les années à venir, on doit tout d'abord maîtriser cette demande d'énergie et être capable de la fournir. Cela demande donc de diversifier les sources de production et d'approvisionnement en énergie mais également de développer la recherche dans le domaine de l'énergie. De

même, il faudra assurer l'existence d'infrastructures de transport et de stockage de l'énergie adaptées aux besoins de consommation des citoyens.

Pour ce faire, les états doivent évoluer vers la transition énergétique ; c'est-à-dire, passer du système énergétique actuel utilisant des ressources non renouvelables, comme le pétrole, vers des ressources plus propres et renouvelables, comme l'éolien. Ceci ne sera possible que par le développement de solutions de remplacement des combustibles fossiles qui sont des ressources limitées et non renouvelables. La transition énergétique prévoit leur remplacement progressif par des sources d'énergies renouvelables qui pourront être utilisées dans le quotidien des Hommes tel que les transports, l'éclairage, le chauffage...

Plusieurs pays sont d'ores et déjà rentrés dans la transition énergétique en diminuant peu à peu leur consommation d'énergies non renouvelables et en favorisant les énergies renouvelables. Parmi ces énergies renouvelables, on trouve notamment :

- l'énergie éolienne. C'est l'énergie du vent directement créée au moyen d'un dispositif aérogénérateur comme une éolienne ou un moulin à vent.
- l'énergie solaire. C'est la transformation du rayonnement solaire en énergie grâce notamment à des panneaux photovoltaïques.
- la géothermie. Elle désigne l'énergie géothermique issue de l'énergie de la Terre qui est convertie en chaleur. Pour capter l'énergie géothermique, on fait circuler un fluide dans les profondeurs de la Terre. Ce fluide peut être celui d'une nappe d'eau chaude captive naturelle, ou de l'eau injectée sous pression pour fracturer une roche chaude et imperméable. Dans les deux cas, le fluide se réchauffe et remonte chargé de calories qui constituent l'énergie thermique. Ces calories sont utilisées directement ou converties partiellement en électricité.
- l'énergie hydraulique. C'est l'énergie fournie par le mouvement de l'eau, sous toutes ses formes : chute d'eau, cours d'eau, courant marin, marée ou encore vagues. Ce mouvement peut être utilisé directement, par exemple avec un moulin à eau, ou plus couramment être converti, par exemple en énergie électrique dans une centrale hydroélectrique.
- l'énergie hydrolienne : Ce sont des éoliennes sous-marines qui utilisent la force des marées pour produire de l'électricité.
- l'énergie provenant de la biomasse. Elle représente également un bon type d'énergie qui respecte l'environnement en fournissant différents types d'énergie, par exemple par combustion du bois ou encore par méthanisation qui forme des biogaz.



Champ éolien et panneaux photovoltaïques

Parmi les pays pionniers des énergies renouvelables actuelles au niveau européen, on trouve les pays scandinaves, Norvège, Danemark, Suède, mais aussi l'Allemagne, l'Autriche, la Grèce et l'Espagne. Quant à elle, la France fait de plus en plus d'efforts pour augmenter ses ressources d'énergies renouvelables et devrait rejoindre ces pays dans un

avenir proche car elle s'est fixée d'utiliser 23 % d'énergies renouvelables de sa consommation énergétique d'ici 2020.

Les « Smart City » de demain devront donc favoriser les économies d'énergies notamment dans les domaines relevant des usages quotidiens tels que les logements, les commerces ou encore les transports où la consommation d'énergie est très importante. De même, ces villes auront l'obligation de surveiller leurs rejets de CO₂ dans le but de respecter l'environnement et les écosystèmes. La « Smart City » devra également promouvoir de nouvelles sources d'énergies et particulièrement des énergies renouvelables qui respectent au maximum l'environnement et l'écosystème.

Parallèlement à la gestion de l'énergie, la gestion de l'eau est de plus en plus le sujet de discussions politiques et économiques qui visent à faire bien attention à la consommation et au gaspillage de l'eau dans la société actuelle.



L'eau : une ressource fragile

La Terre est à 72 % recouverte d'eau. 97 % de cette eau est salée et 2 % emprisonnée dans les glaces. Il n'en reste qu'un pour-cent pour irriguer les cultures, subvenir aux besoins de l'industrie et étancher la soif de l'humanité tout entière. De plus, l'eau et l'eau potable sont inégalement réparties sur la planète et les barrages et pompages d'eau faits pour les besoins humains peuvent localement entrer en conflit avec les besoins agricoles et ceux des écosystèmes.

Certains territoires connaissent un développement important induit par la mise en service d'infrastructures urbaines nouvelles, et un certain niveau de dynamisme économique. En France, les documents d'urbanisme sont révisés fréquemment pour permettre la construction d'espaces nouveaux. Or, l'extension des territoires urbanisés génère des impacts sur l'environnement : accroissement des prélèvements pour l'alimentation des populations en eau potable, augmentation des rejets (eaux pluviales et eaux usées), fragmentation des milieux naturels. Ceux-ci ne sont pas toujours correctement appréhendés au niveau des documents d'urbanisme, qui structurent et planifient l'espace. Ces réflexions ont été au cœur du « Grenelle de l'Environnement ». Ces impacts doivent être pris en compte en amont, dès la définition des projets structurant à l'échelle d'un territoire. Aussi convient-il de les intégrer dans l'élaboration des documents de planification urbaine.

Les solutions envisagées actuellement sont quantitatives (économies, récupération de l'eau, réutilisation d'eaux grises ou usées) et qualitatives (meilleure épuration).



Certains auteurs imaginaient déjà dans les années 1970 un traitement complet et la récupération et le traitement de toutes les eaux usées de manière à ce que seules des eaux propres soient rejetées en rivière, en mer ou utilisées pour l'irrigation agricole.

Des solutions individuelles et collectives existent pour économiser l'eau, même en menant le mode de vie d'un habitant d'un pays développé. Ainsi, 57 litres par jour et par personne suffiraient à deux retraités vivant dans leur éco village du Queensland en Australie. Leur maison ne fonctionne qu'à l'eau de pluie (lessive, arrosage, toilette...).

Le concept Smart City tend à améliorer la gestion de l'eau au sein de la ville de demain, de manière à mieux réguler sa consommation et sa distribution.

B) Les perspectives d'évolution

1. Vers une meilleure gestion du CO2

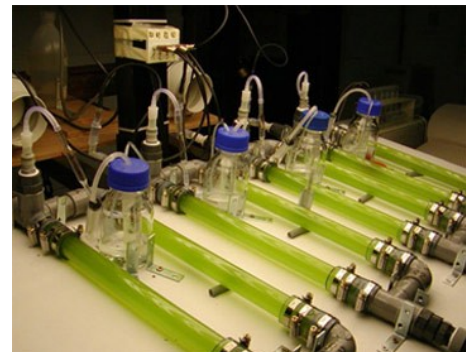
Le secteur de l'énergie est en ce moment au cœur des actualités économiques et politiques car il touche toute la société. Tous les jours, chaque citoyen consomme énormément d'énergie pour satisfaire ses besoins. Ainsi, si on prend la source d'énergie la plus utilisée actuellement, on se rend compte que la consommation mondiale de pétrole a dépassé les 80 millions de barils par jour (90 millions en moyenne pour 2012). Le fait est que le pétrole touche bientôt à la fin de son règne sur l'énergie, du fait de la raréfaction de ses gisements mais également à cause de ses effets néfastes sur l'environnement.

Les sociétés actuelles se tournent donc vers des énergies renouvelables comme on vient de le voir précédemment mais il existe également quelques problèmes liés à l'utilisation de ces énergies propres. Tout d'abord, même si ces énergies sont beaucoup plus saines vis-à-vis de l'environnement, elles restent relativement chères et pas données à tout le monde. De plus, certaines énergies comme l'éolien ou encore le solaire dépendent exclusivement des conditions météorologiques ce qui signifie que leur production d'énergie est discontinue.

Pour pallier à ces problèmes, il faut tout d'abord modifier nos mentalités, c'est-à-dire ne pas avoir peur d'investir dans les nouvelles énergies du fait qu'elles soient coûteuses mais au contraire, se dire qu'on fait un investissement à long terme qui sert également à protéger notre planète et à laisser un monde convenable pour les générations futures. De même, si on veut augmenter l'efficacité énergétique, on doit coupler les énergies aléatoires telles que le solaire ou encore l'éolien avec des énergies permanentes que sont l'hydroélectricité, la géothermie ou encore la biomasse. La question du nucléaire doit également amener la réflexion car cette énergie permet une production continue d'électricité sans production de gaz à effet de serre mais en revanche, elle est dangereuse et produit des déchets radioactifs difficilement stockables.

2. Intégration des énergies renouvelables

Dans la continuité de la transition énergétique, de nouvelles sources d'énergies renouvelables et propres doivent être trouvées en accord avec l'environnement. Déjà, quelques pistes ont été trouvées et des prototypes naissent chaque jour concernant de nouveaux moyens de production de l'énergie. C'est le cas notamment des biocarburants de 3ème génération qui, peu à peu, s'installent sur le marché mondial en concurrence à l'essence actuelle. Ces biocarburants sont faits à base d'espèces végétales et sont un moyen de remplacement de l'énergie fossile actuelle dans les transports de demain.



Biocarburants de 3ème génération

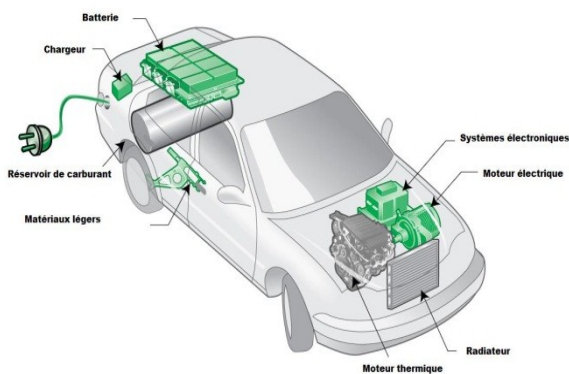


Figure 3: Modèle de voiture hybride

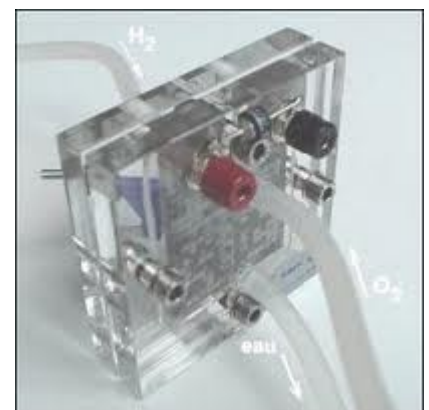
Tout en restant dans les transports, si on souhaite diminuer la consommation d'essence et minimiser les effets du CO₂ sur l'environnement pour rendre les Smart City plus saines, la voiture hybride doit être mise en avant et les recherches doivent s'intensifier pour la rendre de plus en plus présente sur le marché et surtout plus abordable au niveau du prix. En effet, la voiture hybride consomme et pollue moins parce qu'elle possède deux moteurs : son moteur électrique assure le démarrage du véhicule et son moteur à essence s'allume dès que le véhicule roule à plus de 40 km/h. Ceci permet donc des économies énergétiques non négligeables.



Voiture à hydrogène

Mais la véritable révolution qui est en train d'apparaître dans le domaine de l'énergie mais surtout du transport est l'utilisation de l'hydrogène. En effet, l'hydrogène est l'une des énergies renouvelables les plus prometteuses qui soit. Totalement propre, puisque l'énergie créée n'émet que de l'eau, et à haut rendement, elle est pressentie pour devenir l'énergie renouvelable du futur. Les chercheurs et les industriels doivent toutefois gérer les difficultés relatives à l'utilisation de cette énergie. La production d'hydrogène est possible grâce aux énergies renouvelables, au gaz naturel ou au nucléaire, mais elle est encore très coûteuse. Par ailleurs, des difficultés se posent encore concernant le transport et le stockage de l'hydrogène ce qui devrait être la cible des recherches pour certaines entreprises dans les futures années.

Parallèlement, la principale utilisation de l'hydrogène en tant qu'énergie concerne la pile à combustible, vecteur énergétique particulièrement prometteur. Cette pile à combustible est un appareil qui mélange de l'oxygène et de l'hydrogène, à partir du procédé de l'électrolyse. La fonction de

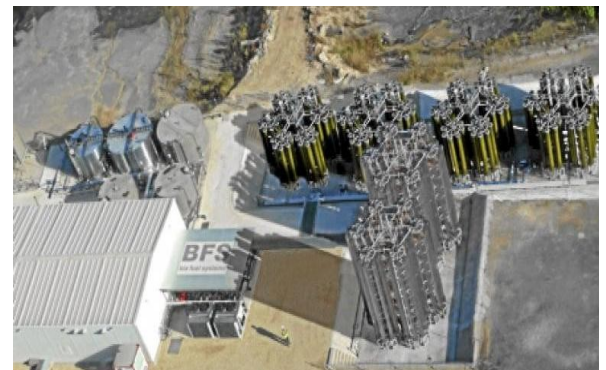


Pile à combustible

la pile à combustible consiste à produire de l'électricité et de la chaleur. Compte tenu de ses vertus écologiques et de son rendement énergétique, la pile à combustible pourrait s'imposer dans un avenir plus ou moins proche dans les Smart City notamment dans le domaine de l'automobile, avec l'hydrogène comme carburant, ainsi que dans la production d'électricité et de chauffage.

Un autre type d'énergie qui fait son apparition petit à petit est le pouvoir des marées donc l'énergie de la mer. On connaît déjà l'hydroélectricité qui tire son pouvoir des cours d'eau grâce aux barrages entre autre, mais l'énergie de la mer est encore mal connue et donc mal exploitée. Certes les hydroliennes font de plus en plus leur apparition sur les littoraux notamment en Bretagne ou en Angleterre mais d'autres méthodes voient le jour pour utiliser la force des marées. C'est d'ailleurs le cas des centrales marémotrices et houlomotrices. Ces techniques permettent d'utiliser l'énergie des courants marins et de la marée pour produire de l'énergie. Ce sont donc des énergies d'avenir qui pourront, avec l'énergie hydrolienne, être les acteurs principaux de l'exploitation de l'énergie marine pour les villes côtières.

Tout en restant dans le domaine marin, des chercheurs français et espagnols ont récemment trouvé un moyen très ingénieux de produire de l'énergie. Il s'agit de capter le CO₂ émis par les industries polluantes et d'en nourrir des micro-algues placées dans des tubes verticaux exposés à la lumière pour favoriser la photosynthèse. Le nombre de ces micro-algues double en vingt-quatre heures. Chaque jour, la moitié des tubes est prélevée et centrifugée. La pâte produite contient 97 % de biomasse, transformée en biopétrole par cracking à haute température, haute pression et sans oxygène. Cette technique permet donc d'utiliser le CO₂ libéré par l'entreprise pour en faire du bio pétrole grâce aux algues et à la photosynthèse. Rien de bien compliqué en soit mais l'idée est ingénieuse ! Des tubes similaires à ceux présents ci-dessus pourraient donc être implantés à proximité de chaque usine relâchant des quantités non négligeables de CO₂ dans les années à venir.



L'usine BFS, en Espagne, avec ses tubes d'algues exposés à la lumière du jour.



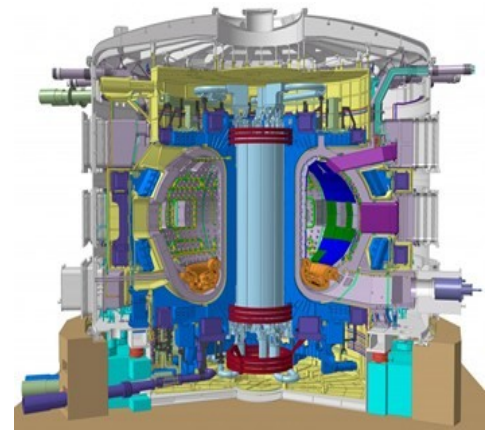
La tour Solaire Buronga en Australie

Une autre source d'énergie renouvelable vient d'apparaître il n'y a pas longtemps qui est la Tour Solaire. La Tour Solaire, 1000 mètres de hauteur, est l'un des projets les plus ambitieux de la planète pour la production d'énergie alternative. C'est une usine d'énergie renouvelable qui fournit la même puissance qu'un petit réacteur nucléaire tout en étant plus sûre et plus propre. La tour solaire est creusée au milieu comme une cheminée. L'air sous le collecteur, constitué de panneaux solaires, est chauffé par le soleil et est dirigé vers le haut de la cheminée par convection. Le déplacement de l'air permet à des turbines de produire de l'électricité. Son fonctionnement se base sur le principe simple: l'air

chaud monte. Ce type de Tour Solaire existe déjà dans le désert australien et produit environ 200 mégawatts. Il pourrait bientôt faire son apparition près des grandes villes où le soleil y est très présent pour fournir de l'électricité en grande quantité tout étant respectueux de l'environnement.

Enfin, des chercheurs travaillent actuellement sur un projet qui pourrait révolutionner le monde de l'énergie s'il venait à être mis au point. Ce projet n'est rien d'autre que le Projet ITER. Il vise à recréer les conditions de fusion qui existent dans le soleil dans le but de créer de l'énergie. ITER est une expérience scientifique majeure, conçue pour démontrer que la fusion est une source d'énergie viable et pour recueillir les données nécessaires à la conception puis à l'exploitation de la première centrale de fusion capable de produire de l'électricité.

Le but est donc de savoir si l'énergie de fusion (jusque-là très peu utilisée car elle demande des conditions de températures et de pressions astronomiques) va pouvoir être utilisée dans les années à venir car d'après certaines études, elle pourrait produire des quantités gigantesques d'énergie. Les Smart City ont donc tout intérêt à regarder l'évolution de ce projet de près...

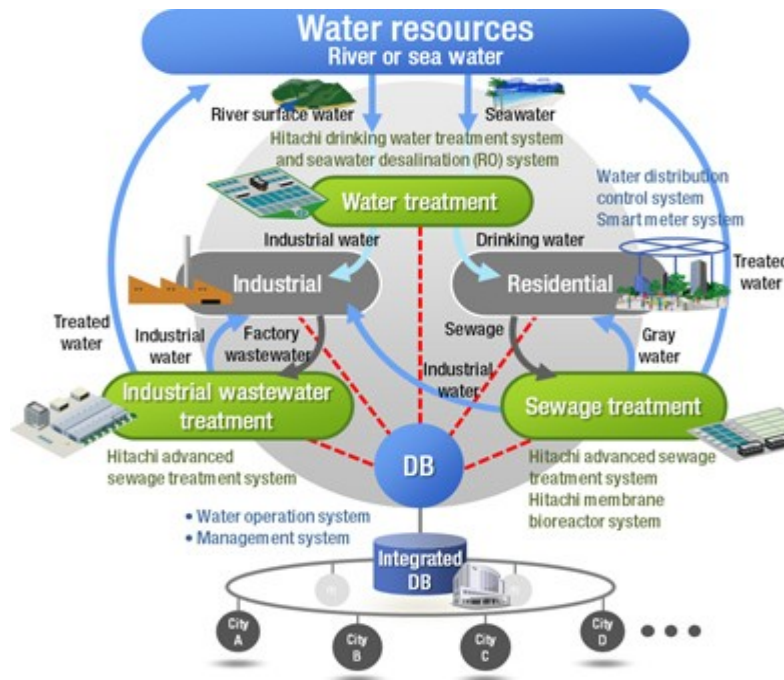


Le réacteur Tokamak du projet ITER

Tout laisse penser à croire que les prochaines années seront l'occasion pour les entreprises du domaine de l'énergie et pour les Smart City de rechercher et découvrir de nouvelles formes d'énergies utilisables à l'échelle humaine et de les développer au monde entier. Ceci dans le but que chaque ville puisse produire suffisamment d'énergie pour satisfaire ses propres besoins d'ici quelques années. Voilà l'objectif des Smart City durant les années à venir !

3. Concept d'un système de traitements intelligents des eaux

Les Smart City devront être construites dans des pays émergents et en développement, et sont particulièrement nécessaires dans les régions ou pays où la population est en expansion. C'est pourquoi une technologie qui peut augmenter le nombre de voies de circulation d'eau et permettre une utilisation efficace des ressources en eau est extrêmement important pour la réalisation d'une Smart City.



Un diagramme conceptuel du système de traitement des eaux

Dans un système d'eau intelligent, les eaux usées qui auraient dues être rejetées sont abondamment utilisées comme eaux recyclées, dans les zones industrielles et résidentielles. De plus, les données opérationnelles de chaque installation de traitement des eaux sont gérées centralement, de manière à assurer une coordination efficace de chaque infrastructure.

Concrètement, le système comporte : un système de désalinisation utilisant la technologie de l'osmose inversée, un approvisionnement en eau potable grâce à un système de distribution d'eau contrôlée, une gestion de la consommation en utilisant un système de compteurs intelligents, un traitement des eaux usées avancé basé sur un système de bioréacteur à membranes et d'autres technologies.

Ces systèmes peuvent être combinés à d'autres pour fournir une solution qui résoudrait le problème de pénurie d'eau. En outre, le partage mutuel des données opérationnelles de chaque installation peut être utilisé pour améliorer l'efficacité de la gestion de la distribution d'eau dans la région.

Par ailleurs, il est possible de connecter différents systèmes de traitement des eaux intelligent de façon à améliorer la qualité de l'eau d'une zone plus large.

II. MOBILITÉS & GESTION DES SERVICES PUBLICS

A) État de l'art

La gestion de la mobilité est un domaine essentiel à étudier et à traiter dans les Smart City. En effet, nous savons aujourd'hui que seul 2% de la surface de la terre est occupée par des villes regroupant près de 70% de la population et 80% des émissions de CO₂. Cette démographie croissante pose des problèmes d'espace et de mobilité au sein des villes, pour les hommes. C'est pourquoi on veille de plus en plus à la gestion de la mobilité pour que la ville soit plus facile à vivre, du moins sur ce point.

A propos, les études se sont développées en quantité pour donner naissance à de nouveaux systèmes de contrôle et de gestion du trafic urbain. Certaines villes, comme Oslo, Bergen, Milan ou encore Sydney, optent pour la régulation du trafic en instaurant des péages urbains à l'entrée de zones, tandis que d'autres préfèrent mettre en service un transport plus récent et écologique : le véhicule électrique.

Dans le registre écologique, le partage de biens devient de plus en plus à la mode avec la mise en place des vélos en libre-service ou encore de l'auto partage. Aujourd'hui, tout un réseau de nouvelles techniques est à disposition dans les grandes villes mais une étape importante est en train de voir le jour : la gestion du trafic en temps réel. Cette démarche déjà existante au sein de certaines collectivités devient petit-à-petit disponible pour chaque utilisateur via un téléphone portable. Cette technique permet une meilleure régulation du trafic puisque l'utilisateur, avide de gain de temps, modifie son trajet avant même de subir les embouteillages ou les difficultés de circulation. Bien sûr, parmi ces innovations, les transports en commun sont toujours au goût du jour et des plates-formes multimodales se développent pour accueillir de façon simple et pratique les différents moyens de transport.

Une autre préoccupation réside dans la protection des citoyens. Comme les autres villes de la planète, la Smart City peut connaître de la criminalité, des incendies ou encore des catastrophes naturelles. Cependant, elle dispose de ressources limitées pour faire face à ces situations. Comme les centres de commande intégrés de New York, de Chicago et de Madrid, le centre d'une Smart City aide les services d'urgence à coordonner les opérations et à sécuriser la cité. Par exemple, si les urgences reçoivent un appel, le système prévient simultanément la police, les services de secours médicaux et si nécessaire, les pompiers. Ce système sait déterminer si les alertes provenant de différentes sources se rapportent au même incident ou à des incidents distincts. Aujourd'hui, les coordinateurs des urgences dans une ville plus intelligente ont accès à de nombreuses vidéos, qui permettent aux opérateurs d'être « présents » sur la scène d'un incident, et de fait, mobiliser immédiatement les services compétents. Pour le citoyen, il est intéressant de savoir que ce système peut protéger les informations personnelles des citoyens en brouillant les visages, mais qu'en revanche, au cas d'accident important, les personnes autorisées ont accès à l'image intégrale. Les enquêteurs du centre de secours peuvent coordonner une multitude d'informations et ainsi découvrir plus précisément le suspect. L'accès en temps réel à des informations intégrées sur la criminalité permet aux forces de la police d'évaluer la situation et de procéder à des arrestations en toute sécurité.



Tout incident qui survient dans la ville génère des informations, dans une Smart City, ces données sont collectées, analysées et comparées aux événements passés. Ce processus permet de mettre à jours des corrélations, qui génèrent des modèles qui aident les responsables de la sécurité publique à prendre des décisions plus performantes sur les actions à engager et sur la façon de procéder. Il devient alors possible de raccourcir les délais de réponse et de réduire la criminalité.

Finalement, pour une Smart City, il s'agit simplement de réagir aux incidents et aux situations d'urgence en cherchant à les anticiper et à les prévenir de façon à ce que les citoyens, les biens et les infrastructures soient mieux protégés et de fait, que la ville devienne plus sûre.

B) Les perspectives d'évolution

1. La mobilité

Une des plus grandes préoccupations des villes de demain est celle de la gestion de la mobilité. En effet, le développement de la voiture, transport devenu personnel et surtout très individuel, encombre les villes. Il est donc aujourd'hui question de réduire l'accès à celle-ci, et plus précisément au centre-ville pour le moment. On peut alors se demander quel système est utilisé actuellement de façon majoritaire par les villes et agglomérations.

PEAGES URBAINS

Le péage urbain s'est principalement développé dans plusieurs grandes villes européennes. Il permet de limiter l'accès au centre-ville des véhicules particuliers dans le but de réduire les émissions de CO₂ dans un premier temps mais aussi de renforcer le réseau de transport en commun dans un second temps. Ce contrôle des véhicules non autorisés à circuler dans le centre-ville est géré par des caméras de vidéo-surveillance qui analysent les plaques minéralogiques. La taxe récoltée est utilisée comme écotaxe pour financer le réseau de transports en commun de l'agglomération et ainsi proposer une meilleure offre aux habitants. De plus, des parkings relais sont construits aux alentours de l'agglomération pour inciter les personnes à stationner leurs voitures à l'extérieur de la ville pour emprunter par la suite les transports en commun.

Aujourd'hui, des villes comme Londres, Oslo, Bergen, Milan ou encore Sydney sont adeptes de ce concept. A Göteborg en Suède par exemple, une baisse du trafic automobile de 20% en centre-ville et près de 7% dans les environs a été enregistrée. De plus, à titre indicatif, 270 millions de livres ont été apportées aux finances de la ville de Londres pour l'année 2005-2006. Des chiffres non négligeables à l'heure où l'argent public est plus difficile à obtenir.

Cependant, limiter l'accès au centre-ville est une bonne alternative pour protéger l'environnement d'une part et faciliter le déplacement urbain d'une autre, mais quelles sont les propositions envisagées par les villes pour les habitants ?

PLATES-FORMES MULTIMODALES ET PÔLE D'ÉCHANGE

Tout d'abord, qu'est-ce qu'une plate-forme multimodale ou pôle d'échange ? Ces termes désignent un lieu où les marchandises ou voyageurs changent de mode de transport. Ces plates-formes ont pour but de faciliter le passage d'un mode de transport à un autre. Par exemple, les conteneurs standardisés permettent le transfert de marchandises du camion au train, du train au bateau et ainsi de suite, avec plus de commodités. Pour les voyageurs, on remarque ces pôles près des aéroports où l'on peut aisément prendre le métro, le RER ou encore le train dans un même espace.



Péage urbain à Londres

On trouve ces plates-formes dans de nombreuses villes du monde entier. A grande échelle, le port de Shanghai en Chine en est un exemple remarquable où, sur la même idée, le port du Havre vient de lancer un projet sur 16 mois pour la construction d'une plate-forme multimodale. Cette plate-forme permettra d'économiser près de 500 000 tonnes de CO₂ chaque année.

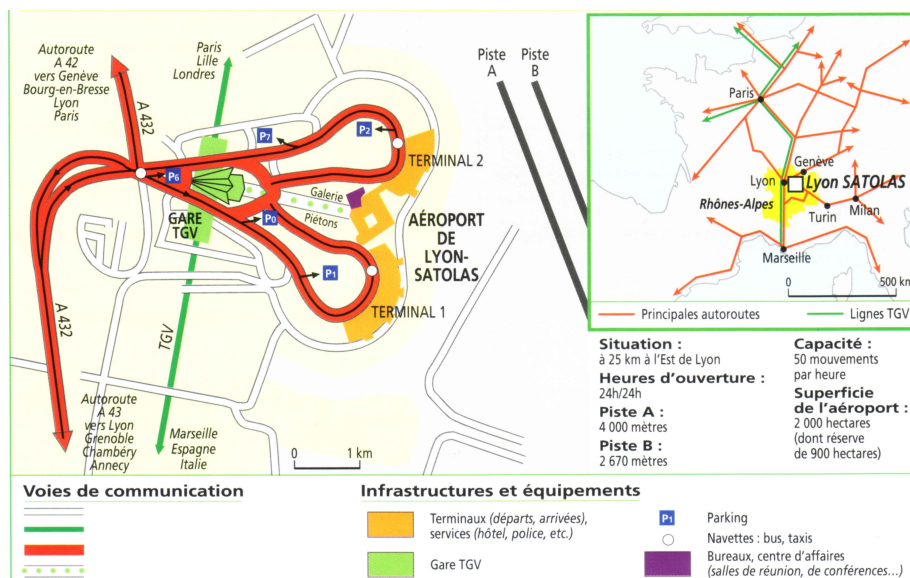


Plate-forme multimodale de l'aéroport de Lyon-Satolas

À plus petite échelle, la plate-forme multimodale de Lyon-Satolas représente parfaitement ce qu'est un pôle d'échange mais fait aussi le lien avec la ville du futur. En effet, d'après le schéma suivant, les différents moyens de transports y sont répertoriés, comme le transport ferroviaire, aérien, autoroutier, ou encore piétonnier.

Ces pôles d'échanges sont extrêmement importants pour la ville de demain puisqu'ils facilitent le déplacement des Hommes avec une volonté de favoriser les transports en commun pour rejoindre les centres villes.

La publicité ci-contre illustre le pôle d'échange de Lyon-Satolas. Le but est de montrer la facilité et la rapidité des voyageurs à circuler grâce aux différents moyens de transports. Ici, le caractère comique des bus portés comme des télécabines pourrait finalement être une idée du futur pour favoriser le déplacement des bus à travers les agglomérations, tout en réduisant les émissions de CO₂ dans un souci de protection de l'environnement. En effet, les transports en commun dans les villes se sont fortement développés mais dans quel but ?



Publicité de la mise en place de l'aéroport de Lyon-Satolas

TRANSPORTS EN COMMUN

Les transports en commun sont très présents depuis près de deux siècles dans notre société. Ils sont en effet bien pratiques pour les déplacements en ville, mais au départ n'étaient-ils pas le moyen de transport principal des habitants ? Aujourd'hui les transports en commun sont d'autant plus sollicités pour des raisons écologiques. On augmente le trafic pour favoriser la demande et améliorer l'offre. La pollution est la principale cause, mais il est nécessaire d'ajouter à cela que le trafic est de plus en plus surchargé dans les agglomérations. En effet, la migration pendulaire est l'élément déclencheur de toute surcharge du trafic. De ce fait, la solution au goût du jour est celle du covoiturage qui se développe avec surprise, du moins en France. Les parkings relais se construisent mais pas encore dans l'optique de l'installation d'un péage urbain.

Des projets à grandes échelles sont envisagés pour développer davantage les transports en commun et améliorer la mobilité des agglomérations et leurs alentours. Ce sont des projets comme le grand Paris, le grand Lyon et même le grand Dijon qui naissent petit à petit dans le but de prévoir et d'anticiper le monde de demain. L'entreprise EDF s'engage aussi dans ces projets en réalisant, aujourd'hui, une promotion importante du véhicule électrique pour réduire les émissions de CO₂. En effet, les transports représentent 61% de la consommation de pétrole à l'échelle de la planète et sont plus particulièrement responsables de 23% des émissions de CO₂.



Projet du grand Dijon

Les bornes de recharge pour les véhicules électriques en tout genre sont devenues un savoir-faire EDF. Aujourd'hui, l'entreprise propose avec le groupe de travail franco-allemand le développement de ses travaux au sein de l'Europe pour être « la prise européenne de demain ».

A l'échelle du monde, des projets de transports en commun électriques s'adaptant aux flux et aux trajets des voyageurs sont en étude. Mais quel est donc ce moyen de transport nommé le PRT ?

Le PRT, encore nommé Transport Personnel Automatisé est un moyen de transport en commun bien particulier. Il est certes collectif mais permet de se déplacer à la demande et sans arrêt intermédiaire dans de petits véhicules indépendants. Le chemin du PRT n'est donc pas prédéfini, ce qui permet à l'utilisateur de perdre moins de temps. Finalement, il fonctionne comme un taxi mais contrairement à un taxi, il est entièrement automatisé et est donc coordonné par un ordinateur central qui gère les différents véhicules en circulation pour éviter les collisions.



PRT de Masdar

Ce nouveau moyen de transport est en circulation à Morgantown aux États-Unis depuis 1975 et est en essai dans de nombreux pays tels que la Corée du Sud, le Japon, la Nouvelle Zélande, la Pologne ou encore la Russie, principalement dans les zones à forte densité de déplacement. Un réseau PRT de 21 véhicules circule aussi en essai pour l'aéroport de Londres Heathrow. Ces véhicules pesant près de 820kg à vide, sont propulsés électriquement par des batteries et atteignent jusqu'à 40km/h sur des pentes pouvant aller jusqu'à 20%. A Masdar, dans l'émirat d'Abou Dabi, un réseau a aussi vu le jour, celui-ci est cependant souterrain.



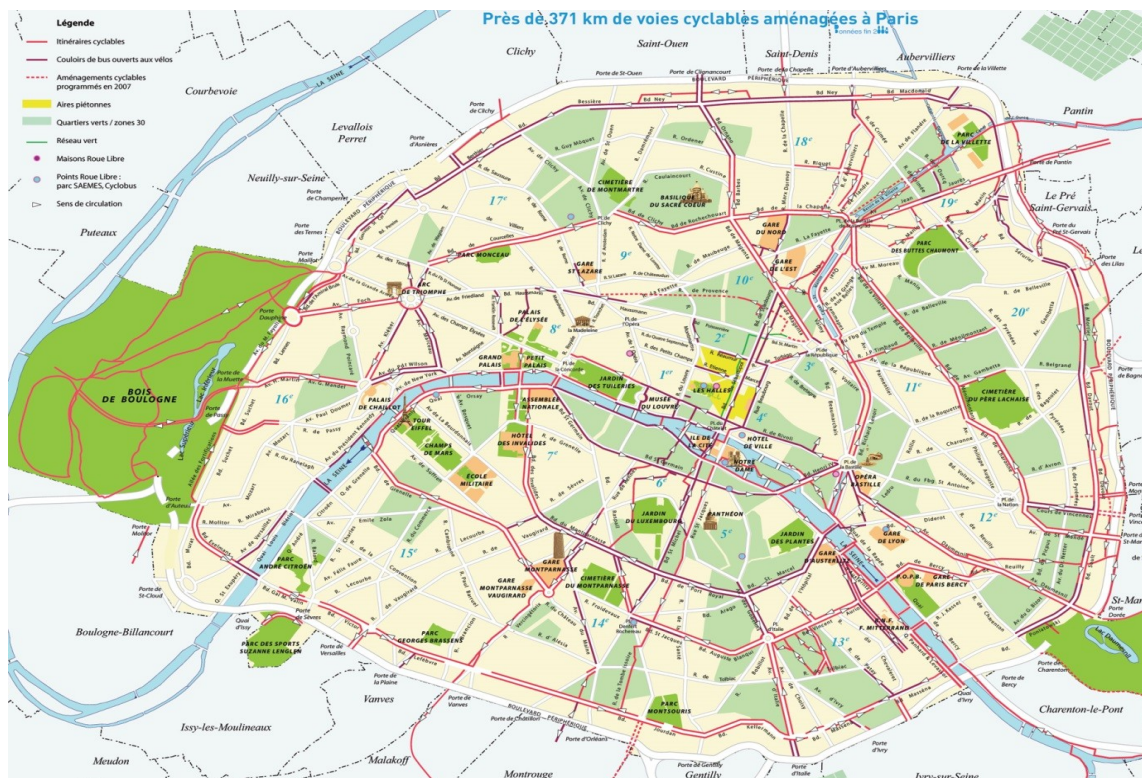
Ainsi, ce moyen de transport en essor remplacera peut-être d'ici quelques années les véhicules électriques qui se développent considérablement en Europe et plus particulièrement en France.

Maintenant, après avoir illustré quelques moyens de transport utilisant de l'énergie pour se déplacer au sein des villes et des agglomérations, il est essentiel de citer un moyen de transport urbain qui requiert uniquement de l'énergie humaine. Non ce n'est pas la marche à pied, quoique nécessaire aussi pour circuler en centre-ville, mais le vélo !

VELOS EN LIBRE SERVICE

Même si Rennes est la première ville française à instaurer, en 1998, un système de Vélo à la carte –nom du réseau-, on considère plutôt qu'à partir de 2005, l'implantation de vélos en libre-service s'est clairement développée dans les centres villes avec le réseau Vélo'v à Lyon et Villeurbanne. Deux ans plus tard, ce sont au tour des Vélo'agg à Montpellier, Vélib' à Paris, VéloCité à Besançon ou encore Cy'clic à Rouen de permettre une diversification des réseaux de transport dans les agglomérations. Aujourd'hui, 35 villes ou agglomérations bénéficient de ce système qui a permis de créer des pistes cyclables plus ou moins sécurisées dans ces villes. Par exemple, à Paris, plus de 317km de pistes ou bandes cyclables ont été mises en place depuis l'ouverture des stations Vélib'. Ci-dessous, la carte du réseau prouve bien cette volonté de la part de la capitale, de faire évoluer les habitudes urbaines vers des habitudes plus écologiques et rapides, du moins pour des trajets courts.

De plus, l'association de ce nouveau système de déplacement avec les nouvelles technologies s'est très bien faite. En effet, en plus de la gestion en temps réel du nombre de vélos par stations, des sites internet comme <http://vgps.paris.fr/> permettent aux utilisateurs de connaître précisément leur itinéraire avant leur départ. Ces itinéraires sont très bien détaillés et peuvent être déclinés selon 3 modes, « le plus court », « le plus sûr », et « le juste milieu ».



Voies cyclables aménagées à Paris

A l'étranger et plus précisément en Europe, le vélo en libre-service s'est aussi bien développé qu'en France. D'après un palmarès publié par Automobile club association en juin 2012 sur Challenge.fr, « Lyon la championne arrive devant Paris qui se place en 2^e position. Bruxelles termine sur le podium ». La quatrième place est assurée par la ville de Berlin, se classant juste devant Stuttgart et Luxembourg. Ce classement totalement inédit permet de découvrir qu'au sein de l'Europe, sur les 40 villes répertoriées, seules 4 sont françaises alors que 35 villes ou agglomérations françaises ont inauguré ce nouveau mode de transport. On peut donc supposer que le vélo en libre-service est implanté dans de nombreuses agglomérations et fonctionne très bien.

ADRESSE DE DÉPART

Gare saint lazare

ADRESSE D'ARRIVÉE

Place d'Italie, 75013 Paris, Fran

VOS ÉTAPES

» Ajouter une étape

VOS PRÉFÉRENCES

Le plus court

Le plus sûr

Le juste milieu

» Votre avis nous intéresse

Calculez votre itinéraire à vélo

FEUILLE DE ROUTE

Distance : 7.765 km

Temps : 31 à 47 min

Départ : Gare saint lazare

prendre Rue des Dames (73m)

prendre légèrement à droite Rue des Batignolles (36m)

prendre légèrement à droite Rue du Mont Doré (117m)

continuer sur la route (19m)

prendre à droite Boulevard des Batignolles (224m)

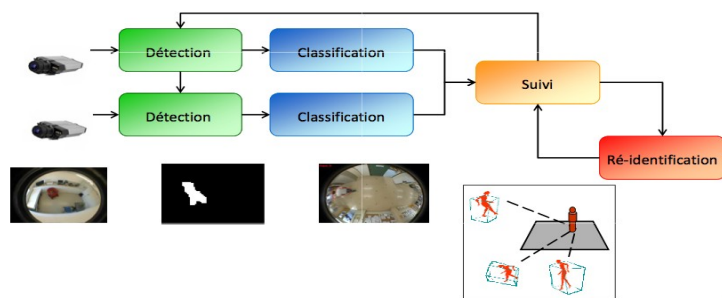
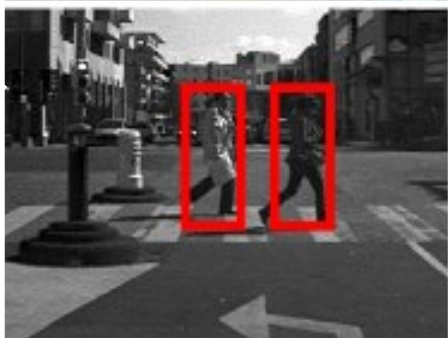
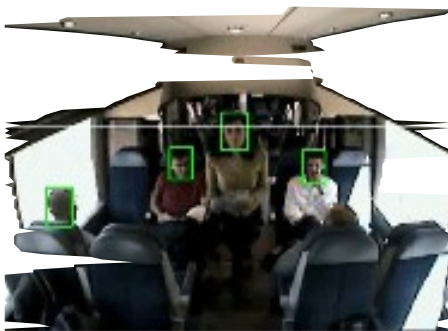
prendre à gauche

VERSION IMPRIMABLE >>

Calcul d'itinéraire à vélo dans Paris

2. La vidéo-surveillance

Le fait que seulement 10 % des flux vidéo sont visualisés en temps réel à cause du fond très dynamique (caméra embarquée, réflexion sur la pluie, vent...), capteurs de faible qualité, ou changement d'illumination brusque (lampe, lampadaire...), on utilise l'analyse informatique des flux en temps réel qui permet d'exploiter la totalité des caméras pour détecter un événement. L'analyse vidéo est capable d'indiquer en temps réel l'ensemble des objets mobiles passant devant une caméra et de les cataloguer par type en rapport avec leur couleur, taille, etc. Ces données ont facilement été exploitées dans le cadre d'une recherche de preuve. Une séquence animée est enregistrée comme un échantillonnage temporel de la scène. L'enregistrement d'un flux consiste en une suite d'images sous forme numérique qui peuvent se décrire par un ensemble fini de valeurs entières. Sachant cet ensemble de valeurs entières, par transformation de la fonction de l'échantillonnage on peut facilement détecter les incohérences d'une image, les défauts poussières, et finalement reconstruire les informations altérées. L'analyse vidéo recouvre principalement quatre thématiques : la détection, la classification, le suivi et la ré-identification.



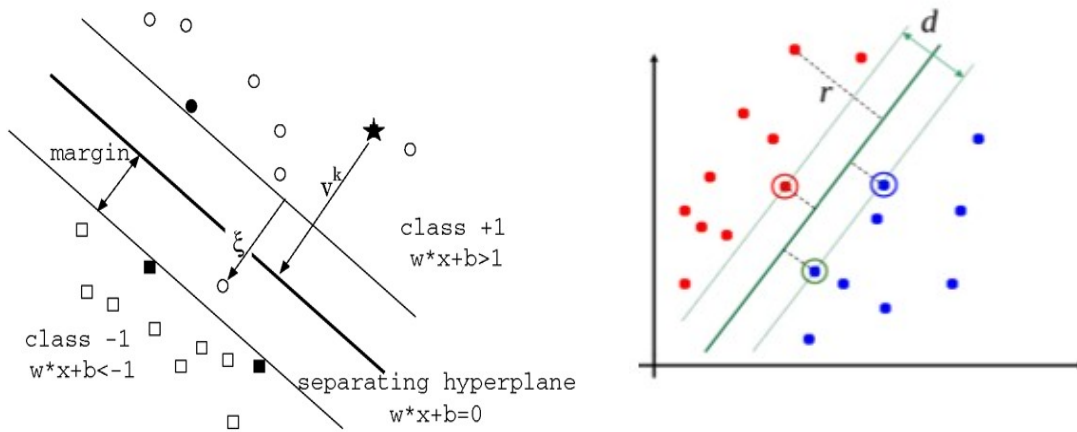
La classification d'objet s'agit d'apprendre les caractéristiques d'apparences ou de forme d'un type d'objets pour pouvoir les cataloguer.

Cette technologie est utilisée pour classifier des expressions faciales, des textures, ou encore détecter des intrusions ou reconnaître la parole en vidéo surveillance. Cela s'appelle le SVM (Support Vector Machines).

Explication mathématique de SVM:

On prend un classificateur linéaire, $y(x) = \text{signe}(wx+b)$, dans le cas séparable, on va considérer les points les plus près de l'hyperplan séparateur, vecteurs supports, pour tout point de l'espace, la distance à l'hyperplan séparateur est donnée par :

$$r = \frac{|\mathbf{w} \cdot \mathbf{x} + b|}{\|\mathbf{w}\|}$$



Pour limiter l'espace des possibles on considère que les points sont situés sur les hyperplans canoniques donnés par :

$$\mathbf{w} \cdot \mathbf{x} + b = \pm 1$$

Géométriquement, on voit que la distance entre les deux hyperplans, autrement dit la marge, est :

$$d = \frac{2}{\|\mathbf{w}\|}$$

Le problème revient à trouver $\|\mathbf{w}\|$ tel que d est maximale pour tous les points.

- pour la première classe : $\mathbf{w} \cdot \mathbf{x}_i - b \leq -1$
- pour la deuxième classe : $\mathbf{w} \cdot \mathbf{x}_i - b \geq 1$

Le problème peut s'écrire maintenant comme la minimisation de $\|\mathbf{w}\|$

Sous condition que :

$$y_i(\mathbf{w} \cdot \mathbf{x}_i - b) \geq 1.$$

De manière équivalente, on remplace par

$$\frac{1}{2} \|\mathbf{w}\|^2$$



Cette minimisation est possible, en utilisant la méthode de Karush Kuhn Tucker (KKT)

$$\left\{ \frac{1}{2} \|\mathbf{w}\|^2 - \sum_{i=1}^n \alpha_i [y_i (\mathbf{w} \cdot \mathbf{x}_i - b) - 1] \right\}$$

La condition de KKT est alors que le gradient de la fonction est égal à 0. Le problème peut donc encore s'exprimer sous forme duale comme la minimisation de :

$$W(\lambda) = \sum_{i=1}^N \lambda_i - \frac{1}{2} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N \lambda_i \lambda_j y_i y_j (x_i \cdot x_j)$$

Avec de nombreux algorithmes de la programmation quadratique comme SMO, SimpleSVM, LASVM, on peut alors trouver la solution w . Pour les données non linéairement séparables, l'idée est de reconsidérer le problème dans un autre espace de dimension supérieure, il est alors probable qu'il existe une séparatrice linéaire.

On applique donc au vecteur d'entrée X_i une transformation non linéaire, et on cherche alors l'hyperplan :

$$h(x) = w^T \phi(x) + w_0$$

En utilisant la même méthode, le problème s'exprime ainsi :

$$\tilde{L}(\alpha) = \sum_{k=1}^P \alpha_k - \frac{1}{2} \sum_{i,j} \alpha_i \alpha_j l_i l_j \phi(x_i)^T \phi(x_j)$$

Sous condition que :

$$\alpha_i \geq 0, \text{ et } \sum_{k=1}^P \alpha_k l_k = 0$$

Vu que la résolution ne s'appuie que sur le produit scalaire, de dimension élevée, ce qui est coûteux en termes de calculs, on applique la fonction noyau qui vérifie :

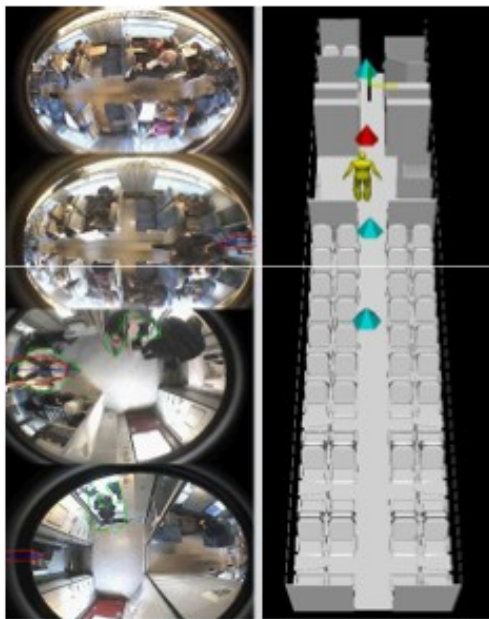
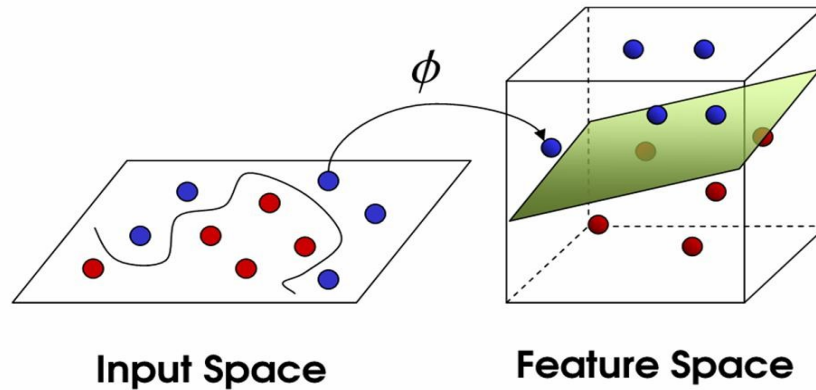
$$K(x_i, x_j) = \phi(x_i)^T \cdot \phi(x_j)$$

Maintenant l'expression de l'hyperplan séparateur en fonction de la fonction noyau devient :

$$h(x) = \sum_{k=1}^P \alpha_k^* l_k K(x_k, x) + w_0$$

Avec cette fonction, le calcul se fait donc dans l'espace d'origine, ceci est beaucoup moins coûteux qu'un produit scalaire en grande dimension.

Principle of Support Vector Machines (SVM)



Les principaux défis de la classification d'objet :

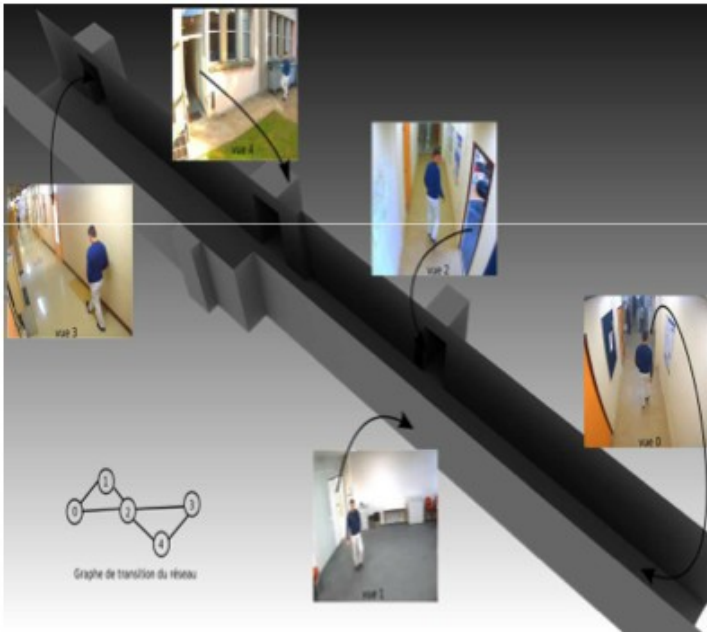
- Complexité algorithmique
- Temps de traitement
- Mise à jour et apprentissage dynamique
- Sensible à la position de caméra
- Résolution des objets dans l'image

Le suivi d'objets s'agit de réaliser un suivi de tous les objets présents dans la scène surveillée par un réseau de caméra.

Les deux approches principales sont :

- Suivi dans l'image (approche 2D)(points d'intérêt, régions en mouvement)
- Suivi dans la scène (approche 3D)(suivi de région détectée en mouvement, suivi à base de forme géométrique 3D)





Problématique

- Le suivi long terme
- Les variations colorimétriques dans un réseau étendu
- Le suivi multi-cibles
- Le traitement de zones à forte densité

La ré-identification s'agit d'établir le lien entre un objet que l'on a déjà vu et l'objet que l'on suit.

Les quatre approches principales sont :

- Classification
- Appariement de paires de signatures visuelles
- Modélisations spatiaux temporelles
- Suivi et ré-identification simultanée

Problématiques

- Variations colorimétriques entre caméras
- Variations de points de vues entre caméras
- Nombre importants de personnes à ré-identifier



Avec de nombreux outils d'analyse de flux vidéo en temps réel (par exemple Streams, ajouté par IBM, Sportscodé, le module MAG VIDEO...) on peut plus facilement gérer les flux vidéo, et ainsi assurer un meilleur suivi de l'information dans les Smart City.

III. LA GESTION DES BÂTIMENTS ET LA GESTION DE L'EAU

A) État de l'art

Les hommes ont dès le départ construit leurs bâtiments avec des composés naturels tels que la pierre, le bois, et la terre. Or depuis plus d'un siècle, les principaux matériaux utilisés pour la construction sont issus de l'industrie tels que les aciers et le ciment blanc. La reconstruction de l'Europe après la Seconde Guerre mondiale a déclenché une très forte expansion de cette architecture. En France, les constructions antérieures à 1950, que nous nommons bâti ancien, constituent un tiers du parc immobilier, un second tiers a été construit pendant les Trente Glorieuses et le dernier tiers depuis 1974.

En Europe le secteur du bâtiment est le plus grand consommateur d'énergie primaire (40% de l'énergie totale consommée). Il est également responsable de 40% des émissions totales de CO₂. Il est donc important de chercher des moyens pour améliorer ce secteur indispensable à l'être humain.

De plus, dans les années à venir, le secteur de la construction devra affronter le changement climatique et ses retombées sur les constructions. Il doit donc dès aujourd'hui se concentrer sur l'efficacité énergétique des bâtiments. Pour cela, il devra trouver des méthodes pour mesurer avec exactitude les propriétés thermiques des produits de construction et des bâtiments entiers.

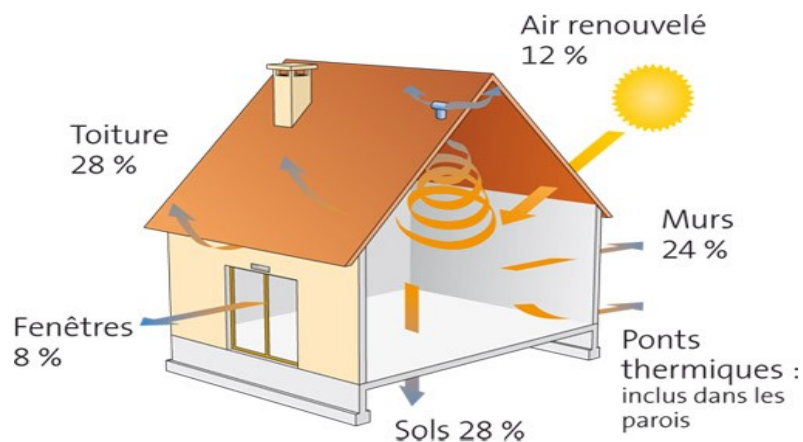


Schéma représentant les pertitions d'énergie dans une maison traditionnelle.

Afin d'appréhender au mieux ces changements, plusieurs normes ont déjà été instaurées en France, dans des villes de nombreux pays européens et même pour certaines au niveau international. C'est le cas, par exemple, des normes ISO qui s'appliquent aussi bien au secteur du bâtiment traditionnel qu'à celui du bâtiment innovant. Ces normes ISO permettent d'affronter les enjeux du développement durable (baisse de la pollution et performance énergétique : consommation et perte...) tout en contrôlant les exigences relatives à la performance technique et fonctionnelle. L'effort national pour mettre cette réglementation en vigueur est fort car le secteur du bâtiment est un secteur gourmand en énergie.

Les Bâtiments Basse Consommation (BBC) ont été créés dans les pays de l'Europe du Nord et elles se sont répandues dans de nombreux pays européens. La norme RT2012 plus connue sous le nom de BBC s'applique à partir du 1 janvier 2013 à toutes les nouvelles constructions que ce soit en individuel, en collectif ou encore en immeuble de bureaux. Elle a pour but d'augmenter, de façon non négligeable, les économies d'énergie. En effet, on parle de bâtiments basse consommation lorsque leur consommation d'énergie primaire ne dépasse pas à plus de 50 kWhEP/(m².an). Dans une maison basse énergie, la consommation se situe entre 50 et 60 % en dessous du niveau atteint par une maison classique. Cette réglementation thermique RT2012 a 3 objectifs principaux : assurer une efficacité énergétique du bâti tout en limitant la consommation énergétique du bâtiment et en assurant un confort plus particulièrement l'été dans les bâtiments non climatisés.

Les maisons basse consommation sont caractérisées par:

- Très faible consommation d'énergie → Intéressant aujourd'hui mais surtout demain
- Taux de rejets CO₂ très réduit → respect de l'environnement
- Perméabilité à l'air → renforcement de l'isolation
- Performance énergétique → plus-value

Instauré depuis 2005, en France, ce n'est que depuis janvier 2011 que le label BBC permet d'obtenir différentes aides au logement de la part de l'état. Afin de favoriser son développement.

Les maisons BBC sont à la base de débuts encourageant pour le futur du bâtiment de demain. Cependant, elles présentent encore quelques lacunes car leurs technologies ne leur permettent pas une totale absence de consommation. En effet, consommer moins c'est bien, mais ne plus consommer du tout, c'est mieux. Et demain ? La Réglementation Thermique ne s'arrête donc pas là. En 2020, la construction devra être encore plus économe grâce à la mise en application de la norme RT2020 (maison positive). Entre les deux, les constructions en passeront forcément par la maison passive.

Depuis peu, les maisons passives entrent sur le marché du bâtiment. Elles sont caractérisées par une absence de consommation de la maison et permettent donc un apport économique non négociable. Néanmoins, elles ne sont que très rares et se trouvent principalement dans les pays de l'Europe du Nord. Des maisons dites à énergie positive



arrivent elles aussi doucement sur le marché de l'immobilier. Ces maisons sont caractérisées par une production d'énergie supérieure à leur consommation.

Aujourd'hui plus que jamais les maisons ont besoin d'être connectée à la ville (Internet, réseau électrique) avec des débits toujours plus importants. En effet, là où hier les connexions avec l'extérieur étaient courtes, peu gourmandes et rares (téléphone, minitel), aujourd'hui les connexions en temps réel se multiplient avec toujours plus d'informations à envoyer. Nous voyons que les technologies présentes (principalement l'ADSL) ne sont plus suffisantes pour la quantité de données transitant de nos jours. La conception même de la ville et des habitations s'en retrouve chamboulée : câblage, antennes...

B) Les perspectives d'évolutions

1. Les interactions entre les différentes parties de la ville

Dans cette partie nous allons définir la Smart City non pas comme une ville mais plutôt comme un réseau. En effet, la ville sera définie par les diverses entités qui la compose et aura pour rôle de connecter ces dernières entre elles.

Quelles sont les entités à connecter ?

Comme dit précédemment, la ville est constituée d'entités, mais que sont-elles ? Elles sont diverses et correspondent à trois grands archétypes : les réseaux d'entreprise, les réseaux publiques et les réseaux personnels.

Les systèmes d'information

Aujourd'hui, chaque entreprise sérieuse doit conditionner son travail avec les réseaux. En effet, il est impossible de nos jours de se passer d'Internet au travail que ce soit pour les mails, les recherches d'information, la téléphonie (via la voie sur IP)...

La majorité des entreprises va être réticente à faire communiquer ses employés avec l'extérieur via un réseau qu'elles ne contrôlent pas. Internet fait peur, c'est pourquoi elles préfèrent connecter leurs employés à un Intranet maîtrisé et sécurisé.

Malgré tout, les ressources extérieures doivent être accessibles, l'Intranet va alors jouer le rôle de porte d'entrée et souvent de sas de sécurité. Le principal objectif est de contrôler les entrées (virus, chevaux de Troie...) mais aussi de contrôler les sorties (communications internes, espionnage...). Dans le premier cas, il faut comprendre qu'il est plus simple de sécuriser un serveur que tous les postes informatiques de l'entreprise. Dans le second cas, les fuites seraient soit d'ordre volontaire ou, plus souvent, des maladroites ; l'Intranet jouant alors le rôle de garde-fou. Dans les deux cas, on peut noter un manque de formation des employés.

La Smart City a un besoin primordial d'entreprises innovantes, où les richesses se créent, ainsi que de lieux de formation performants, où les savoirs se forment. Dans ces deux cas, il y a un besoin de réseaux performants vers l'extérieur qui sont fournis par la ville. La Smart City ne peut être considérée comme une ville seule, elle s'inscrit dans un réseau de Smart City connectées entre elles dans le monde.

La ville intelligente : une ville de capteurs

La Smart City aura pour but de fournir de nouveaux services à ses habitants, nous en avons étudié certains dans notre rapport (les transports publics, la vidéo surveillance, l'éclairage public automatique...). Ces services auront vocation à être autonomes, c'est à dire fonctionner sans intervention humaine, c'est pourquoi nous pouvons dire que la ville intelligente est une ville de capteurs. En effet, tout système d'information autonome se doit d'enregistrer des données brutes, les analyser et produire un résultat (qui pourra être exploité par l'homme ou comme entrée par d'autres systèmes d'information).

Ces capteurs sont des entités distinctes et disséminées dans l'ensemble de la ville. Elles peuvent prendre des formes et des positions très différentes les unes des autres ce qui oblige l'usage de technologies adaptables. Par exemple : des capteurs de luminosité au sommet des lampadaires, des capteurs de pression à l'entrée d'un parking, des caméras de surveillance apposées aux murs... Dans tous ces cas, nous avons besoin de faire remonter les informations à un serveur central capable de les analyser et à chaque fois, les réseaux pour y parvenir seront différents.

Les maisons intelligentes via la domotique

Le dernier archétype correspond aux habitations composant la Smart City. Ces dernières font partie intégrante de la ville, l'habitant, tout comme la ville, cherche à obtenir des données en temps réel. Pour cela, l'habitation est conçue de façon à faciliter l'installation d'un réseau privé permettant l'installation de capteurs ainsi que de moteurs.

Le but final de l'habitant est de pouvoir connaître et interagir avec son habitation. Pour cela, en plus d'un serveur analysant les données, la maison de la Smart City doit pouvoir communiquer avec le monde extérieur via l'Internet.

Une problématique reste en suspens : afin de communiquer avec l'extérieur, l'habitant doit pouvoir utiliser le réseau comme bon lui semble. Or, actuellement, en France, les opérateurs pratiquent le bridage et le filtrage pour des raisons de sécurité mais surtout pour des raisons économiques. De plus, le nombre restreint d'adresses IPv4 empêche à chaque équipement connecté au réseau d'être contacté (autrement que par des procédés spéciaux tel que le NAT). Le déploiement de l'IPv6 va permettre à chaque personne de pouvoir adresser n'importe laquelle de ses machines et ainsi de pouvoir bénéficier d'un meilleur réseau.

Les différentes technologies

À chaque utilisation sa technologie

Les diverses entités composant la Smart City oblige l'installation de technologies variées afin de couvrir les besoins spécifiques à chacune d'entre elles.

La technologie la plus courante est le DSL (Digital Subscriber Line). Son principal avantage est sa facilité d'installation et donc son coût. En effet, cette technologie exploite le réseau de téléphonie déjà implémenté dans la majorité des villes. Les deux principales familles de DSL utilisées sont l'ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line) et le SDSL (Symmetric Digital Subscriber Line).

L'ADSL, avec des débits descendants maximums de 24.0 Mbit/s et des débits montants maximums de 3.3 Mbit/s est adapté à l'usage des habitations dites normales. Dans le cas d'une maison intelligente, on remarque que l'envoi de données est constant. C'est pourquoi l'SDSL peut être une alternative avec des débits montants et descendants aux alentours de 2 Mbit/s. Certaines entreprises exploitent déjà l'SDSL en utilisant la technique

d'agrégation de lignes. Cette technique consiste à fusionner le débit de plusieurs lignes et ainsi approcher la vitesse de la fibre optique à moindre coût.

Mais le DSL cumule aussi les défauts :

- Un temps de latence important qui limite les possibilités de temps réel
- Une très mauvaise fiabilité due à l'utilisation de paires cuivrées non protégées des interférences.
- Une chute importante de débit en cas d'éloignement des équipements actifs de l'opérateur.

Le principal concurrent au DSL dans le cadre de l'utilisation des entreprises et des particuliers est la fibre optique. Cette dernière permet des débits très élevés (de 100 Mbits/s à plus de 1,6 Gbits/s), une très faible latence (moins de 5ms), une parfaite résistance aux interférences, le tout sur des distances incroyables (plusieurs milliers de kilomètres).

Mais contrairement au DSL, la fibre optique nécessite une installation qui peut coûter très cher à cause des travaux publics nécessaires, en particulier les modifications sur la chaussée.



Une fibre optique

Les Smart City ont tout intérêt à intégrer les fourreaux de fibre optique lors de chaque intervention de génie civil afin de réduire les coûts de déploiement.

Enfin, concernant les entités mobiles ou positionnées hors de portée des câbles, les réseaux sans fils comme les réseaux mobiles (GPRS General Packet Radio Service, UMTS Universal Mobile Telecommunications System, HSPA High Speed Packet Access...) permettent des communications lentes et de mauvaise qualité.

Un afflux de nouvelles technologies

Afin de faciliter la mobilité dans la Smart City, une nouvelle technologie a émergé dans les réseaux mobiles : la LTE, pour Long Term Evolution. Cette dernière permet des débits théoriques de 300 Mbit/s en descendant et de 75 Mbit/s en montant. En pratique ces débits diminuent avec l'éloignement de l'antenne, le mouvement du terminal, ainsi que le nombre de terminaux connectés à l'antenne... Mais cette nouvelle norme permet quand même d'envoyer des flux vidéos HD depuis une caméra de vidéo-surveillance par exemple ce qui n'était pas le cas avec les précédentes normes.

Comme dit précédemment, la fibre optique est une solution de choix pour les nouvelles Smart City. Les villes plus anciennes et évoluant rapidement ont besoin de technologies permettant de faire interagir leurs entités avec le réseau. Pour cela, un nouveau protocole de transmission de données via le réseau téléphonique a été mis en place : le VDSL2 (Very high speed Digital Subscriber Line 2) avec des débits en full-duplex (débits identiques en montant et en descendant) maximum de 100 Mbit/s. Souffrant des mêmes problèmes cités ci-dessus, le VDSL2 permet, sans changement d'infrastructure et pour un coût moindre, d'atteindre les mêmes débits que la fibre optique. En France, l'ARCEP (Autorité de Régulation des Communications Électroniques et des Postes) vient d'officialiser le déploiement de ce nouveau protocole en avril dernier, le premier opérateur compatible étant OVH.

Mais certaines entreprises demandent encore plus : aucun changement d'infrastructure, des débits élevés, une latence faible et peu de coûts. Une solution cumule tous ces avantages.

Avec une antenne hertzienne telle que celle-ci (une NanoStation), il est possible d'établir une liaison point à point (en ligne de vue) à 100 Mbits/s en full-duplex sur une quinzaine de kilomètres avec une latence de moins de 10ms pour un prix de 80 euros par antenne. Des équipements plus évolués existent tels que les antennes Air Fiber (3000 euros) pouvant réaliser des liaisons point à point jusqu'à 1,6 Gbits/s. Malheureusement, la législation française empêche d'atteindre de tels débits avec des limitations sur la puissance maximale à la sortie de l'antenne (< 1W).



Une antenne NanoStation

L'exemple de la Smart Grid

Un contexte : la distribution d'électricité

La Smart Grid correspond non pas à un réseau de données mais au réseau de distribution d'électricité intelligent de la Smart City. Ce réseau a pour but de mieux gérer les différentes sources d'énergie de la ville (nucléaire, photovoltaïque, éolien...) ainsi que leur transport.

La dimension écologique n'est pas à négliger. En effet, les technologies actuelles ne nous permettent pas de stocker une quantité importante d'électricité. Il est donc utile de ne produire que la quantité nécessaire. De plus, le transport d'électricité engendre de nombreuses pertes. Pour les États-Unis, un réseau électrique plus efficace de 5 % correspondrait à une économie en gaz à effet de serre équivalant à 53 millions de voitures ainsi qu'une économie financière de plusieurs dizaines de milliard de dollars.

La Smart City va multiplier les sources d'énergie et en particulier celle provenant des habitants comme les toits photovoltaïques. La Smart Grid va avoir pour objectif de contrôler ces différentes sources et de les introduire dans le réseau principal. L'avantage est de pouvoir obtenir une production plus proche du client afin de diminuer les distances et ainsi les pertes.

Une technologie : le CPL

Le CPL pour Courant Porteur en Ligne permet de superposer au courant électrique un signal de plus haute fréquence afin d'y faire transiter des données. Cette technique profite des mêmes avantages que le DSL, en effet, les installations électriques sont présentes partout et il est très facile de les utiliser. Le principal désavantage est le même que le DSL : comme le réseau n'est pas prévu pour cette utilisation, les pertes sont importantes (pas de blindage, interférences...). La solution consiste à installer à des distances fixes des relais actifs permettant de préserver la connexion sur de longues distances.

Le CPL est très utilisé par les compagnies électriques pour faire transiter des données de contrôle. La deuxième solution consiste à installer des fibres optiques aériennes afin de bénéficier d'un meilleur réseau.

Une application novatrice à Lyon utilise le CPL afin d'envoyer des informations à l'éclairage public. Les couleurs des LED qui le constitue peuvent être changées à distance via un poste de contrôle.

Un exemple d'application : Linky



Le compteur intelligent Linky

Linky, le compteur intelligent d'ERDF (Électricité Réseau Distribution de France) est un point clé de la nouvelle Smart City. En effet, l'installation d'un matériel intelligent dans les habitations décuple les possibilités :

- Gestion des données de consommation en temps réel.
- Collecte d'informations statistiques afin d'améliorer le réseau et la distribution
- Détection des pannes

Bien entendu, les réactions ne sont pas forcément positives. En effet, outre le prix du compteur qui augmente légèrement la facture, les habitants ont peur pour leurs données personnelles. En effet par exemple, la consommation en temps réel d'une personne peut permettre de déterminer si elle occupe ou non son logement. Suite à ces remarques, ERDF s'est mis en relation avec la CNIL pour proposer des solutions de chiffrement pour protéger la vie privée.

2. Un système de télé-relevage de la consommation d'eau

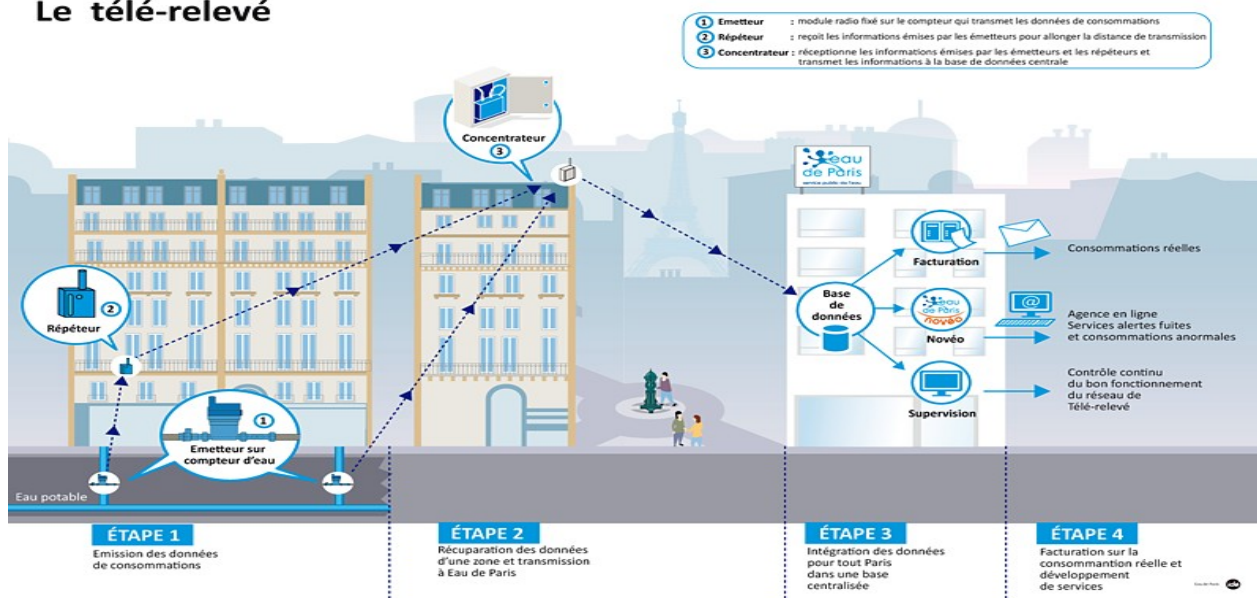
SFR Business Team et Ondeo Systems, filiale de la Lyonnaise des Eaux (Groupe Suez Environnement) collaborent pour mener des recherches prospectives sur les Smart City. Dans la lignée du projet EDF de déploiement du compteur intelligent Linky pour l'électricité, SFR Business et Ondeo vont développer une solution de télérelève universelle et un réseau télécoms M2M (machine à machine) unique.

De plus, fort de son savoir-faire IT (notamment son expertise dans le Machine to Machine), la division BtoB de l'opérateur va s'appuyer sur un spécialiste de la télérelève des fluides (eau, gaz, etc.). En effet, dans le domaine de la télérelève, Ondeo Systems exploite déjà une solution interopérable (1,5 million de compteurs télérelevés vendus en Europe).

Le sujet devra prendre en compte l'urbanisation croissante, la raréfaction des ressources et l'usage des nouvelles technologies de l'information et de la communication. Les données télérelevées seront transmises directement et automatiquement à un ordinateur central, pour permettre d'associer les données extraites d'un compteur intelligent à un système de facturation par exemple.

Pour promouvoir ce type de solutions à l'international, SFR compte s'appuyer sur un réseau d'opérateurs partenaires via Network Team (Vodafone, Verizon, Etisalat, Maroc Telecom, Tata Communications).

Le télé-relevé



3. Les bâtiments de demain

Depuis quelques années, de nouvelles sortes de maisons sont arrivées sur le marché de la construction. Ces maisons visent à atténuer et améliorer le secteur du bâtiment d'un point de vue énergétique. En effet, il est le plus grand consommateur d'énergies primaires et il est responsable de 40% des émissions totale de CO₂. De plus, ces nouveaux bâtiments cherchent à appréhender les changements climatiques futures en atténuant leur dépendance énergétique actuelle. Il est important de rappeler, que, des bâtiments qui ne consomment pas, ou peu, offrent un gain financier non négligeable à son habitant. Car «des bâtiments performants font les investissements performants».

Le bâtiment tertiaire est donc en train de vivre une petite révolution. Moins gourmand en énergie il offre des conditions de travail agréables tout en étant facile d'accès. Le bâtiment de demain devra satisfaire des exigences à la fois environnementales et économiques sans impacter le confort. Tous les codes s'en trouvent bouleversés, aussi bien les logiques de conception que les choix techniques ou encore les habitudes des occupants.

Cette volonté de créer des bâtiments novateurs est accompagnée par des nouvelles technologies remarquables. En effet, des représentations graphiques permettent de consulter des données relatives aux environnements de bâtiment, telles que l'atmosphère, l'éclairage et autres variables contrôlables. Ces informations permettent ainsi de choisir au mieux les matériaux de construction à utiliser en fonction de l'environnement de la maison.

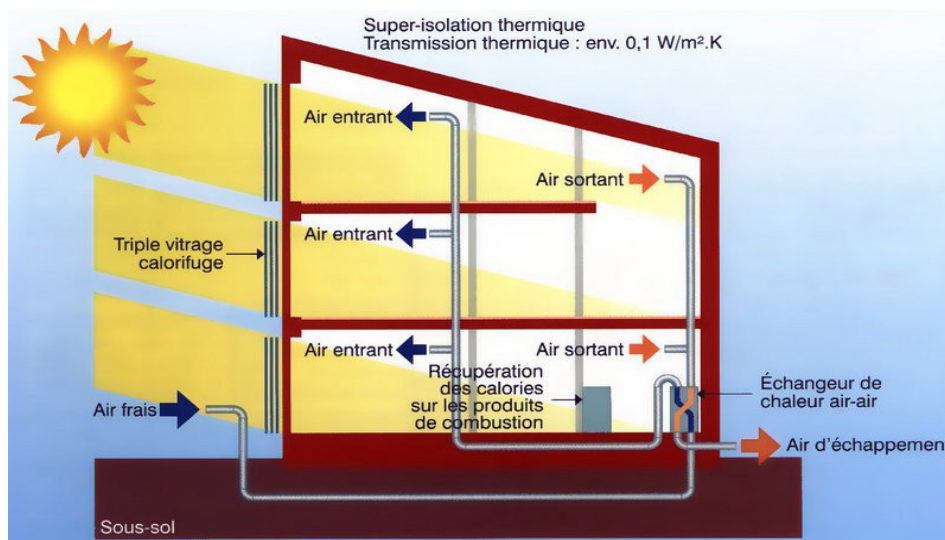
Les acteurs concernés sont alors amenés à se poser de nouvelles questions :

- Quelles techniques constructives ?
- Quel confort et quelle qualité de vie dans ces futurs bâtiments ?

Les Maisons Passives ou Passivhaus

Le concept de la Maison passive est que la chaleur dégagée par l'intérieur de la maison (occupants, appareils électriques) et celle apportée par l'extérieur (énergie solaire) suffit à chauffer l'habitation.

Un bâtiment qui ne perd pas la chaleur interne n'a donc pas ou peu besoin de chauffage pour rester agréable à vivre. En effet, cet habitat est tellement bien isolé qu'un chauffage classique est superflu. Par conséquent, comparée à une simple maison respectant les normes thermiques actuelles (ex : normes BBC), une maison passive répond à une démarche bioclimatique et est écologique car elle économise de l'énergie. La dépense énergétique, pour le chauffage, est quatre fois moindre que celle d'une maison respectant la réglementation thermique de 2005 et 10 à 15 % fois moindre qu'un bâtiment pré-existant. Comment est-ce possible ? Ceci est possible grâce à l'installation de baies vitrées, là où le soleil donne, et en stoppant la perméabilité à l'air sur les façades froides exposées aux vents dominants. Le chauffage de la maison est, quant à lui, alimenté par la chaleur dégagée par l'activité humaine dans la maison.

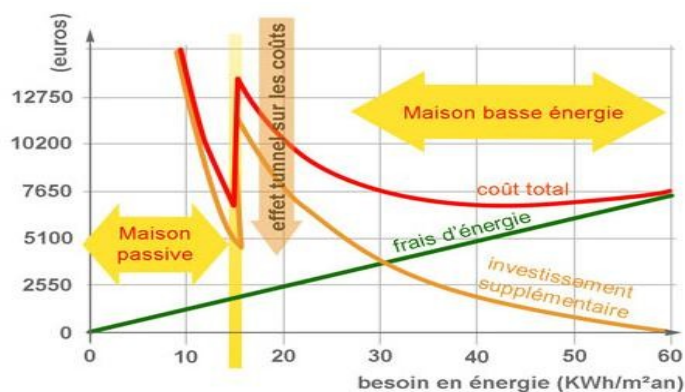
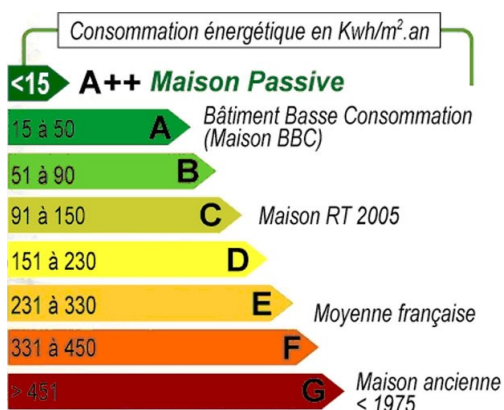


Le fonctionnement d'une maison passive.

Afin d'avoir une maison certifiée maison passive, cette dernière doit répondre à des critères précis, imposés par le Passivhaus Institut. En effet, construire une maison passive requiert un investissement important car il nécessite des matériaux de pointe et de qualité : triple vitrage avec une menuiserie particulière, une excellente étanchéité, une ventilation qui chauffe l'air frais amené de l'extérieur...

Le standard européen "Maison Passive/Passivhaus" s'impose chaque année davantage. Il existe environ 1 000 maisons passives en France et plusieurs milliers chez nos

voisins allemands. Il en existe aussi de nombreuses en Suède, en Suisse, en Belgique, en Italie et au Danemark. Au niveau international il existe une association l'International Passive House Association (IPHA) qui tente d'informer des initiatives de cette norme au monde entier. À l'avenir, tous les bâtiments devront se rapprocher de la performance "passive".



Le LifeCycleTower One est un bâtiment innovant de 8 étages et haut de plus de 80m, à usage de bureaux, passif. Il sera livré à la fin du mois d'août 2013 à Dombirn en Autriche, par une entreprise Autrichienne spécialisée dans la construction durable. Il a été construit, pour l'essentiel, en bois. Avec ses performances en matière d'isolation thermique, d'étanchéité à l'air, de ventilation, de chauffage solaire passif et de consommation énergétique réduite, le bâtiment est conforme aux critères exigés dans le domaine de l'habitat passif.

Les bâtiments à énergie positive

Un bâtiment à énergie positive se rapproche d'une construction passive à laquelle on aurait ajouté toute une série de dispositifs visant à produire de l'énergie tout en réduisant la consommation d'énergie et le rejet de CO₂. Une des volontés du bâtiment de demain est qu'il devienne auto-suffisant. C'est le cas des bâtiments dit à énergie positive. Un bâtiment à énergie positive est un bâtiment qui produit plus d'énergie qu'il n'en consomme. Il est donc autonome énergétiquement. En effet, il est capable d'autoproduire ses besoins en chauffage mais également ses besoins en électricité.





Les principaux critères et objectifs d'une maison à énergie positive sont :

- Limitation des consommations d'énergie des appareils ménagers
- Plus de fuites d'air
- Performances énergétiques
- Exploitation des énergies renouvelables,
- Équipement en moyens de captage (panneaux solaires, ...)
- Récupération et utilisation optimales des eaux pluviales
- Facile d'accès.
- Un environnement confortable et sûr
- Faciliter les comportements éco-responsables.
- Qualité architecturale et urbaine,
- Apporter l'énergie pour le transport des utilisateurs,

La difficulté des bâtiments à énergie positive réside dans le fait qu'ils doivent consommer moins pour produire plus. En effet, il leur faut consommer moins qu'un Bâtiment Basse Consommation (BBC) et produire suffisamment d'énergie pour que le solde soit positif. Il est désormais possible de réduire fortement les dissipations d'énergie d'un bâtiment lors de sa construction. Le choix des matériaux est primordial car ils sont à la base de ce processus d'autosuffisance. En effet, une bonne isolation thermique au niveau des murs, des sols et de la toiture est à la base d'une baisse des dissipations d'énergie. De plus la pose de fenêtres à triple vitrage, de tuiles photovoltaïques et d'un système de ventilation double flux sont aussi indispensables. Comme pour toute maison écologique, le choix de l'orientation de la maison est une étape incontournable pour pouvoir bénéficier au maximum des apports solaires. Car en effet, l'auto-suffisance des bâtiments se traduit aussi par l'utilisation des énergies renouvelables, naturelles, inépuisables et gratuites. Ces énergies sont utilisés pour chauffer, rafraîchir ou encore produire de l'électricité. Pour cela, l'installation d'équipements de récupération de chaleur ou d'énergie sont indispensables.

Les différents équipements permettant de produire de l'énergie sont : les panneaux solaires photo-voltaïques, les pompes à chaleur air/eau, les chauffe-eau solaire , les éoliennes, etc.

Le problème majeur qui freine la banalisation de cette nouvelle sorte de bâtiment est bien-sûr celui du financement. En effet, il représente un coût 15 à 30% supérieur que celui engendré par une construction classique. Cependant, en France des aides locales ou des subventions régionales peuvent vous être attribuées afin de favoriser la réalisation de tel projet.



Il est néanmoins important de préciser que même si ce projet engendre une dépense importante, cette dernière se verra comblée par des économies futures. En effet, les bâtiments à énergie positive sont des investissements d'avenir car ils consomment très peu d'énergie et permettent donc à l'occupant de réduire fortement ses dépenses de chauffage et d'eau chaude. De plus, la maison produit de l'électricité photovoltaïque dont la vente à EDF génère un revenu annuel de 1500 à 2000 € selon la situation géographique et l'orientation de la maison. Le contrat de vente de cette électricité est garanti par EDF sur une durée de 20 ans. L'avantage est que seul le propriétaire de la maison peut interrompre le contrat de vente. Par conséquent, le surcoût de l'investissement initial peut être rentabilisé entre 5 et 10 ans. Cependant, en France, le groupe EDF est contraint et forcé, par l'état, d'acheter cette énergie supplémentaire fournie par les bâtiments à énergie positive. Cette obligation s'explique par une volonté de l'état d'encourager les français à se lancer dans une démarche environnementale en les incitant à construire des maisons à énergie positive ou bien à rendre leur maison déjà existante moins polluante. Or, une fois rachetée, cette énergie est perdue. En effet, EDF ne sait pas réutiliser cette infime quantité d'énergie qui est alors stockée dans le sol.

Un inconvénient des bâtiments à énergie positive actuel, est que sur un bilan annuel, le bâtiment peut être considéré comme consommant zéro-énergie. Or, ce n'est pas le cas dans la pratique. En effet, un bâtiment ne peut pas être totalement autonome en permanence. L'été, il produit un surplus d'énergie qui est stocké sur des réseaux mais l'hiver, il consomme plus qu'il ne produit.

Une amélioration future de ce bâtiment de demain serait que EDF trouve un moyen afin de pallier cette incapacité de réutilisation d'énergie. En effet, dans les années à venir d'ici 2020 tous les nouveaux bâtis seront à énergie positive. Par conséquent, chaque bâti produira un peu d'énergie. Il est important un moyen de trouver une solution pour pallier à ce problème car le cumul de toutes ces énergies ne sera donc pas négligeable. Il sera donc impensable de continuer à perdre cette énergie. Des moyens de réutilisation devront donc être inventés. Dans un monde où la consommation d'énergie est la principale préoccupation de demain.

Parmi les exemples les plus significatifs des bâtiments à énergie positive se trouve le Green Office de Bouygues Immobilier situé à Meudon. C'est le premier bâtiment à énergie positive construit en France. S'étalant sur une surface de 23 000 m², ce bâtiment produit plus d'énergie qu'il n'en consomme. Il est composé d'une isolation performante. De plus, il est rafraîchi par une ventilation naturelle et est chauffé par une chaudière biomasse alimentée par une centrale photovoltaïque. Ce bâtiment est un modèle énergétique, économique et écologique.



Concernant le domaine particulier, la maison nymphéa, construite en 2010, est une maison à énergie positive. Elle est capable de produire plus d'énergie qu'elle n'en consomme grâce à une bonne isolation du bâti et en puisant dans les énergies naturelles et renouvelables notamment le photovoltaïque. C'est donc une maison conçue en accord avec la nature, respectueuse de l'environnement et productrice d'énergie.

• CONCLUSION

De nombreuses municipalités se tournent aujourd'hui vers le concept de Smart City afin d'évoluer et devenir un lieu dans lequel il fait bon vivre, travailler et grandir. Les solutions de ville intelligente exploitent donc la puissance de l'informatique pour fournir plus efficacement des services de meilleure qualité aux citoyens, mais également pour induire des changements de comportement chez les employés du secteur public, les entreprises et les citoyens, afin de favoriser le développement durable des agglomérations.

Une ville devient « intelligente » lorsque toutes les composantes de son infrastructure et ses services publics sont numériquement connectées et optimisées. L'infrastructure intelligente de la ville est alimentée par trois technologies essentielles, qui partagent en permanence des données concernant l'environnement et les citoyens: les capteurs, le Cloud et les interfaces intelligentes. Les caractéristiques essentielles des villes intelligentes sont donc une gestion d'énergie intelligente, une mobilité intelligente, un environnement intelligent, un mode de vie intelligent et des habitats intelligents. Dans une ville intelligente, l'utilisation des différents services est centrée sur une infrastructure en réseau, afin d'améliorer et d'autoriser un développement social, culturel et urbain. Aussi les principaux services fournis dans une ville concernent la sûreté publique, les transports (voitures connectées et transports publics), la gestion des services d'utilité publique (distribution de l'électricité, de l'eau et du gaz) et la santé, entre autres.

Avec la création des Smart City, tous les aspects de la ville sont voués à des changements. En effet, les transports se veulent plus sûrs et moins polluants, les bâtiments moins gourmands en énergie, les énergies plus performantes tout en respectant l'environnement. De plus, tous ces changements se trouveront accompagnés d'une technologie de plus en plus révolutionnaire visant à améliorer la communication entre les différents acteurs de la ville. En effet, les réseaux sont essentiels à la création des Smart City, ils vont donc se densifier et permettre une meilleure gestion de la ville.

Étant de futurs ingénieurs, se questionner sur la ville de demain a été pour nous une démarche bénéfique car nous en serons prochainement les futurs acteurs. En effet, nous avons pu découvrir de nouvelles technologies ou des ébauches de ces dernières visant à améliorer les villes tant sur un point de vue économique que environnemental. Comme l'illustre l'annexe, la ville de demain doit donc allier confort et durabilité afin de permettre à ses habitants de voir leur quotidien amélioré et facilité.

• BIBLIOGRAPHIE

Introduction :

<http://www.smartcity.fr/>

Mobilité :

http://fr.wikipedia.org/wiki/P%C3%A9age_urbain.fr

www.lejdd.fr

<http://www.ecoloinfo.com>

<http://lehavre.fr/actualites/port-du-havre-les-travaux-de-la-plateforme-multimodale-sur-les-rails>

http://fr.wikipedia.org/wiki/Plate-forme_multimodale

<http://www.grand-dijon.fr>

<http://collectivites.edf.com/territoires-durables/mobilite-electrique/edf-acteur-de-la-mobilite-de-carbonee-48834.html>

https://fr.wikipedia.org/wiki/Personal_Rapid_Transit

http://fr.wikipedia.org/wiki/Liste_des_syst%C3%A8mes_de_v%C3%A9los_en_libre-service_en_France

<http://www.challenges.fr/transports-et-defense/20120628.CHA8196/classement-40-villes-d-europe-championnes-du-velos-en-libre-service-lyon-devant-paris-strasbourg-a-la-traine.html>

Éclairage public :

<http://www.cleantechrepublic.com/2010/09/16/luci-villes-eclairage-public-durable/>

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

http://www.actu-environnement.com/ae/news/etde_solutions_eclairage_public_pollution_lumineuse_energie_8182.php4

http://www.notre-planete.info/actualites/actu_3267_consommation_eclairage_communes.-php

Vidéo-surveillance :

<http://public.dhe.ibm.com/common/ssi/ecm/en/gps03003usen/GPS03003USEN.PDF>

http://www.iaurif.org/fileadmin/Etudes/etude_534/Synthese_video_esp_public.pdf



<http://fr.wikipedia.org/wiki/Vidéosurveillance>

Énergie :

<http://www.cea.fr/energie>

<http://www2.ademe.fr/servlet/KBaseShow?sort=-1&cid=96&m=3&catid=12615>

<http://www.developpement-durable.gouv.fr/Chiffres-cles-de-l-energie.html>

http://www.notre-planete.info/actualites/actu_3718_energies_renouvelables_Europe.php

<http://www.changement-climatique.fr/consequences-environnementales-changement-climatique.php>

<http://www.planete-energies.com/fr/energie-et-environnement/rechauffement-climatique/les-consequences-du-rechauffement-climatique-141.html>

<http://www.changement-climatique.fr/consequences-geopolitiques-changement-climatique.-php>

http://www.energies-renouvelables.org/energies_renouvelables.asp

<http://www.planete-energies.com/fr/l-energie-au-quotidien/economiser-l-energie/adopter-les-gestes-verts/economiser-l-energie-quelques-exemples-200085.html>

<http://www.energienouvelable.org/hydrogene.html>

<http://www.energienouvelable.org/pileacombustible.htm>

<http://www.iter.org/fr/accueil>

<http://gteinfo.secondes.info/tour-solaire/>

Bâtiment :

http://www.iso.org/iso/fr/home/news_index/news_archive/news.htm?refid=Ref1685

<http://www.vivexpo.com/salon-eco-habitat/dossier-bati-ancien-rehabilitation-ecologique-3-etat-art-05-10.php>

http://www.iso.org/iso/fr/iso_technical_committee?commid=54740

<http://www.lamaisonpassive.fr/spip/spip.php?article61>

<http://www.lamaisonpassive.fr/spip/spip.php?article16>

http://www.iso.org/iso/fr/home/news_index/news_archive/news.htm?refid=Ref1685

<http://www.vivexpo.com/salon-eco-habitat/dossier-bati-ancien-rehabilitation-ecologique-3-etat-art-05-10.php>

http://www.iso.org/iso/fr/iso_technical_committee?commid=54740



<http://www.maison-kokoon.fr/blog/maison-bois-kokoon/>

<http://www.cstb.fr/actualites/dossiers/vers-des-batiments-a-energie-positive.html>

<http://www.gdfsuez.com/engagements/recherche-et-innovation/ville-batiment-de-demain/>

<http://b2b-energies.ubigreen.com/articles/bepos-bbc-constructions-passives-differences>

http://www.economie-positive.be/portail_contenu.php3?id_article=738

<http://www.ecolopop.info/2013/03/lifecycle-tower-one-un-prototype-dimmeuble-en-construction-passive/16320>

Eau :

<http://www.itespresso.fr/smart-city-sfr-business-team-suez-environnement-veulent-mieux-gerer-eau-63293.html>

<http://www.schneider-electric.fr/sites/france/fr/solutions-ts/enjeux-de-l-energie/Smart-City.page>

<http://www.hitachi.com/products/smartcity/smart-infrastructure/water/system.html>

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

• CRÉDITS D'ILLUSTRATIONS

Énergie :

1^{ère} image : <http://referentiel.nouvelobs.com/file/5743036-des-scientifiques-s-alarment-de-l-acidification-rapide-de-l-ocean-arctique.jpg>

2^{ème} image : <http://www.notre-planete.info/actualites/images/energie/ENR.jpg>

3^{ème} image : http://www.google.fr/imgres?imgurl=http://www.ecosources.info/images/energie_transport/biocarburant_troisieme_generation.jpg&imgrefurl=http://www.ecosources.info/dossiers/Biocarburant_de_troisieme_generation&h=278&w=360&sz=34&tbnid=ZeR0MsQ7nRVJ-M:&tbnh=97&tbnw=125&zoom=1&usg=__bvKAt_genkEsTA6518IENjscW60=&docid=S-HDvHzSpHox9M&sa=X&ei=5Y60UbzW-KY6S0AXa0YFw&ved=0CDcQ9QEwAQ&dur=176

4^{ème} image : http://www.google.fr/imgres?q=voiture+hybride&hl=fr&biw=1034&bih=751&tbnid=Q5542Rwx-t7cqM:&imgrefurl=http://sesvaugelas.webnode.fr/news/les%2520voitures%2520hybrides%2520sont-elles%2520une%2520alternative%2520aux%2520voitures%2520%25C3%25A0%2520essence%2520-1/&docid=E9J_aeDubNbhgM&imgurl=http://files.sesvaugelas.webnode.fr/200000020-e82dae9277/mediadownload.jpg&w=1142&h=696&ei=lbmtUfPYBoaW0QW8p4CoAw&zoom=1&iact=hc&vpx=512&vpy=15&dur=407&hovh=159&hovw=276&tx=113&ty=97&page=3&tbnh=146&tbnw=266&start=37&ndsp=23&ved=1t:429,r:39,s:0,i:286

5^{ème} image : <http://www.energie-online.fr/schemas/transport/voiture-hydrogene.jpg>

6^{ème} image : <http://www.energie-online.fr/schemas/efficience/pileacombustible.jpg>

7^{ème} image : http://www.google.fr/imgres?um=1&sa=N&rlz=1C1SKPL_enFR486FR486&hl=fr&biw=1600&bih=799&tbnid=dTIkBLDo3VW96M:&imgrefurl=http://bfs-france.com/&docid=LDJt1aEbv4FefM&imgurl=http://bfs-france.com/imagenes/usinehome.jpg&w=549&h=281&ei=epG0UeaLM-X40gWr4YFo&zoom=1&iact=rc&dur=375&page=1&tbnh=143&tbnw=281&start=0&ndsp=38&ved=1t:429,r:0,s:0,i:84&tx=134&ty=103

8^{ème} image : <http://www.latribune.fr/getCrop.php?ID=2871019&ext=jpg&W=770&H=380&ptr=0>

9^{ème} image : <http://www.iter.org/img/resize-350-90/www/content/com/Lists/WebsiteText/Attachments/47/in-cryostat%20overview%20130116.jpg>

Mobilité :

1^{ère} image : <http://www.notre-planete.info.fr>

2^{ème} image : <http://www.lethist.lautre.net/lyon-satolas.htm>

3^{ème} image : <http://www.ultraglobalprt.com/stop-traffic/>



4^{ème} image : <http://www.parisavelo.net/export.php>

5^{ème} image : <http://vgps.paris.fr/>

Vidéo-surveillance :

1^{ère} image : http://www.gipsa-lab.grenoble-inp.fr/summerschool/gpu/fichiers/Summer-SchoolGPU_MVasiliu.pdf

2^{ème} image : http://www.gipsa-lab.grenoble-inp.fr/summerschool/gpu/fichiers/Summer-SchoolGPU_MVasiliu.pdf

3^{ème} image : http://en.wikipedia.org/wiki/Support_vector_machine

4^{ème} image : [http://www.m8j.net/\(All\)Geometry%20of%20Support%20Vector%20Machines](http://www.m8j.net/(All)Geometry%20of%20Support%20Vector%20Machines)

5^{ème} image : http://www.gipsa-lab.grenoble-inp.fr/summerschool/gpu/fichiers/Summer-SchoolGPU_MVasiliu.pdf

6^{ème} image : <http://www.imtech.res.in/raghava/rbpred/algorithm.html>

7^{ème} image : http://www.gipsa-lab.grenoble-inp.fr/summerschool/gpu/fichiers/SummerSchoolGPU_MVasiliu.pdf

Bâtiment :

1^{ère} image : <http://directindustry.fr>

2^{ème} image : <http://wisp.net.au>

3^{ème} image : <http://greenunivers.com>

4^{ème} image : <http://www.ma-maison-container.fr/blog/logement-bbc-basse-consommation/>

5^{ème} image : <http://www.ecocitoyen-grenoble.org/spip.php?article178>

6^{ème} image : http://www.passiveo.com/construction_passive.php

7^{ème} image : <http://www.lamaisonpassive.fr/spip/spip.php?article61>

8^{ème} image : <http://www.ldt.fr/>

9^{ème} image : <http://www.maison-bepos.com/>

7^{ème} image : <http://www.businessimmo.com/tag/Green+Office>

8^{ème} image :

<http://www.maison-deco.com/conseils-pratiques/amenagement/Les-30-meilleures-innovations-pour-la-maison>



Eau :

1^{ère} image : http://blog.gov.bc.ca/livingwatersmart/files/cof_award_image1.jpg

2^{ème} image : <http://www.eaudeparis.fr/media/document/1543/82.png>




3^{ème} image :

http://www.hitachi.com/products/smartcity/smart-infrastructure/water/images/system_img02.jpg

• ANNEXE



Gestion de l'énergie

-  Déploiement des réseaux intelligents (SmartGrids)
 - Systèmes avancés de gestion du réseau en temps réel
 - Automatisation, flexibilité des équipements, gestion des actifs
-  Mesure et gestion interactive de l'effacement
-  Intégration des énergies renouvelables








Gestion des bâtiments & logements

-  Systèmes intégrés de gestion du bâtiment (énergie, sécurité, ...)
-  Contrôle des consommations et tableaux de bord (énergie et CO₂)
-  Pilotage intelligent des logements
-  Connexion au SmartGrid






Gestion de la mobilité

-  Infrastructures de recharge, pilotage de la charge, services de gestion pour véhicule électrique
-  Gestion auto-adaptative du trafic
-  Transports publics, gestion de la multi-modalité
-  Péages urbains
-  Système de gestion intégrée de la mobilité et information voyageurs en temps réel







Gestion de l'eau

-  Réseaux intelligents
 - Gestion de la distribution
 - Détection des fuites
 - Qualité de l'eau
-  Systèmes de contrôle et de sécurité
-  Gestion des événements naturels






Gestion des services publics

-  Gestion des événements graves
-  Sécurité publique et vidéosurveillance
-  Système de gestion de l'éclairage public
-  Information aux citoyens



Gestion intégrée

-  Plateforme de gestion intégrée des applications urbaines (mobilité, éclairage public, etc.)
-  Systèmes d'information et de gestion de l'énergie et du CO₂
-  Services interactifs et expertise météo