

La ville intelligente au service du citoyen

École Polytechnique- Palaiseau

Mercredi 15 avril 2015



Coordination Scientifique

David Menga (EDF)

Anne - Céline Lamballe (INRIA)



Editorial Board

Dr. Thiên-Hiệp Lê (ONERA)

Dr. Roland Sénéor (Ecole Polytechnique)

Dr. Christophe Calvin (CEA)

Prof. Florian De Vuyst (ENS Cachan)

Dr. Christophe Denis (EDF)

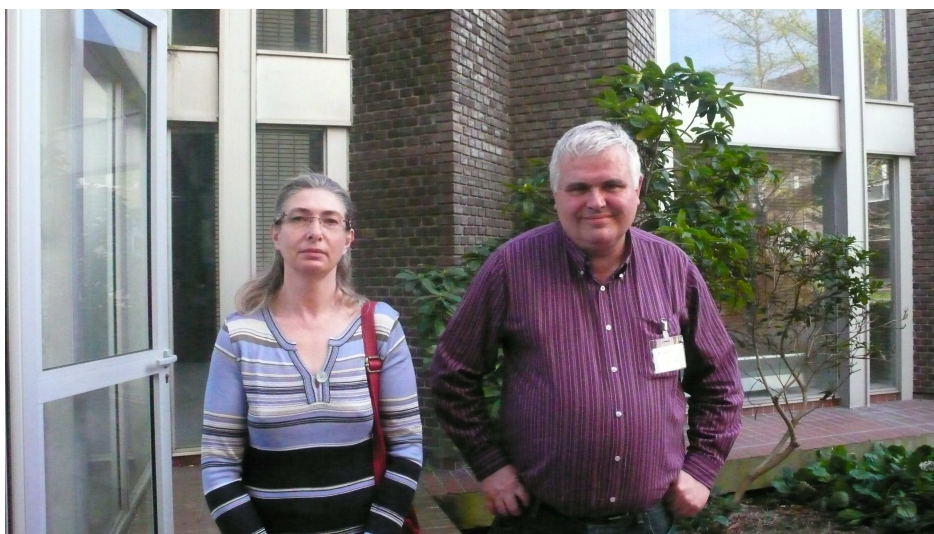
La ville intelligente au service du citoyen

Séminaire Aristote, 15/04/2015 à l'École Polytechnique

Coordination scientifique :

David Menga (EDF)

Anne – Céline Lamballe (INRIA)



Sommaire

Compte-rendu des interventions	5
Introduction	5
Thématique	5
1. La ville intelligente : un défi tout aussi politique que technique.....	7
2. Vers un écosystème urbain durable? Applications et recherche en architecture biomimétique9	
3. Développer l'agriculture là où ce n'est pas possible	11
4. Modélisation du trafic routier à l'échelle métropolitaine	12
5. Évaluation Collaborative de l'état de la chaussée en ville par les véhicules connectés.....	14
6. Modélisation pour la qualité d'eau dans les réseaux d'eau potable	15
7. Modélisation numérique de la propagation du bruit dans les villes	16
8. Collecte de données 3D pour la modélisation urbaine à l'IGN : résultats, verrous et tendances 17	
9. Large-scale quantitative visual analysis of urban environments.....	18
De la problématique à réfléchir des villes intelligentes au service du citoyen	19

Compte-rendu des interventions

Introduction

Grande affluence ce mercredi 15 avril 2015 dans l'amphi Becquerel de l'Ecole Polytechnique pour ce séminaire de l'association Aristote consacré à « la ville intelligente au service du citoyen ». 95 personnes sont venues assister au programme concocté par David Menga (EDF-Lab) et Anne-Céline Lamballe (INRIA). Il faut dire que c'est un sujet dans l'air du temps. Selon David Menga, il y a 83 millions de liens sur le web sur « smart city ». Mais qu'est-ce une ville intelligente ? Est-ce Sondo, en Corée du sud, une ville construite de manière militaire, où tout a été calibrée ? Est-ce Masdar, à Abou-Dahbi, le prototype des villes vertes mais où il n'y a pas d'habitants ? Ou au contraire de Brest, qui veut impliquer ses citoyens ? Le thème est très transversal. Avant de passer la parole au premier orateur, Claude Rochet, David Menga nous livre son conseil : le livre de Francis Pisani « Voyage dans les villes intelligentes, entre datapolis et participolis » (éditions Netexplo, à télécharger sur <http://francispisani.net/voyage-dans-les-villes-intelligentes-entre-datapolis-et-participolis.html>). Selon David Menga, la réponse est entre les deux. C'est la piste qu'Anne-Céline Lamballe et lui ont voulu suivre durant ce séminaire.

Thématique

Avec le réchauffement climatique, l'urbanisation maîtrisée sera le grand défi du 21ème siècle.

En 2050, les 3/4 des habitants de notre planète vivront en ville.

Avec à la clé d'énormes problèmes en termes de logement, d'énergie, de transport, de gestion des déchets et de pollution.

Les villes intelligentes (Smart Cities) se caractérisent par leur développement économique durable et une qualité de vie élevée pour leurs habitants, à travers l'excellence dans les domaines suivants : l'économie, la mobilité et les transports, les bâtiments, les services urbains et la gouvernance, l'environnement.

Ces domaines reposent de plus en plus sur la mise en œuvre des nouvelles technologies de l'information et de la communication (NTIC).

Les méthodes numériques permettent d'observer, de modéliser, de simuler, et de recommander des choix au niveau des réseaux mais aussi des services. Elles permettent la **convergence d'informations autrefois séparées**, et elles impactent l'aménagement des agglomérations en créant de **nouveaux pôles de mobilités et de connectivités**. Par ailleurs elles permettent aussi de donner des **outils pour analyser les besoins ou développer des communautés d'usages de façon spontanée**. Ces deux approches "centralisée" vs "décentralisée" qui peuvent sembler par nature opposées sont en fait complémentaires et permettront d'enrichir le terreau des innovations par des fertilisations croisées.

Plusieurs tendances émergent déjà :

- **l'évolution des analyses statiques vers la mise en place de prédictions dynamiques** avec des données croisées pour intégrer l'énergie, les bâtiments, le transport, la météo et les gestions de crises dans les planifications urbaines, leur gestion quotidienne et l'analyse de leurs impacts.
- **l'utilisation croissante des smartphones comme capteurs urbains**, qui se retrouve dans les tendances de « crowd-social-sourcing » pour développer des applications citoyennes, ou les sites collaboratifs qui sont poussés par les solutions proposant des économies de partage.
- **la transition du “consommateur capté au citoyen capteur”** qui s'approprie les instruments technologiques de mesure et les données produites pour réduire la facture énergétique et l'empreinte environnementale, dans une logique de mieux vivre individuel et collectif.

Ce séminaire se veut une approche pragmatique de ce sujet complexe, transversal.

Le matin, nous essaierons de développer les problématiques de la ville intelligente, de matérialiser les défis à relever.

L'après midi, nous explorerons les diverses propositions technologiques et non technologiques visant à apporter des éléments de réponse aux questionnements de la ville intelligente.

1. La ville intelligente : un défi tout aussi politique que technique

Claude Rochet (CERGAM)

Claude Rochet, du Centre d'études et de recherche en gestion d'Aix-Marseille, dirige aussi le laboratoire d'intelligence économique au ministère des finances. À la question de l'intelligence, il répond « un système qui est capable d'apprendre ». En étudiant la rétroaction de l'effet sur la cause, on est capable d'apprendre. De capteurs prennent des données qui sont traités, interprétés selon les usages, ce qui fait prendre une décision. La ville est un ensemble de synergies entre actions commerciales et politiques au service du bien commun. Le bien économique crée du bien commun, mais en est tributaire. La géographie d'une ville ancienne était construite selon ce bien commun. Au XIXe siècle, les villes vont devenir bêtes en séparant les espaces de production des espaces de vie. Aujourd'hui, la ville est connectée par le numérique. Les Chinois sont en avance sur le sujet.



Les enjeux politiques : le développement des mégacités est fort dans les pays émergents. Mais ils ne doivent pas suivre le développement de l'occident. Ce n'est pas soutenable. Il n'y a pas de ville intelligente sans territoire intelligent. La rénovation urbaine est un énorme marché de 350 000 milliards de dollars. Les nouvelles villes se construisent au Sud et au Sud-Est. Comment conjuguer croissance urbaine et innovation ? La Chine va passer les 60% de population urbaine. Ils veulent éviter les dégâts des mégalo-poles sud-américaines. Qui maîtrise l'intégration, maîtrise les sous-systèmes. Il faut penser la ville comme un système complexe. En particulier comment éviter l'insalubrité des villes. Au XIXe siècle, les Anglais ont pensé aux cités-jardins. Ça n'a pas marché, car elles n'étaient pas conçues pour évoluer avec la croissance de la population. Pour Christopher Alexander, la ville ne peut être conçue par le haut. Elle engendrerait un système totalitaire et non organique.

Le problème actuel est qu'une ville peut croître indéfiniment. Or le coût des infrastructures croît avec la taille de la ville. D'où la question de limiter la ville avec le périurbain et créer des grappes de villes. La complexité devient si grande que la ville n'est plus maîtrisable.

La modélisation est comme un jeu de lego. Avec des blocs standardisés, on construit des figures toutes différentes. En appliquant des règles d'intégration, on obtient un ensemble de blocs qui répond aux besoins.

La smart city est un écosystème qui doit être nourri. Avec des cultures vivrières ou en important de la nourriture ? Cela pose des problèmes différents.

On peut modéliser le hard (les fluides, ...) mais pas les comportements. Il faut impliquer les sciences sociales et utiliser les big data. La plupart des acteurs réduisent le problème à leur technologie. Les big data

permettent de prévoir des tendances. Mais corrélation n'est pas causalité. Il faut aussi travailler la théorie et modéliser.

Autre action, faire des villes et tester les réactions, comme ce qui se passe quand une technologie arrive sur le marché et est pris en charge par la population.

Les Chinois mettent la politique au sommet et intègre les technologies existantes.

Un focus sur la sécurité routière : dans le cas des véhicules assistés, il y a des informations de maintenance, de trafic, d'interactions avec les autres véhicules. L'aide à la conduite réduit-elle les accidents ? L'aide peut être active, comme le freinage automatique. Mais cela crée une baisse de vigilance qui influe sur le comportement des autres véhicules.

Claude Rochet termine son exposé par un projet en cours : Christchurch en Nouvelle Zélande, détruite par un tremblement de terre. Comment la reconstruire ? Les débats sont riches. Le pari est de mesurer les usages et en faire une politique de développement, tout en ayant un contrôle citoyen. Avec 40 milliards de dollars, ce projet est un levier puissant de développement économique.

2. Vers un écosystème urbain durable? Applications et recherche en architecture biomimétique

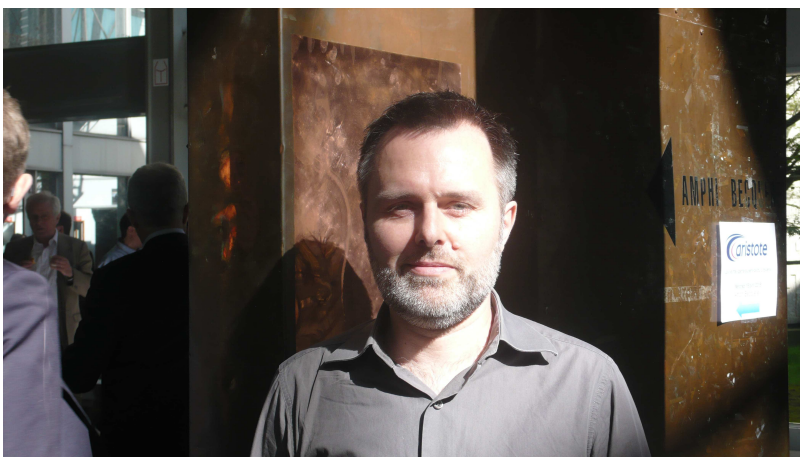
Olivier Scheffer (X-TU Architects)

Olivier Scheffer est le directeur R&D du cabinet d'architecte X-TU, un cabinet singulier qui a construit le pavillon français de l'expo universelle de Milan ou la cité du vin à Bordeaux. Olivier Scheffer applique ses compétences de développeur d'innovation au sein du cabinet qui a la particularité d'investir 20% de son CA dans la recherche, avec des partenaires publics et privés. L'objectif est de rendre les écosystèmes urbains compatibles avec le vivant, voire régénérateurs du vivant, bref se reconnecter aux grands équilibres. La grande prêtresse du biomimétisme, Janine Benus, a défini cette approche :

- la vie crée les conditions favorables à la vie

- les conditions opératoires de la vie sur terre : le système terre est fini et borné, l'environnement est en équilibre dynamique, la vie est basée sur l'eau, le soleil et la gravité, ainsi que sur des processus cycliques interdépendants (écosystèmes, systèmes complexes). Les grands principes de la vie sont la capacité à évoluer, à s'adapter à des conditions changeantes (morcellement des habitats, disparition d'espèces).

Pour répondre à ces principes, il faut être à l'écoute de son environnement local et réactif, utiliser une chimie bénigne pour l'environnement, trouver l'équilibre entre l'augmentation de la taille, celle des systèmes supports et la différenciation des fonctions.



Selon Olivier Scheffer, les concepts clés sont la diversité, les processus cycliques et les rétroactions positives, la coopération et l'auto-organisation. Il faut favoriser l'assemblage, la construction bottom-up et la multifonctionnalité, adapter la forme à la fonction, et la décentralisation. Tout ne passe pas forcément par un cerveau central.

Olivier Scheffer montre trois exemples qui appliquent ces concepts clés. Le premier est un bâtiment, sur les docks de Saint-Ouen (Seine-Saint-Denis). C'est un bâtiment écosystème, mixte (Leroy-Merlin, 117 logements, parking de 800 places). Le cabinet a analysé le programme comme un organisme vivant. En comptant les flux entrants et sortant (soleil, vent, eau, véhicules, personnes, rejets), le cabinet a essayé de faire des boucles. Un centre commercial par exemple produit beaucoup de chaleur fatale. Cela sert à préchauffer les logements. Autre aspects, la régénération de la biodiversité en ville en végétalisant intensivement en toiture (jardins partagés avec sélection d'espèces végétales liées au bassin de la Seine). Autre innovation, la façade symbiotique : elle est équipée d'une ferme verticale d'algoculture urbaine, car les algues captent beaucoup de CO₂, sont à l'origine de la chaîne alimentaire marine et sont capables de croître à partir de déchets. Il a fallu regarder aussi les algoculteurs qui consomment beaucoup d'énergie

pour réguler thermiquement le système. Avec cette double fonction de façade active et de ferme verticale, l'algoculteur dépense 30% de moins d'énergie qu'habituellement. Le CO₂ est capté, les eaux sont valorisées.

Autre exemple, la ville morphogénétique. Une éponge particulière, *Euplectella Aspergillum*, a une forme très structurée en réseaux nanométriques imbriqués. Elle est ainsi très solide. Ce n'est pas la forme qui est codée, mais la loi de formation de sa forme. Le cabinet XTU a repris cette idée pour construire une tour en adaptant la façon dont l'éponge a évolué en cette forme sous l'action de son environnement. C'est de l'information évolutionniste. Cela a donné un gabarit d'enveloppe sur le plateau de Saclay (Essonne), dans le secteur du Moulon. À partir d'un plan existant, le cabinet a simulé l'élevage de formes plus performantes que la forme originelle. En s'appuyant sur un scénario du Giec pour le futur, il a fallu abriter les façades du soleil, minimiser les attaques du vent dominant, etc. Le cabinet a pris une enveloppe sur la parcelle, enveloppe dont le code génétique est un ensemble de points de contrôle. Une première génération d'enveloppes créées dans un solveur évolutionniste se combinent, évoluent et changent de forme.

David Menga indique que la loi du 24 mars 2015 sur la transition écologique oblige les villes à créer des toits végétalisés. Olivier Scheffer réagit sur l'utilisation de l'eau qui n'est pas pensée globalement. Exemple à Paris, dont l'application de cette loi risque d'utiliser trop d'eau par rapports aux autres besoins.

3. Développer l'agriculture là où ce n'est pas possible

Philippe Audubert (FUL SAS)

La FUL est la ferme urbaine lyonnaise. Philippe Audubert est urbaniste depuis 20 ans. Durant sa thèse en histoire, il s'est rendu compte de l'évolution de l'urbanisation au cours des siècles. Et son problème d'alimentation. La France a beau être premier consommateur de salade, celle-ci circule en moyenne 1000 km pour parvenir dans les assiettes. Quelques principes ont conduit vers un ensemble de préconisations. Il y a de nouvelles pratiques et de nouveaux consommateurs. Sur six mois, avec des partenaires dans la distribution, dans l'horticulture, la semence, des bureaux d'études et des labos de recherche, le cabinet d'architecte est parti de la plante pour lui donner les meilleures chances de croître et mûrir, puis a appliqué ensuite ces principes à la ville. Le cabinet a choisi d'utiliser la technique de l'hydroponie avec de la salade trio (mesclun) sur des systèmes verticaux. En copiant une usine avec ses robots et ses châssis métalliques, l'équipe a conçu une usine en ville avec 90 000 salades dans les gouttières sur des tapis roulants horizontaux. Cela permet de gérer 7 cycles de salades. La partie la plus délicate est la relation avec la lumière artificielle (LED) car c'est une culture en étage. La longueur d'onde préférée des plantes est dans le rouge et dans le bleu. Selon la longueur d'onde choisie, la salade va soit grandir soit s'étoffer. De même, en choisissant la longueur d'onde de la lumière, une même pousse de radis aura un goût piquant pour le marché français, doux pour le marché américain ou sucré pour le marché anglais.

Le goût n'est pas impacté par l'hydroponie, car le système est pensé en vue d'un circuit court. Les salades sont cueillies à maturité car il n'y a pas ou peu de transport.

L'eau est très peu perdue. Pour 6 litres envoyés dans le circuit, 5 sont récupérés à la sortie par des systèmes de condensation. Cette eau provient entre autres récupérée de l'eau de pluie.

Le système est automatisé en s'appuyant sur des données climatiques. Il permet aussi des multicultures.

Pour le futur, Philippe Audubert indique qu'une étude concerne actuellement la reconversion d'un ancien parking lyonnais et des sites pilotes vont être construits sur subvention à Angers et à Lyon.



4. Modélisation du trafic routier à l'échelle métropolitaine

Vincent Aguiléra (CEREMA)

Vincent Aguiléra était au Laboratoire Ville Mobilité Transport de l'école des ponts Paris-Tech. Depuis 6 mois, il a rejoint le centre d'études et d'expertises sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement (Cerema). L'objet de sa présentation est la modélisation de trafic à l'échelle métropolitaine, donc un niveau plutôt macroscopique. Un exemple d'application est le niveau de prix des péages pour répartir les véhicules sur les différents axes.

Le trafic routier est une adéquation entre l'offre (les routes et leurs intersections) et la demande (les véhicules). Quand on regarde l'offre (quel nombre de voies, combien de routes) on peut rester sur des approches statiques. Mais pour aller plus loin, il faut une approche dynamique. On s'aperçoit qu'on peut modifier l'offre et étudier la demande. Certains automobilistes



veulent des routes rapides, d'autres des routes pas chères. Ils choisissent tous leur itinéraire et leur horaire de départ. Comme les routes ont une capacité limitée, il y a des problèmes de congestion. Les services de transports vont s'axer sur la fiabilité du temps de parcours, des prix, des informations disponibles. Tout cela va conditionner la répartition des usagers sur le réseau et créer, ou pas, des phénomènes de congestion. Les gestionnaires de réseau utilisent différentes techniques de gestion de trafic, par exemple la détermination de différents cycles de feux suivant les routes dans une intersection, avec des temps acceptables d'attente. L'exploitant peut agir sur l'offre (les feux, la régulation d'accès, la régulation de vitesse, l'allocation des voies selon les horaires ou selon le trafic ou les voies réservées bus ou taxi. Il peut aussi agir sur la demande : conseils d'itinéraires, d'horaires de départ et modification du montant des péages selon l'heure ou le jour.

Le trafic est caractérisé par l'écoulement des véhicules qui est le rapport est le taux d'occupation de la route avec la vitesse des véhicules ou avec le nombre de véhicules. La modélisation simple du trafic fait intervenir le débit, l'écoulement, le temps inter-véhiculaire et le temps de réaction. Mais on peut modifier les échelles avec une simulation d'un flux de véhicules ou des distribution de valeurs. On peut aussi avoir des modèles de files d'attente ou des fonctions débit-temps. Mais aussi des modèles dits d'affectation qui donnent le heure, le temps de parcours, la répartition des véhicules, etc. Ils peuvent être statiques quand ils calculent la répartition des usagers sur deux routes, mais aussi dynamiques quand on peut jouer par exemple sur l'heure de départ.

Le modèle LTK (Ladta ToolKit) permet de résoudre l'affectation dynamique sur des réseaux de grande taille. Il prend en compte le volume de véhicules entrant sur un chemin et le temps de parcours selon un modèle d'écoulement. La demande est satisfaite quand l'ensemble des possibilités offertes est égal au volume de la demande. En réalité, l'ensemble des paires origine-destination peut atteindre le million. Ce

peut être appliqué à l'émission de polluants à chaque instant et cela permet ainsi de voir, si on empêche les véhicules polluants de circuler au centre de Paris, de voir la répartition des polluants sur la région et constater si les émissions sont constantes ou non.

Le plus difficile est d'estimer la demande et de modéliser de façon approfondie la comportement des usagers.

5. Évaluation Collaborative de l'état de la chaussée en ville par les véhicules connectés

Patrick Bibas (Ellis-Car)

Patrick Bibas présente Ellis Car, la société qui commercialise son logiciel de gestion de flotte automobile du même nom. Les utilisateurs de véhicules recherchent des moindres coûts ou de l'efficacité, mais l'évaluation de l'état de la chaussée intéresse beaucoup aussi les assureurs ou les collectivités. Quand on utilise un véhicule de manière professionnelle ou personnelle, cela peut intéresser les autres membres de la société. L'utilisation collaborative des données permet de réduire les risques d'accidents. L'équation du danger dépend de la voiture, du conducteur et de l'état de la chaussée. La voiture s'est améliorée en terme d'airbag, de pneus, de systèmes de freinage ou de caméras infrarouges. Une mesure nouvelle annoncée par le ministre de l'Intérieur Bernard Caseneuve est l'utilisation de l'informatique embarquée. On a réduit le risque du conducteur par les sanctions. Mais on peut pousser le conducteur à s'auto-émuler par des économies, des moindres usures et l'utilisation de jeux. L'infrastructure routière est le parent pauvre de la connaissance. Certaines routes sont très accidentogènes comme certaines régions, mais on n'a pas les données sur l'état de chacun des segments de routes.

Ellis Car travaille sur la valorisation des données, mais il faut pouvoir les récupérer à partir d'un ordinateur de bord connecté au réseau, ou aux flottes d'entreprise ou de collectivités. À cela, il faut ajouter les données ouvertes, comme la météo ou les données de la gendarmerie. Mais l'automobiliste



peut aussi fournir lui-même ses données, par les flux RSS. Ces informations sont déterminantes pour prédire les pannes et les accidents. Avec ces données, on peut prévenir les conducteurs de différents paramètres (vitesse, freinages, virages, etc.) en comparaison avec les autres véhicules de la flotte à laquelle il appartient, et voir son évolution. Cela contribue à améliorer globalement la flotte. Un conducteur peut revenir sur ses performances et étudier ses performances selon les trajets.

Les bénéfices de ces tableaux de bords et des formations qu'ils induisent sont multiples. Économies pour les collectivités, améliorations de la sécurité, choix d'itinéraires avec moindres risques.

Aujourd'hui certains véhicules avec électronique embarquée détectent les problèmes de chaussées. Ces données sont transmises en temps réels aux responsables de ces routes afin que les travaux soient réalisés au plus vite.

Ainsi, plus de véhicules auront d'électronique embarquée, plus les routes seront sûres.

6. Modélisation pour la qualité d'eau dans les réseaux d'eau potable

Rachida Chakir (IFFSTAR)

Les travaux de Rachida Chakir (IFFSTAR) permettent d'identifier s'il y a des fuites ou des polluants dans les réseaux d'eau. Il faut pour cela faire des simulations des champs de vitesse des écoulements et des concentrations de polluants. Les méthodes inverses partent des mesures de vitesse dans les canalisations et permettent de récupérer les données de départ, entre autres les vitesses d'entrée du flux et des polluants, ici le chlore. À partir des équations de Navier-Stokes, le groupe construit des modèles simplifiés qu'ils itèrent afin de converger. La méthode des bases réduites est basée sur le fait qu'on peut choisir un ensemble de paramètres tel que l'ensemble des solutions puisse être approché. Si ce nombre de paramètres est petit, la méthode est très prometteuse. Ces paramètres sont choisis soit au hasard, soit par décomposition orthogonale propre ou par la méthode « glouton ». Les coefficients sont approchés par itération convergente. Cela permet de résoudre des petits systèmes linéaires. La méthode a été testée sur une jonction en forme de T. Avec la méthode éléments finis, le calcul prend 640 secondes, alors qu'avec la méthode des bases réduites, le groupe parvient au même résultat en 4,2 secondes.

Parmi les perspectives, le groupe essaie d'appliquer la réduction de modèles à l'échelle d'un quartier. Mais il note le risque de perdre les échelles de la turbulence.

7. Modélisation numérique de la propagation du bruit dans les villes

Judicaël Picaut (IFSTTAR)

Judicaël Picaut est le directeur du laboratoire d'acoustique environnementale de l'Iffstar de Nantes. Son sujet d'étude : le bruit. Une nuisance pour 2 français sur 3 en ville et le deuxième facteur de risque environnementaux selon l'OMS. C'est aussi un problème économique et réglementaire. Dans ce contexte, la modélisation numérique est à la base de tout outil de prévision du bruit dans l'environnement. Cela permet de simuler les salles, les quartiers, les villes. La propagation acoustique est un phénomène ondulatoire régie par des conditions aux limites. Les bruits se propagent, se dispersent, se réfléchissent sur les façades se diffractent par les arêtes des bâtiments, sont absorbés par l'air et dépendent de la nature du sol... La propagation du bruit est donc complexe. La complexité fait que la résolution analytique est à oublier pour des approches numériques, comme les éléments finis. Mais la taille de la mémoire et le temps de calcul sont importants. Pour pallier ce problème, le laboratoire utilise des approches dites hybrides dans lesquelles le bruit est décrit comme un champ sonore plutôt qu'une onde. Cela permet de simuler, les murs antibruit, la propagation d'un bruit dans un village ou sur des façades.

Une méthode temporelle originale est basée sur la physique de sources secondaires occasionnées par la propagation d'un bruit sur différents obstacles. Cela a permis de se rendre compte que des toitures végétalisées permettent d'atténuer la propagation des bruits d'une rue à l'autre.



Un point intéressant est de combiner ces simulations avec la géomatique, c'est-à-dire les systèmes d'information géographique (SIG). Cela a été réalisé sur Nantes avec le logiciel open-source NoiseM@p (noisemap.orbisqis.org).

8. Collecte de données 3D pour la modélisation urbaine à l'IGN : résultats, verrous et tendances

Bruno Vallet (IGN)

Bruno Vallet est chargé de recherche au laboratoire Matis de l'IGN. L'organisme possède le référentiel à grande échelle RGE, un modèle 3D de l'ensemble du territoire au mètre près, mais a envie de faire mieux. À quoi ça sert ? Les modèles de ville sont indispensables pour faire des calculs sur ce domaine. La collecte de données dépend de la résolution et de l'échelle. Les satellites peuvent le faire pour le Globe, mais pour avoir des résolutions de 10 cm, il faut utiliser des avions. Il faut passer au sol pour des résolutions de 1 cm. L'IGN le fait avec un véhicule appelé Stéréopolis, des drones ou des véhicules qui vont sur les trottoirs. Un système laser sur trépieds permet d'approcher le millimètre. Ces données brutes sont utilisées pour des reconstructions de surface, ce qui donne une vision assez précise des villes ou des bâtiments. Avec Stereopolis II, 2 à 3 terabytes d'information sont récupérés par jour. Le problème est la précision. Elle atteint 10 cm en valeur absolue, et à 1 cm pour des distances relatives. En passant plusieurs fois sur les mêmes lieux, le GPS donne un nuage de points qu'il faut recalculer. L'imagerie arienne, bien connue à l'IGN, peut être recalculée sur des zones connues tels les passages piétons. Cela donne un logiciel semblable à Google Street View. Si un aménageur veut installer un équipement, les données permettent de faire de la réalité augmentée.

Comme la ville n'est pas statique, un logiciel permet de distinguer les changements. C'est aussi possible avec les pointages laser. L'IGN essaie de mettre aujourd'hui de la sémantique dans ses modèles, pour reconnaître ce que sont les objets présents dans les images. D'autres travaux essaient de remonter aux matériaux et aux couleurs originels. De même, avec les



images aériennes, l'IGN essaie de reconstruire les modèles 3D des bâtiments. On peut même reconstruire les superstructures visibles sur les toits pour, par exemple, voir si on peut y mettre des panneaux solaires. Avec l'Onera, les images multi-spectrales permettent de visualiser plus précisément les matériaux. Le travail de reconstruction peut aussi être fait sur les trottoirs afin par exemple de proposer des itinéraires piétons ou handicapés ou pour les mobilités douces comme le vélo. La composante temporelle peut être introduite en utilisant les données 3D et en les appliquant par exemple à l'étude de trafic routier.

Le problème est la masse de données récupérées. Il faut pouvoir traiter la nuit les données récupérées le jour. Ce n'est pas encore le cas.

9. Large-scale quantitative visual analysis of urban environments

Josef Sivic (INRIA)

Josef Sivic, membre de l'Inria, travaille au département d'informatique de l'École normale supérieure. Son travail se situe dans le cadre du CityLab de l'Inria. Il essaie de répondre aux questions : qu'est-ce qui fait que Paris est Paris ? Quels sont les éléments remarquables typiques ? Si les hommes peuvent reconnaître une ville, une machine peut-elle le faire ?

La réponse à ces questions par de la reconnaissance de différents éléments typiques présents dans les images et, en même temps, de voir qu'un autre élément n'y est jamais présent. Ce travail doit être effectué sur des millions de vues, donc des milliards de patches. L'approche est de trouver les éléments déterminants (réverbères, fenêtres, balcons, végétation, etc.).



Pour aller plus loin, on peut différencier dans une ville différents quartiers et même l'époque de prise de vue. L'étude des métadonnées des images permet d'élaborer une fonction des tendances de construction. L'utilisation des œuvres d'art permet de revenir à l'image 3D de ces constructions et à leur évolution dans le temps.

Ainsi les différentes sources de données et d'archives permettent de développer une analyse quantitative des visuels. Cela permet de comprendre, simuler et optimiser les environnements urbains.

De la problématique à réfléchir des villes intelligentes au service du citoyen

[Nidam Abdi](#) / Editeur de la veille Ecoinnovatio, au sujet des Villes Intelligentes (Smart Cities) | Le 27/05 à 11:43

En savoir plus sur <http://www.lesechos.fr/idees-debats/cercle/cercle-133410-de-la-problematique-a-reflechir-des-villes-intelligentes-au-service-du-citoyen-1122809.php> #

Devrons-nous tout attendre des prospectivistes et universités américaines pour concevoir des villes intelligentes spécifiquement françaises ?

La France qui fonctionne en silo et hiérarchie pyramidale a-t-elle les moyens de débats collaboratifs sur la question ? Des initiatives se font jour et méritent notre attention à l'exemple du séminaire Aristote. On croyait qu'il n'y avait que le prospectiviste américain Jeremy Rifkin pour réfléchir à la ville intelligente et sa citoyenneté. Au contraire, même dans une époque de doute économique et sociétal, on peut encore penser français à la ville du futur et trouver des modèles hexagonaux.

Le risque d'une mode entrepreneuriale autour de la ville intelligente

Une idée fait son chemin, celle des grands équilibres entre gestion des données massives générées par les capteurs et participation des citoyens dans les villes intelligentes et qu'on retrouve dans l'ouvrage de l'expert Francis Pisani : " VOYAGE DANS LES VILLES INTELLIGENTES, ENTRE DATAPOLIS ET PARTICIPOLIS". Le temps n'est plus à laisser aux seuls ingénieurs la configuration des territoires urbains numérisés.

Il faut faire émerger une vraie pensée de la ville, car au XIXe siècle cette dernière a été séparée en deux, avec un espace de production et un autre de vie. Une erreur selon Claude Rochet, du Centre d'études et de recherche en gestion d'Aix-Marseille qui est venu mi-avril, à une rencontre sur le sujet organisée par l'association Aristote, pour défendre l'idée qu'une ville intelligente est un défi tout aussi politique que technique.

Si le thème de la ville intelligente est devenu presque une mode entrepreneuriale, avec pour corollaire le sujet omniprésent de smart grids, l'esprit anti-silo de l'association Aristote laisse entrevoir d'autres aspects de la ville intelligente improbable. Il s'agit ainsi de l'intégration de la dimension biométrique qui ouvre le champ de la vie qui crée les conditions favorables à la vie.

David Menga, ingénieur-chercheur chez EDF R&D et Anne-Céline Lamballe de l'INRIA expliquent et s'interrogent à la fois qu'" IL Y A 83 MILLIONS DE LIENS SUR LE WEB SUR "SMART CITY". MAIS QU'EST-CE QU'UNE VILLE INTELLIGENTE ? EST-CE SONDO, EN COREE DU SUD, UNE VILLE CONSTRUITE DE MANIERE MILITAIRE, OU TOUT A ETE CALIBRE ? EST-CE MASDAR, A ABOU DABI, LE PROTOTYPE DES VILLES VERTES, MAIS OU IL N'Y A PAS D'HABITANTS ? OU AU CONTRAIRE BREST, QUI VEUT IMPLIQUER SES CITOYENS ?"

Inviter la campagne dans les villes intelligentes

Ainsi, si on prend au mot Aristote avec sa célèbre citation "Rien dans notre intelligence qui ne soit passé par nos sens", on est en droit de s'interroger sur les sens d'une parfaite ville intelligente. Notamment, la convergence entre le numérique et l'urbanisation n'est-elle pas l'occasion pour la campagne de s'inviter dans la cité ?

Les Français, grands consommateurs de salade savent-ils que leur légume fétiche parcourt en moyenne 1 000 km pour atterrir dans leurs assiettes. L'idée ingénieuse de l'urbaniste Philippe Audibert de construire une usine en ville avec 90 000 salades pendues dans les gouttières à l'horizontale, relève du défi que la ville intelligente n'est pas uniquement la garde-chasse des industries du bâtiment en phase de mutation.

Il est certain que l'ingéniosité n'est pas uniquement l'apanage des importantes métropoles d'un pays, concernant l'évolution smart des services publics. Même une petite ville ou un village peuvent créer la surprise en devenant un modèle d'offre de solutions pour le " SMART CITY".

Aux États-Unis, des maires se sont même engagés ces dernières années dans une sorte de compétition pour valoriser leur territoire par des offres innovantes. Ainsi en avril, La Porte, ville de 23 000 habitants de l'Indiana, située à une centaine de km de Chicago, a été désignée dans un concours comme étant une des meilleures communautés urbaines des États-Unis.

En savoir plus sur <http://www.lesechos.fr/idees-debats/cercle/cercle-133410-de-la-problematique-a-reflechir-des-villes-intelligentes-au-service-du-citoyen-1122809.php> #