

## Compte-rendu du séminaire VILLE 2050

La ville en transformation. Approches pluridisciplinaires pour adresser les nouveaux défis : changements climatiques, nouvelles technologies, nouvelles mobilités

29/01/2020, Champs-sur-Marne

### Programme et sommaire

<b>Introduction - Olivier Bonin .....</b>	<b>2</b>
<b>1 Session 1 - Les documents d'urbanisme et les impacts climatiques, environnementaux et autres - Anim. Bernard de Gouvello .....</b>	<b>2</b>
1.1 Les projets ManiPur et WISE Cities. Katia Chancibault, Bernard de Gouvello, Nathalie Molines .....	2
1.2 L'Urbanisme réglementaire : mise en contexte et fondamentaux. Nathalie Molines .....	2
1.3 Évaluer la constructibilité d'un territoire en lien avec le PLU. Mickaël Brasebin .....	2
1.4 Simulation de formes réalistes de développement résidentiel, de l'échelle du bâtiment à celle d'une région urbaine. Maxime Colomb .....	3
1.5 L'aide à la décision et l'urbanisme réglementaire : les enseignements du cas d'étude toulousain et les enjeux actuels. Aurélie Prêvest .....	3
<b>2 Session 2a - Les enjeux de l'artificialisation des sols - Expertise ESCo INRA-IFSTTAR - Béatrice Béchet, Anne Ruas .....</b>	<b>4</b>
2.1 Artificialisation des sols, mesures et déterminants. Anne Ruas .....	4
2.2 Impacts environnementaux de l'artificialisation et leviers d'action : 1- sur les propriétés et fonctions des sols, 2- sur l'environnement physique urbain. Béatrice Béchet .....	5
<b>3 Session 2b - L'urbanisation et les mécanismes de compensation écologique - Pascal Gastineau .....</b>	<b>6</b>
<b>4 Session 3 - Les nouvelles technologies au service des mobilités. Une approche prospective pour un développement éthique et socialement responsable - Anim. Mariana Netto .....</b>	<b>7</b>
4.1 Introduction, objectifs et question(s) de recherche. Mariana Netto, David Smadja .....	7
4.2 Éthique, nouvelles technologies et mobilités : quelle(s) contribution(s) de l'ergonomie et de la psychologie ? Jean-Marie Burkhardt .....	7
4.3 Assistance au conducteur et automatisation : problème, solutions, enjeux et reformulation. Mariana Netto .....	8
4.4 L'impact du droit sur la régulation des nouveaux modèles de mobilités. Michèle Guilbot .....	8
4.5 Micro mobilité : exemples au sein de projets. Régine Seidowsky .....	9
4.6 Mobilité, droit et liberté - conclusion et discussion. Anim. David Smadja .....	9

## Introduction - Olivier Bonin

Ce séminaire est proposé dans le cadre du projet de recherche fédérateur VILLE 2050, dont l'objectif est d'envisager la ville de demain, dans une approche pluridisciplinaire des innovations et évolutions à venir, en vue d'un développement soutenable. Il s'agit notamment de se démarquer des modèles dominants de ville durable. Le séminaire propose en conséquence trois sessions à partir de projets et réflexions « atypiques » sur :

1. les documents et le contexte réglementaires de l'urbanisme et leurs impacts,
1. l'artificialisation et l'urbanisation et les mécanismes de compensation écologique,
2. une approche éthique et sociale de l'innovation technologique au service des mobilités.

### 1 Session 1 - Les documents d'urbanisme et les impacts climatiques, environnementaux et autres - Anim. Bernard de Gouvello

#### 1.1 *Les projets ManiPur et WISE Cities. Katia Chancibault, Bernard de Gouvello, Nathalie Molines*

Le projet WISE Cities (water-energy-soil interactions for sustainable Cities) envisage le nexus eau-énergie-sol pour la ville de demain (multifonctionnalité, nouveaux usages et concurrence, périmètre d'interactions, impacts actuels et futurs, etc.) en s'appuyant sur le cas du Grand-Paris. Les travaux incluent notamment un état de l'art des innovations du champ eau-énergie-sol, l'analyse des interactions eau-sol et la gestion des eaux pluviales du quartier à l'agglomération, l'analyse des interactions eau-énergie et la récupération thermique sur les réseaux d'eau pour la desserte du bâtiment et de l'îlot, ainsi qu'une analyse transversale de l'occupation du sol urbain aujourd'hui et demain pour en évaluer les performances hydrologiques et énergétiques.

Le projet MAnIpUr (méthodologie pour l'analyse d'impact des documents d'urbanisme) s'inscrit en complémentarité de WISE Cities, et propose une analyse prospective de l'occupation des sols et de ses impacts en lien avec le contexte réglementaire et les documents d'urbanisme. Il s'agira de développer une méthodologie d'évaluation ex-ante des règles d'urbanisme, à partir de scénarios prospectifs d'aménagement (cas du PLU de Nantes-Métropole) et de la modélisation hydro-climatique (sans composante bâtiments, chauffage)

#### 1.2 *L'Urbanisme réglementaire : mise en contexte et fondamentaux. Nathalie Molines*

Nathalie Molines introduit l'urbanisme réglementaire, ses fondements, les lois et leurs évolutions, ainsi que le panel de documents d'urbanisme qui en résulte. L'urbanisme réglementaire régit la planification à long terme de l'occupation des sols, la consommation d'espace, le respect de l'environnement, les espaces naturels, etc.

Le Plan Local d'Urbanisme (intercommunal) est à la fois un projet politique (objectifs d'aménagement et de développement de l'agglomération à 10-15 ans) et un outil réglementaire qui détermine les secteurs de développement et règles d'utilisation du sol, (projet urbain clairement explicité, éléments écrits et graphiques, zonage du territoire, documents spécifiques concernant l'environnement, etc.). Le PADD (Projet d'Aménagement et de Développement Durable) en définit les orientations d'urbanisme et d'aménagement retenues et fixe les objectifs de consommation d'espace (et de préservation de l'environnement). Les « règles » traduisent les objectifs du PADD, de manière très concrète pour orienter les projets.

En constante évolution, l'urbanisme réglementaire considère maintenant les enjeux climatiques et énergétiques et s'oriente vers « l'urbanisme de projet ». Des documents plus complets et des règles assouplies devraient permettre d'accroître l'efficacité des documents d'urbanisme.

#### 1.3 *Évaluer la constructibilité d'un territoire en lien avec le PLU. Mickaël Brasebin*

Cet exposé très technique illustre la complexité des règles d'urbanisme et de leur mise en œuvre et présente le développement d'un outil intégrant ces règles pour la simulation de formes bâties. SimPLU3D intègre la modélisation de la logique réglementaire, des concepts, des règles (à partir de

l'analyse de nombreux PLU, et simule la génération de formes bâties selon ces règles (fonction d'utilité, optimisation sous contraintes).

Cet outil est développé en « opensource » pour la transparence de l'interprétation des règles (et leur multiplicité). Il permet notamment de tenir compte de la forme de la parcelle, et de simuler le potentiel de constructibilité à échelle d'une région (cas de l'Île-de-France). Différents tissus urbains peuvent être simulés et des critères environnementaux seront envisagés. Cet outil doit permettre ainsi une aide à la conception de documents d'aménagement, sur des critères a priori (formes, etc.) ou par filtre de scénarios selon différents indicateurs.

Le lien suivant : [https://youtu.be/kLP-1g\\_uAVo?t=254](https://youtu.be/kLP-1g_uAVo?t=254) illustre les fonctionnalités et potentialités de l'outil SimPLU3D (et son couplage avec MUP-City) pour différents contextes d'application.

#### *1.4 Simulation de formes réalistes de développement résidentiel, de l'échelle du bâtiment à celle d'une région urbaine. Maxime Colomb*

Il s'agit ici de l'articulation de différents outils, permettant la simulation d'un développement résidentiel, en compatibilité / conformité avec les différents documents d'urbanisme aux différentes échelles (du bassin de vie à l'échelle parcellaire/du SCoT aux opérations spéciales d'aménagement). En effet, les contraintes réglementaires et les objectifs différant selon les échelles et avec des effets incertains éventuels, peuvent induire des combinaisons potentiellement contradictoires. Le couplage de 3 modèles est ainsi réalisé : pour l'identification des emplacements à urbaniser et la traduction (simulation) des contraintes d'aménagement (MUP-City à échelle large), la sélection et recombinaison des parcelles (Parcel Manager), et la simulation de bâtiments contraints par les règlements d'urbanisme sur ces parcelles (SimPLU3D, échelle très locale). Les principes et le fonctionnement de ces outils ainsi que leur couplage sont explicités en détail.

La plate-forme résultante (ArtiScales), multi-échelles et transparente (opensource), est ensuite appliquée sur le territoire du Grand-Besançon, Elle permet l'identification d'incompatibilités entre les documents d'urbanisme et la construction locale (par exemple, extension urbaine inutile), la rétroaction éventuelle sur le zonage, la génération de zonages pour les communes n'en disposant pas grâce à la génération automatique des cartes communales (en projet) définissant l'autorisation de la constructibilité.

Ce simulateur hybride (couplant modèles génératifs et stylisé) constitue un outil opérationnel d'aide à la décision pour l'aménagement, permettant notamment de tester la sensibilité à l'évolution des règles du PLU, de discuter les objectifs de planification, etc.

Les résultats sont cependant très sensibles aux hypothèses et règles (particulièrement les règles d'accessibilités de MUP-City, etc.) et à leur pondération. L'accessibilité via voies piétonnes, etc. nécessiterait d'ajouter / pondérer des règles favorisant les modes doux. Ce travail serait réalisable, ainsi que d'ajouter de nouvelles règles, ou de nouvelles contraintes ou objectifs d'optimisation (qualitatifs, quantitatifs ou options) lors de concertations avec aménageurs et citoyens.

#### *1.5 L'aide à la décision et l'urbanisme réglementaire : les enseignements du cas d'étude toulousain et les enjeux actuels. Aurélie Prévost*

La planification urbaine actuelle (en particulier le cadre du PLU) est particulièrement complexe, en raison notamment de son caractère non déterministe, d'une définition imprécise de la durabilité, de jeux de règles complexes, d'une application difficile et moins contrôlée en territoire urbain diffus, etc.

La problématique de recherche présentée ici concerne l'élaboration d'une approche d'évaluation des effets des règlements d'urbanisme sous trois principaux aspects : appréhender les effets des règles complexes en territoire urbain diffus, apprécier les objectifs d'urbanisme durable, déterminer les indicateurs nécessaires à cette évaluation.

A partir d'un corpus d'indicateurs reflétant 3 principaux enjeux réglementaires : l'évolution des espaces libres (non bâtis), la forme des constructions (densité), et les aménités (services) urbaines de chaque zone, la méthode ELECTRE Tri est appliquée au PLU de Toulouse, d'abord pour chacun des enjeux séparément puis globalement. Si les analyses par enjeux s'avèrent éclairantes dans un cadre d'aide à la décision, une analyse globale pour les 3 enjeux ne permet pas d'obtenir des résultats satisfaisants qui seraient porteurs de sens. Ce résultat méthodologique interroge sur le choix des critères et la perte de sens possible dans une évaluation globale.

D'autres limites de l'approche sont évoquées : la prise en compte « partielle » de la durabilité, la nécessité de confronter différents outils entre eux ainsi que des analyses à différentes échelles, l'enjeu de discussion avec les experts pour des analyses qualitatives au regard des décisions politiques (subjectivité et connaissance du terrain pour les enjeux « sensibles »). Enfin, il est noté que l'aspect social (inégalités sociales induites) est mal traduit par cette approche, car la question du choix / des préférences n'y est pas incluse.

L'analyse multicritère peut ainsi être envisagée comme un point de départ de la discussion à consolider entre urbanistes, experts et décideurs, et ses résultats devront être analysés au regard de choix méthodologiques précisément explicités.

La complexité de l'évaluation devrait par ailleurs augmenter en raison du développement de règles permissives alternatives, l'application selon les territoires de bonus (logement social, efficacité énergétique), et de « l'urbanisme négocié » (compromis entre les différents acteurs).

In fine, l'application de méthodes d'évaluation de type multicritère aux objets réglementaires contenus dans les PLU et PLUi nécessite une réflexion préalable importante sur la définition des critères, des analyses comparées et une mise en œuvre par étapes successives, afin de conserver tout son sens et permettre une prise de décision éclairée.

Dans le cadre du projet MANIpUr, il s'agira d'analyser les règles d'urbanisme influençant spécifiquement la gestion des eaux pluviales (règles contraignant l'implantation du bâti dont les bandes de constructibilité, le coefficient de biotope) ainsi que des règlements propres au PLUm Nantais (trames verte et bleue et paysage, règlement du cycle de l'eau et plan risque inondation, zonage pluvial).

## **2 Session 2a - Les enjeux de l'artificialisation des sols - Expertise ESCo INRA-IFSTTAR - Béatrice Béchet, Anne Ruas**

### *2.1 Artificialisation des sols, mesures et déterminants. Anne Ruas*

L'expertise collective (ESCo) sur l'artificialisation en France, copilotée par l'INRA et l'IFSTTAR entre 2015 et 2017, a regroupé une cinquantaine d'experts de toutes disciplines autour d'un corpus de 2500 références bibliographique et de questions portant sur la mesure et les déterminants de l'artificialisation, les conséquences (notamment environnementales) et les leviers d'action. L'ensemble des documents (résumé, synthèse et rapport complet) est consultable via le lien : <https://www.inrae.fr/actualites/sols-artificialises-processus-dartificialisation-sols>

#### **2.1.1 Mesure de l'artificialisation**

Selon les méthodes d'estimation, l'artificialisation couvre entre 6 et 22% du territoire métropolitain, cette variabilité résultant principalement de définitions divergentes, de confusion (artificialisation – urbanisation – imperméabilisation des sols) et de la difficulté à mesurer le processus d'artificialisation. Officiellement, l'artificialisation quantifie les surfaces retirées à l'usage naturel, forestier ou agricole des sols. Les données nationales de référence reposent sur les bases de données satellitaires (Corine Land Cover Landsat), les enquêtes terrain (Teruti-Lucas), les fichiers répertoriant le foncier. Seules les données satellitaires permettent d'appréhender convenablement l'évolution de l'artificialisation, mais chacune des approches présente des limites notamment de précision.

Globalement, l'artificialisation augmente en France et en Europe de 0,5% par an, principalement par l'étalement urbain autour des grandes agglomérations.

### **2.1.2 Déterminants**

Les principaux déterminants de l'artificialisation sont la concentration des emplois, la croissance démographique, les familles plus petites, le coût du foncier et le coût faible du transport.

L'économie géographique explique l'urbanisation par les économies d'échelle, la croissance économique, la création d'emploi et de richesses, mais la métropolisation peut fragiliser des villes moyennes, induire des inégalités sociales et modifier les besoins fonciers. Face aux besoins importants de logements se pose les questions d'extension ou de reconstruction / densification de la ville, de renouvellement urbain.

Les infrastructures de transport améliorent l'accessibilité des villes et les échanges, mais contribuent largement à l'artificialisation des sols. Le foncier économique (zones commerciales, artisanales, logistiques) couvre une forte proportion (20%) des surfaces artificialisées et est cependant peu étudié.

Les perspectives se dessinent sous la forme d'immobilier logistique concentré, de recentrement de zones d'activités, d'agglomération sans étalement, du contrôle de l'usage des sols.

## **2.2 Impacts environnementaux de l'artificialisation et leviers d'action : 1- sur les propriétés et fonctions des sols, 2- sur l'environnement physique urbain. Béatrice Béchet**

### **2.2.1 Impacts sur propriétés et fonctions / services des sols**

Le sol se décline en 3 dimensions tant en-dessous (sols et sous-sols) qu'au-dessus de la surface (relief urbain), et constitue à la fois un milieu fertile (matières premières, production de biomasse et aliments) et une interface (cycles biogéochimiques, fonctions et services rendus, en lien avec l'eau, l'air, la faune, la flore, etc.).

L'artificialisation (par extraction de matières premières, développement de constructions et introduction de matériaux exogènes) altère ou transforme la nature des sols, l'habitat naturel et le patrimoine génétique, la production (biomasse, aliments), les mécanismes de stockage, filtration, épuration de l'eau, et plus globalement l'environnement physique, culturel et historique.

Divers processus (naturels ou anthropiques) interviennent dans l'artificialisation. Ils modifient les propriétés des sols (remaniements, compaction, imperméabilisation, acidification ou salinisation, contaminations), entraînent érosion, glissements de terrain, inondations, ainsi que pertes de matières organiques, baisse des réserves en éléments nutritifs et perte de biodiversité.

La contamination des sols est ainsi plus forte en milieux artificialisés (éléments traces métalliques notamment). La biodiversité des sols (micro-organismes, détritivores et prédateurs) est globalement altérée à la fois par les processus mécaniques, les contaminations, la fragmentation et l'étalement urbain liés à l'artificialisation. En surface, la macrofaune et la flore sont également impactées par perte de connectivité (fragmentation des espaces), dégradation ou disparition d'habitats, tandis que de nouveaux habitats (bâti, espaces verts) sont créés, et que des espèces animales généralistes et espèces végétales invasives, exogènes et rudérales se développent au détriment des espèces initialement présentes. Les espèces généralistes et/ou mobiles sont *in fine* moins affectées par l'artificialisation.

### **2.2.2 Impacts sur l'environnement physique urbain**

Plus généralement, l'artificialisation des sols impacte directement ou indirectement l'environnement urbain, par aggravation du bruit, la pollution de l'air, la contamination de l'eau (polluants liés aux bâtiments, à l'isolation des façades, etc.), la modification du cycle de l'eau (imperméabilisation, inondations, perturbation des mécanismes d'évapotranspiration, d'écoulement et d'infiltration), et la modification des conditions ambiantes (îlot de chaleur urbain résultant des modifications des processus aérauliques (vents, circulation de l'air), thermiques (rayonnement solaire / atmosphérique et des surfaces artificialisées, réflexions, convection, conduction) et hydriques (évaporation).

### **2.2.3 Leviers d'action pour limiter (les impacts environnementaux de) l'artificialisation des sols**

Les impacts de l'artificialisation peuvent être limités par des solutions techniques, comme par exemple :

- la gestion couplée de l'eau et de la végétation au niveau des projets urbains (en vue de préserver ou favoriser le développement des services écosystémiques),
- la végétalisation (sols, façades, toitures) pour limiter l'îlot de chaleur urbain,
- la construction ou reconstitution de sols multifonctionnels (génie pédologique),
- le développement des éco quartiers, des modes de transports doux, l'utilisation de matériaux alternatifs, etc., limitant les nuisances,
- et l'arbitrage entre densification urbaine et mosaïques paysagères ouvertes.

Hormis la doctrine « zéro artificialisation nette », il n'existe pas actuellement de politique publique concernant spécifiquement l'artificialisation (ou même les sols). Trois leviers sont à considérer :

1. L'évitement de l'artificialisation : droit et fiscalité, aides au logement, règles de construction des résidences secondaires et d'urbanisme commercial, etc., doivent y concourir de manière cohérente, de même que la protection du foncier agricole, des espaces naturels (notamment périurbains), de l'environnement, et l'anticipation des problématiques alimentaires dans les documents de planification.
2. La limitation des impacts : il s'agit d'une part d'améliorer / enrichir les connaissances sur l'environnement au niveau des documents de planification et des projets (indicateurs multifonctionnels des sols, impacts à considérer, effets directs et cumulés, maîtrise de l'imperméabilisation, de la densité d'habitat, des eaux pluviales, etc.), et d'autre part d'améliorer la gestion des territoires (éviter le mitage, distinguer l'offre foncière de l'offre immobilière, reconsidérer les limitations de densité et endiguer la périurbanisation, promouvoir la construction en continuité, le recyclage foncier, la planification intercommunale).
3. La compensation des impacts (non évités).

Finalement et en regard des déterminants de l'artificialisation des sols, des arbitrages politiques sont nécessaires, entre préservation de l'agriculture et construction de logements, entre ville compacte et déconcentrée, maîtrise de l'étalement et contention urbaine, entre coordination territoriale et lois du marché.

### **3 Session 2b - L'urbanisation et les mécanismes de compensation écologique - Pascal Gastineau**

Face aux ambitions de préservation des espaces naturels / non-artificialisés et de la biodiversité, le projet « Zéro artificialisation nette à horizon 2050 : quelles conséquences ? » vise à explorer quelles pourraient être les conséquences de l'application systématique de la séquence Éviter - Réduire - Compenser (ERC), et notamment l'obligation de la mise en œuvre de la compensation écologique à l'ensemble des opérations de développement urbain, avec une attention particulière portée au rôle joué par le marché foncier. Il s'agira notamment

- de recenser les connaissances disponibles sur le rôle de la question foncière dans la mise en œuvre de la compensation écologique en France et à l'étranger;
- d'élaborer un cadre théorique d'économie urbaine permettant notamment d'évaluer l'effet des politiques de compensation écologique sur l'usage des sols (concurrence entre compensation et autres usages);
- de modéliser et étudier les conséquences de l'application la séquence Éviter - Réduire Compenser en terme d'effet sur le prix du foncier, de choix de localisation des ménages, de redistribution entre les différents acteurs, etc.

L'application de la séquence ERC (introduite par la loi relative à la protection de la nature en 1976 puis consolidée et précisée en 2016) se traduit par des résultats contrastés, porte le plus souvent sur les impacts subis par les espèces protégées (en négligeant souvent les impacts sur la biodiversité ordinaire), et se heurte à de nombreuses difficultés de mise en œuvre. Les travaux en économie sur la compensation écologique sont assez rares et peu s'intéressent à l'impact de la séquence ERC sur la planification urbaine et l'usage des sols. Parallèlement au développement de la compensation écologique, on note une ambition grandissante de freiner l'artificialisation. La politique du "zéro artificialisation nette" s'inscrit dans la suite de l'expertise collective ESCo et s'est d'ores et déjà traduites par un certain

nombre d'actions: création d'un observatoire national de l'artificialisation des sols, élaboration de scénarios prospectifs, ateliers de travail, etc.

C'est dans ce contexte, que le projet souhaite offrir des pistes d'actions (planification, outils économiques permettant de réguler l'artificialisation et de favoriser la renaturation), susceptibles de favoriser la durabilité du développement urbain.

#### **4 Session 3 - Les nouvelles technologies au service des mobilités. Une approche prospective pour un développement éthique et socialement responsable - Anim. Mariana Netto**

##### *4.1 Introduction, objectifs et question(s) de recherche. Mariana Netto, David Smadja*

Dans une ère de très fort développement des technologies, notamment celles se substituant plus ou moins à l'initiative et aux compétences humaines, ce projet se propose de questionner les avancées technologiques quant aux besoins réels et cas d'usage qui les justifient, à leur potentiel pour le bien-être, aux dangers et impacts sur l'homme, la société, l'environnement, aux compétences humaines auxquelles elles peuvent ou ne doivent pas se substituer (préservation de l'initiative et de compétences) ? Ce questionnement éthique pluridisciplinaire doit permettre de trouver un juste milieu entre technolâtrie aveugle et technophobie crispée. Il relève de la critique des sciences, de l'évaluation technique avec une perspective d'amateur, une responsabilité sociale.

Ce débat concerne notamment l'automatisation et les systèmes cyber-physiques, particulièrement invasifs, et que l'on peut décliner en 4 niveaux d'interaction entre l'homme et la machine / le système (de l'homme élément, agent, opérateur du système à la symbiose homme-machine, cf. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01691584>).

C'est un questionnement éthique (et non moral), portant sur la justification des dispositifs techniques vis-à-vis des « profanes » selon des principes mutuellement acceptables, ou inversement sur l'identification de ce qui peut être éthiquement problématique. Ainsi la Technique « arraisonne » / détourne du cours normal par la raison, et l'activité rationnelle est elle-même l'exercice d'un contrôle (donc éthiquement problématique), de même que l'évolution vers un système technicien autonome par rapport aux champs politiques, économiques, etc.

##### *4.2 Éthique, nouvelles technologies et mobilités : quelle(s) contribution(s) de l'ergonomie et de la psychologie ? Jean-Marie Burkhardt*

J.M. Burkhardt propose une analyse de l'éthique en lien avec les nouvelles technologies (de mobilité) à partir des recommandations éthiques proposées pour le développement des technologies (académie des technologies), de l'éthique de la recherche et de l'éthique en psychologie et ergonomie (codes déontologiques, expérimentations / recherche sur la personne humaine).

Le développement de nouvelles technologies doit notamment s'interroger sur leur usage et sur les effets indésirables pouvant résulter d'utilisations imprévisibles. Le questionnement doit porter sur l'utilité, les modes de fabrication et de destruction, les usages prévus et imprévus, les effets inattendus, et notamment ceux portant sur les valeurs fondant le respect de la personne humaine et de la vie sociale.

Une réflexion abondante existe sur la robotique et l'intelligence artificielle, l'éthique de la recherche, le véhicule autonome, etc.

Globalement, trois axes d'investigation se dessinent : 1- sur l'éthique de la recherche sur les technologies 2- sur les usages et mésusages, 3- sur l'introduction de l'éthique dans la technologie (cas des véhicules autonomes, des systèmes de guerre, etc.).

Parmi les projets en cours sur l'éthique des technologies de mobilité, on peut citer les systèmes de prévention des accidents, l'apprentissage et la réalité virtuelle, l'acceptabilité du véhicule autonome. Des réflexions spécifiques seront menées sur l'éthique individuelle et collective, l'identification des problèmes d'éthique liés aux recherches sur les mobilités, la prospective (futurs possibles et probables).

#### 4.3 Assistance au conducteur et automatisation : problème, solutions, enjeux et reformulation. Mariana Netto

Le développement de systèmes de conduite assistée (ou partiellement automatisée) illustre particulièrement bien la complexité inhérente aux systèmes des transports et le besoin impératif de situer le problème d'automatique à l'intérieur de ce contexte pour réussir la conception du système embarquée.

Ainsi, le « temps à l'accident » (empan temporel) détermine trois groupes d'assistance pour gérer des interactions imminentes, proches ou distantes (0-1sec ; 1-5sec ; >5sec) – décrits dans 10.1109/TITS.2010.2080357. En effet, la performance cognitive du conducteur dépend du temps restant avant l'accident (trop limité ou plus conséquent), ce qui détermine le degré d'action nécessaire du système de contrôle pour l'aider : en automatique ceci déterminera aussi les modèles et algorithmes à utiliser, linéaires ou non-linéaires, et la complexité de synthèse sous-jacente. Le conducteur dans ce cas reste dans la boucle et il devient nécessaire alors de croiser des compétences techniques (e.g. automatique) avec celles relevant des sciences de l'homme (capacités cognitives, acceptation, responsabilité). Il s'agit cependant d'un niveau d'automatisation relativement limité (de 0 à 2), avec intrusion croissante selon le niveau d'urgence.

Les systèmes futurs envisagent une automatisation beaucoup plus forte (niveau 3 à 5), questionnant la préservation de valeurs et compétences humaines (bien-être, autonomie, dignité, responsabilité, etc.), voire l'intégrité de l'être humain lui-même, par l'utilisation de ces systèmes. Il s'agit en conséquence d'anticiper les effets des technologies dès leur conception. En particulier, il est nécessaire d'anticiper les situations qui relèveraient d'un dilemme moral (choix entre 2 situations d'accident par exemple) et de concevoir le système technologique pour éviter ces dilemmes (J. Hoven) ou au moins les minimiser autant que possible.

Plus fondamentalement, il peut être même nécessaire de questionner la légitimité même du véhicule autonome, et repenser globalement la mobilité pour une ville « habitable » (E. Fiat) ou durable.

#### 4.4 L'impact du droit sur la régulation des nouveaux modèles de mobilités. Michèle Guilbot

Le droit constitue un cadre juridique protecteur des valeurs de la société (liberté individuelle, liberté d'aller et venir, vie privée, données personnelles, etc.). Les nouvelles technologies de mobilité, les systèmes automatisés et connectés, interfèrent de multiples manières avec le droit.

Ainsi la mobilité connectée nécessite une base juridique garantissant l'anonymisation des déplacements, la minimisation et la protection des données personnelles, le consentement éclairé des utilisateurs à défaut de mise en œuvre d'une autre base légale, comme l'intérêt public par exemple, mais aussi la légitimité de la finalité, la loyauté et la transparence de l'utilisation de ces données. Si par exemple la géolocalisation (notamment via les objets mobiles connectés) est une donnée utile, voire nécessaire, dans le domaine de la mobilité connectée, elle est particulièrement intrusive (traçabilité des déplacements, connaissance des habitudes de vie et des comportements de conduite, révélation possible de données sensibles). Son traitement impose donc des mesures de protection.

Outre la question des données personnelles (véhicule connecté), le véhicule automatisé (à délégation de conduite) pose d'autres contraintes relatives à la sécurité de la conduite (faible de sécurité, interactions avec les autres véhicules, l'infrastructure, les usagers de la voirie) et nécessite un encadrement technique et juridique. L'automatisation (programmée) ou l'autonomie (auto-apprentissage via l'IA) et le niveau de délégation ou d'automatisation de la conduite conditionnent fortement cet encadrement et la détermination des responsabilités en cas d'accident.

D'autres problématiques juridiques sont abordées : le lien (juridique) entre VTC (véhicules de transport avec chauffeur) et plate-forme numérique de mise en relation, ainsi que la situation juridique des chauffeurs ; le partage de l'espace public et les micro-mobilités (trottinettes, etc.), la pollution numérique liée aux nouveaux services de mobilité connectée.

L'ensemble de ces contextes illustre bien l'enjeu d'équilibre entre innovation (mobilités) et le respect des droits des personnes physiques.



#### 4.5 *Micro mobilité : exemples au sein de projets. Régine Seidowsky*

Les micro-mobilités utilisent des micro-véhicules (équipements faciles à transporter tels que trottinettes, monoroues, etc.), motorisés ou non, partagés ou personnels. Avec un développement un peu « anarchique » et en complément des TC -, elles sont devenues source de conflit de partage de voirie et d'accidents. Le projet ORNISIM (simulation du mouvement des ORNI - objets roulants non identifiés) s'est intéressé aux facteurs de risques et à la prévention et protection des utilisateurs et autres usagers de la route, par la construction de modèles d'interaction piétons - trottinettes électriques (observations vidéo in-situ) et interaction véhicules - trottinettes (comparaison avec vélos et motos).

Par ailleurs, le projet E3S (Smart Sobre Secure), avec le développement d'un éco-quartier (2 ha, 2000 logements, 8000 habitants) sur la commune de Chatenay-Mallabry, sera l'opportunité de la création de nouveaux services de mobilités et micro-mobilités, en phase chantier puis pour les habitants.

En regard des avantages de ces micro-mobilités (accessibilité, intermodalité, bénéfiques énergétiques, déploiement et utilisation croissants), se posent cependant des questions de sécurité et vulnérabilité, d'impacts écologiques, de partage de l'espace, et d'utilisation restreinte au détriment des personnes âgées ou à mobilité réduite.

#### 4.6 *Mobilité, droit et liberté - conclusion et discussion. Anim. David Smadja*

L'éthique de l'innovation s'inscrit dans une perspective d'ouverture politique, visant à dépasser l'approche technicienne. Le processus d'institutionnalisation de l'éthique est une dynamique initiée suite à la création du comité national d'éthique en 1983 (la déontologie ne suffit pas), mouvement vers « une forme de pouvoir » qui prendrait le temps de la délibération.

Il est noté que paradoxalement l'innovation semble principalement tirée par l'initiative privée, avec une logique de profit. Dans certains cas, la commercialisation peut intervenir avant même la réglementation, qui de fait ne permettrait que de rendre l'innovation « moins néfaste ». L'autorisation de commercialisation devrait-elle être plus stricte ? le peut-elle dans une liberté de marché ? On note cependant que la rigueur des réglementations et autorisations de commercialisation varie selon les domaines (produits chimiques, médicaments, systèmes de mobilités), sans doute en lien avec les risques, le public, le financement, les corporations ?

La conception de l'innovation tient-elle suffisamment compte des besoins ? N'y-a-t-il pas un certain danger du « laisser-faire », ou de l'innovation non suffisamment réfléchi ? L'innovation induit un besoin de recherche pour en évaluer les effets néfastes (cf. par exemple la nécessité d'évaluer les effets des programmes TV pour les enfants). Dès lors qu'il s'agit de l'espace public, il est nécessaire d'encadrer / de réglementer l'innovation. On a donc d'une part la commande publique (pour le contrôle) et d'autre part les industriels et l'innovation (pour l'intérêt technique et financier).

L'éthique doit ainsi être le lieu de discussion entre liberté d'innover, d'acheter, de choisir d'une part, et de valeurs autres telles que la santé, le bien-être, l'inclusion (par opposition à l'exclusion par le chômage, les conditions de travail, l'âge, le handicap). Mais la critique ou le regard juste sur la technologie / l'innovation sont devenus extrêmement difficiles, en raison de la complexité croissante des systèmes d'une part, et de l'hyperspécialisation des experts ou scientifiques (par opposition au savoir encyclopédique antérieur) d'autre part. Le succès de certaines innovations peut ne tenir qu'à des « codes » (look, écologie, etc.). Les arguments écologiques et climatiques sont souvent prétextes à promouvoir la technologie. Si l'évaluation des effets des technologies s'est bien imposée, leur bien-fondé est plus rarement questionné.

Ainsi la Smart city représente un marché considérable, mais c'est aussi une trajectoire de dépendance, non réversible.

Une approche interdisciplinaire, prospective et éthique des nouvelles technologies de mobilités, sera menée dans ce cadre. Les systèmes d'assistance à ou de délégation de la conduite et les systèmes de (micro-)mobilité individuelle (connectés) constituent des cas contrastés particulièrement intéressants du point de vue de l'éthique et du droit.