



CHAIRE ANTHROPOLIS

La mobilité urbaine centrée sur les usages

Synthèse des activités 2015-2019

ALSTOM

ENGIE



GROUPE RENAULT



A PROPOS DE LA CHAIRE ANTHROPOLIS

À propos de la chaire Anthropolis

Portée par l'IRT SystemX et CentraleSupélec, la chaire Anthropolis place l'humain au centre des innovations pour les systèmes de mobilité urbaine.



Jakob PUCHINGER
Professeur titulaire
IRT SystemX/
CentraleSupélec



Flore VALLET
Chercheuse senior
IRT SystemX/
CentraleSupélec

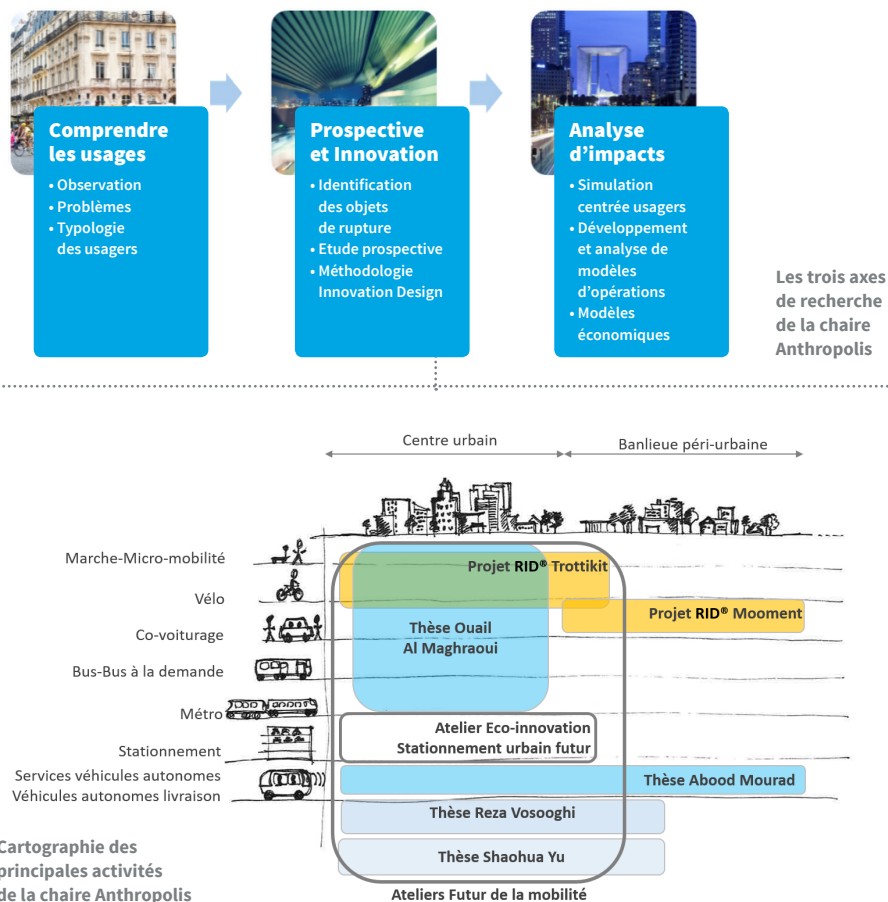
Les activités de recherche de la chaire portent sur des éco-innovations pour l'aménagement urbain et périurbain durable au service du citoyen et des collectivités, avec la prise en compte des interactions entre systèmes. Le projet s'intéresse plus particulièrement aux interactions entre des systèmes de mobilité (des individus et des marchandises) et les autres systèmes, en partant des objectifs propres de chaque usager et des collectivités publiques. Nos travaux se sont articulés autour de **trois axes**, auxquels ont directement contribué les doctorants de la chaire et deux stagiaires de master. Nous avons encadré deux projets d'Innovation Radicale RID©, animé trois ateliers publics et plusieurs ateliers internes à l'IRT SystemX et CentraleSupélec.

L'axe « **Comprendre les usages** » présente des approches centrées usagers (entretiens, observation sur un terrain donné de la mobilité quotidienne des personnes). Cette mobilité se caractérise par des déplacements contraints ou non contraints, quotidiens ou occasionnels. La mobilité est avant tout un moyen de mener à bien cinq activités principales : habiter, travailler, consommer, apprendre, se distraire. Cet axe de travail a conduit à la caractérisation de la qualité et des problèmes de voyage dans une vision porte-à-porte des profils de voyageurs, et à la modélisation des expériences-voyageurs.

L'axe « **Prospective et Innovation** » s'intéresse aux objets de rupture pouvant engendrer des changements radicaux dans la mobilité urbaine. Nous nous intéressons à la manière de concevoir des scénarios prospectifs de mobilité à l'horizon 2030, et nous introduisons une vision individuelle de celle-ci en nous appuyant sur la construction de personas.

L'axe « **Analyse d'impact** » développe des modèles et des méthodes d'optimisation et de simulation prenant en compte les objectifs des usagers et des opérateurs de ces systèmes. Différents angles de transformation de la mobilité sont examinés au travers de cet axe, qu'il s'agisse de l'évolution des écosystèmes de mobilité, de la transformation des modèles d'affaires, ou de la soutenabilité des services et systèmes de mobilité. ●

A PROPOS DE LA CHAIRE ANTHROPOLIS

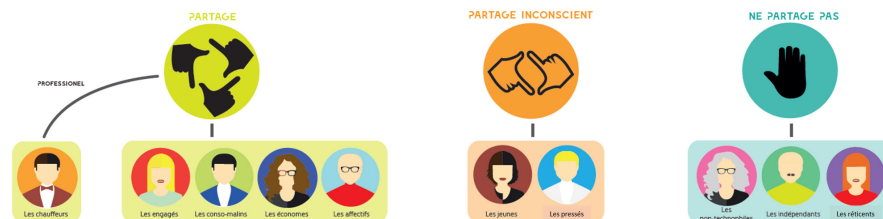


L'équipe de la chaire Anthropolis (Abood Mourad, Jakob Puchinger, Flore Vallet, Feirouz Ksontini, Antony Dutertre, Ouail Al Maghraoui, Reza Vosooghi, Joseph Kamel, Shaohua Yu)

A PROPOS DE LA CHAIRE ANTHROPOLIS

Des projets d'innovation avec les étudiants de CentraleSupélec

La chaire a été à l'initiative de deux projets d'innovation menés avec des étudiants. Ces projets, nommés Trottikit en 2016 et Mooment en 2017, se sont appuyés sur la méthode Radical Innovation Design RID® développée à CentraleSupélec. Alors que les étudiants de Trottikit se sont intéressés à l'amélioration des problèmes de mobilité active en ville, l'équipe de Mooment a abordé les difficultés de la mobilité partagée. Mooment est un service de co-voiturage pensé pour les personnes âgées et peu technophiles qui habitent en zone périurbaine et qui veulent mener une vie quotidienne autonome (pour leurs courses, leurs visites médicales, etc.). Le service est accessible grâce à un simple bouton connecté pour l'utilisateur, et à un site ou une application pour le chauffeur qui souhaite partager son trajet.



Les profils d'utilisateurs pour le projet Mooment

Des collaborations nationales et internationales

À l'échelle nationale, la chaire a co-organisé une journée d'étude « Design of mobility experience » avec l'équipe du Square Paris (fin 2017), à laquelle les partenaires Renault et Alstom ont été directement associés. Nous avons également co-organisé une journée d'étude commune avec la chaire MADP (Mutations de l'Action publique et du Droit public) de Sciences Po, qui a eu pour objet les implications pour le droit public liées au développement de services de mobilité innovantes (printemps 2017).

Sur le plan international, nous avons mené deux coopérations privilégiées qui se sont accompagnées de visites mutuelles et de publications avec Prof. Tom Van Woensel (Eindhoven) pour la thèse d'Abood Mourad et avec D^r Alexandra Milonig (AIT) pour la thèse de Ouail Al Maghraoui.

Une collaboration de recherche avec l'équipe de la conception de la mobilité autonome TUM-CREATE de Singapour (Henriette Cornet, Penny Wong) a été initiée lors de la visite de Ouail Al Maghraoui au printemps 2018, qui a pu présenter ses travaux de thèse au grand public lors de l'évènement de vulgarisation scientifique « Pint of science ».

La chaire est aussi impliquée dans la direction de deux thèses complémentaires. Il s'agit des travaux de Reza Vosooghi, concernant la conception, la modélisation et la simulation des services robot-taxi (projet Modélisation de Solutions de Mobilité, IRT SystemX) et de Shaohua Yu (en co-tutelle avec la NWPU, Xi'an, Chine) sur l'optimisation des opérations pour des robots de livraison en milieu urbain. ●

LES THÈSES DE LA CHAIRE ANTHROPOLIS



Ouail Al Maghraoui

Modéliser l'expérience voyageur pour concevoir la mobilité urbaine

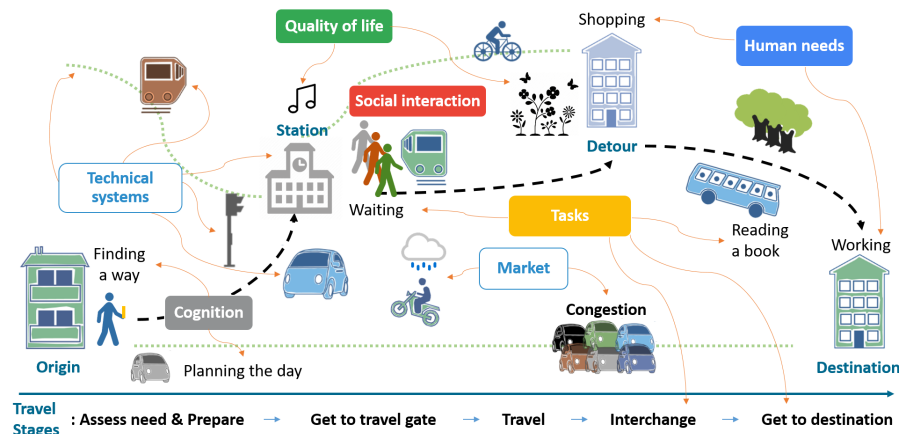
Cette thèse aborde le défi de la **conception des systèmes de mobilité urbaine**. Elle vise à développer un modèle d'expérience-voyageur pour faciliter le diagnostic des problèmes de voyage et améliorer la pertinence des modèles de transport pour les voyageurs. En combinant les points de vue de la conception de l'**expérience-utilisateur** et du transport, la thèse de Ouail contribue à approfondir la compréhension de la manière dont les voyageurs vivent leur voyage et des problèmes qu'ils rencontrent.

Le premier axe d'investigation de sa thèse est lié à la modélisation de l'expérience-voyageur pour alimenter un diagnostic pertinent et riche des problèmes de voyage. Dans un deuxième axe, les voyageurs sont impliqués dans l'identification des problèmes qu'ils rencontrent lors de l'utilisation de systèmes de mobilité urbaine au moyen de stimulus appropriés. Un troisième axe introduit des attributs subjectifs de voyage dans

des modèles de transport afin d'améliorer leur précision. Cette recherche utilise la recherche-action comme méthodologie.

La thèse associe revue de littérature dans les disciplines de conception et de transport, quatre observations de terrain, quinze entretiens en profondeur avec des voyageurs et experts en transport, cinq ateliers de problématisation, et deux expérimentations, dans une amélioration cyclique des résultats.

Les différentes utilisations du modèle ont permis un **diagnostic approfondi de trois systèmes de mobilité urbaine** (train de banlieue, bus à la demande, navette sur voie dédiée) et la mise au point d'attributs centrés sur le voyageur pour un modèle d'optimisation et une simulation multi-agents, testés par une enquête rassemblant plus de 450 répondants.●



Une modélisation de l'expérience de voyage

Mots clés : mobilité urbaine, expérience voyageur, problèmes de voyage, génération de problèmes, conception centrée sur l'humain, théorie ancrée.

LES THÈSES DE LA CHAIRE ANTHROPOLIS



Abood Mourad

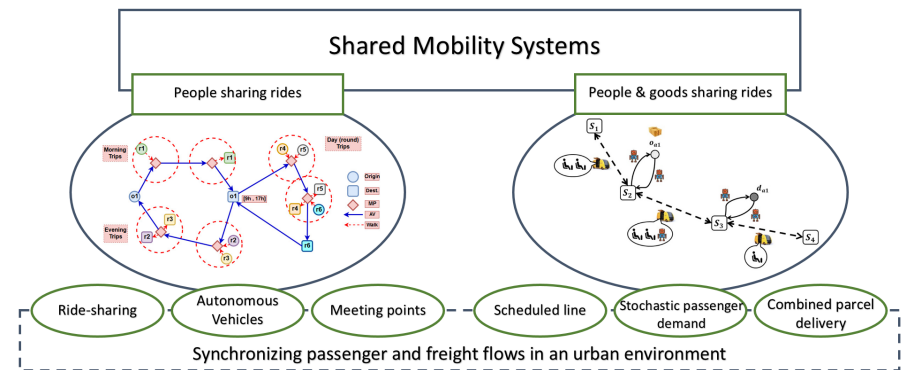
Synchronisation des flux de passagers et de marchandises dans les systèmes de mobilité urbaine

Avec l'augmentation progressive de la population dans les grandes villes comme Paris, nous prévoyons d'ici 2050 une augmentation de 50 % du trafic routier. Les systèmes de mobilité partagée – comme le co-voiturage ou l'auto-partage – peuvent être des solutions qui contribuent à une mobilité urbaine plus durable, tendant vers moins d'embouteillages et de pollution. Dans cette thèse, la mobilité partagée recouvre à la fois le partage de trajets par des personnes qui suivent le même itinéraire en même temps, mais aussi les déplacements de marchandises.

Cette thèse aborde le défi de la **synchronisation des flux de passagers et de marchandises dans les systèmes de mobilité urbaine**. Elle vise à développer des méthodes d'optimisation pour permettre la synchronisation dans la mobilité partagée. Elle étudie les différentes variantes de systèmes de mobilité partagée et les classe en

fonction de leurs modèles, caractéristiques, approches de résolution et contexte d'application.

La thèse propose un **modèle de covoiturage en utilisant les véhicules autonomes, personnels et partagés**. Pour cela, nous utilisons des points de rencontre où la synchronisation entre passagers peut avoir lieu. Puis nous développons un modèle d'optimisation stochastique qui associe les flux de passagers et de marchandises dans une région urbaine. Le but est d'utiliser au mieux les capacités disponibles sur une ligne de transport fixe pour transporter les passagers et des robots, qui transportent eux-mêmes de petits colis jusqu'à destination finale. Les résultats montrent que les solutions proposées par ces deux modèles peuvent conduire à une meilleure utilisation des systèmes de transport en réduisant les impacts négatifs sur l'environnement urbain.●



Une classification des systèmes de mobilité partagée

Mots clés : mobilité urbaine, synchronisation, transport de passagers et de marchandises, covoiturage, véhicules autonomes, optimisation, méthodes heuristiques.

Raconter des histoires de mobilité en 2030 à l'aide de scénarios et de personas

Afin de concevoir pour les générations futures, il est nécessaire de pouvoir dessiner les traits de la société dans laquelle seront intégrées les solutions de mobilité. Au cœur de différentes visions futures de société, tous les citoyens n'auront probablement pas accès aux mêmes opportunités de vie, ni n'auront les mêmes comportements de mobilité, certains étant gagnants et d'autres perdants.

“Comment introduire systématiquement la perspective individuelle de voyageurs dans des scénarios de mobilité future en 2030 ?”

Dans la littérature, les scénarios prospectifs traitant de la mobilité urbaine (électrique, autonome ou partagée) fournissent peu d'éléments illustratifs de la vie mobile de futurs voyageurs, considérés au plan individuel. Après avoir présenté une analyse et un regroupement d'un échantillon de futurs scénarios existants, nous avons extrait trois scénarios archétypaux. Ceux-ci sont représentatifs d'une société qui se développe soit dans la continuité (par rapport à nos jours), soit en accélération ou enfin en décélération. Nous avons ensuite créé quatre types de



Atelier Futur de la mobilité en 2030 avec les partenaires

profils de voyageurs, combinant les critères de compétences (ressources limitées ou importantes) et de motivation (ici conservatisme ou lanceur de tendance). Le modèle dit de persona, ou personnage fictif représentatif d'une classe d'utilisateur est fréquemment mobilisé en conception centrée sur les usages. Ce modèle présente l'intérêt d'illustrer et rendre concret les profils de futurs voyageurs. Au cours d'un atelier mené en octobre 2017, douze professionnels de la mobilité ont raconté, par groupe, la vie quotidienne d'un des personas (appartenant à l'un des profils) et les variations vécues par celui-ci au travers des trois scénarios proposés.

Les histoires qui ont été développées sont des illustrations des effets de développements technologiques sur la vie des gens, compréhensibles par des concepteurs comme par des décideurs. Les effets potentiels sur différents groupes sociaux sont ainsi rendus plus tangibles. Les perspectives de travail auront pour objet l'utilisation de ces histoires par des concepteurs comme point de départ de démarches d'innovation pour des produits et services de mobilité. ●

Profile	Leading in class	Paving new ways	Securing the state	Live for the moment
Born	1980	1995	1955	2010
Age in 2030	50	35	75	20

Icon made by [Zlatko Najdenovski] from www.flaticon.com

Quatre profils de personas pour 2030

Vers une mobilité urbaine durable

Depuis 2016, les travaux de la chaire se sont attachés à mieux définir les contours de l'expérience de mobilité actuelle au moyen d'observations et d'entretiens, de la mobilité future à l'aide de scénarios et de personas. Nous avons exploré la conception, la modélisation et l'optimisation de services de mobilité partagée intégrant -ou pas- des véhicules autonomes. Du fait de notre implantation sur le plateau de Saclay et des nombreux enjeux liés au développement rapide de la mobilité, nous avons fait de ce territoire un lieu d'observation et de recommandations privilégié pour ces premiers travaux, qui ont vocation à se poursuivre.



Les aménagements à venir dans le cadre du Grand Paris Express, ainsi que la tenue des Jeux Olympiques à Paris en 2024 constituent, à n'en pas douter, des leviers à l'émergence de nouvelles solutions et pratiques de mobilité pour une grande variété de voyageurs. Cependant, dans tous ces développements il nous faut garder à l'esprit l'urgence environnementale et de santé publique à laquelle le secteur des transports se trouve confronté aujourd'hui. Il s'agit donc, en priorité, de réduire les émissions de gaz à effet de serre produites par les déplacements de biens et de personnes, et d'améliorer la qualité de l'air dans les grandes villes, comme en témoignent les plans Climat Air Énergie Métropolitain et Qualité de l'Air Parisien.

Il y a d'ores et déjà plusieurs perspectives à la poursuite scientifique de nos travaux. Comment considérer simultanément mobilité et enjeux de la vie urbaine (par exemple logistique, alimentation, gestion de déchets, etc.) pour une meilleure qualité de vie pour tous ? Quels modèles d'affaire soutenables pour la mobilité urbaine de demain ? Quelle évolution envisager pour les transports publics, des infrastructures urbaines et de recharge ? Quels seront les impacts des nouveaux services et technologies de la mobilité sur l'individu, la ville et la société ? ●

LES PUBLICATIONS-CLÉS DE LA CHAIRE ANTHROPOLIS

Abood Mourad, Jakob Puchinger, Chengbin Chu. **A survey of models and algorithms for optimizing shared mobility.** Transportation Research Part B: Methodological, Elsevier, in press.

Ouail Al Maghraoui, Flore Vallet, Jakob Puchinger, Bernard Yannou. **Modeling traveler experience for designing urban mobility systems.** Design Science Journal, in press.

Tolga Bektaş, Jan Fabian Ehmke, Harilaos Psaraftis, Jakob Puchinger. **The Role of Operational Research in Green Freight Transportation.** European Journal of Operational Research, Elsevier, 2019, 274 (3), pp.807-823.

Reza Vosooghi, Joseph Kamel, Jakob Puchinger, Vincent Leblond, Marija Jankovic. **Robo-Taxi Service Fleet Sizing: Assessing the Impact of User Trust and Willingness to Use.** 98th Annual Meeting of the Transportation Research Board, Jan 2019, Washington, D.C., United States.

Flore Vallet, Jakob Puchinger, Alexandra Millionig. **Introducing Individual Travellers in Future Mobility Scenarios.** Mobile Utopia Conference, Nov 2017, Lancaster, United Kingdom. 2017.

Flore Vallet, Benjamin Tyl, François Cluzel, Yann Leroy. **Research directions in eco-innovation: a French perspective.** International Journal on Interactive Design and Manufacturing (IJIDeM), 2016, 10 (3), pp. 309-318.

[illegible]



www.chaire-anthropolis.fr

 @CAnthropolis