



**COLLOQUE
“LES SCIENCES DE
L’INFORMATION AU SERVICE
DES NOUVELLES MOBILITÉS”
13 OCTOBRE 2022**

***PRÉSENTATION DES
ACTIVITÉS DE L’IMT***

Aide à la décision
 Internet Physique
 Web sémantique
 Internet des objets
 Génie industrielle



Cybersecurity, ergonomie, vie privée
 Réseau, juridique, réalité virtuelle

Aide à la décision
 Recherche opérationnelle
 Sciences des données
 Modèles multiagents



Premier groupe français de grandes écoles

8 Grandes Écoles
 2 écoles filiales

Aide à la décision
 Recherche opérationnelle
 Modèles mathématiques
 Sciences des données



Communication
 Réseau
 Cybersécurité
 IoT

Brest
 Rennes
 Nantes
 Palaiseau
 Paris
 Évry
 Saint-Dié-des-Vosges



Aide à la décision, Urban sensing
 IA, Données



Modèles d'affaires
 Business models
 Économétrie

LES CAMPUS



Aide à la décision
 Recherche opérationnelle
 Internet des objets



Saint-Étienne
 Alès
 Albi
 Sophia Antipolis
 Gardanne



Aide à la décision
 Recherche opérationnelle
 Modèle mathématique
 Modèles multiagents
 Sciences des données



Aide à la décision
 Modèle statistique



+ 60 EC et
 +40 doctorants et postdocs
 6 chaires
 3 laboratoires commun
 1 accord cadre
 2 plateformes technologiques

Les outils disponibles

- En support à la collaboration : chaire, labo commun, accord cadre
- En support au développement de projets : plateforme technologique

Travaux de recherches récents, trois axes prioritaires

- Logistique
- Véhicule Autonome
- Services de mobilité



Chaire IMT Mines Alès – Geoconcept



- *Optimisation stratégique, équilibrage de tâches sur le long terme*
- *Prise en compte d'informations statistiques et temps réels de trafic pour améliorer l'optimisation*

Chaire Internet Physique (Mines de Paris)

- *Logistique en réseaux et services innovants*
- *Interconnexion : exploration d'un cadre théorique pour l'internet physique*



CHAIRE INTERNET PHYSIQUE



Chaire Logistique urbaine (Mines de Paris)

- *Étudier le développement de la gouvernance de la logistique urbaine dans les collectivités en concertation avec les acteurs économiques*
- *Comprendre les impacts des enjeux économiques, sociaux et environnementaux dans le contexte de la transition numérique*



groupe pomona

LE GROUPE LA POSTE

MAIRIE DE PARIS



RENAULT

Chaire Connected Cars et Cyber security (Telecom Paris)

- *Cybersécurité : analyse de risque et sûreté de fonctionnement*
- *Protection des données et des flux en temps réel, crypto et agilité*
- *Gestion d'identité et authentification*
- *Résilience par construction*
- *Confiance et données personnelles*



Chaire Cyber CNI : Sécurité des infrastructures critiques (IMT Atlantique)

- *Analyse avancée de données à des fins de cybersécurité*
- *Définition de métriques pour l'analyse des risques de sécurité*
- *Réponse à des événements multiples et coordonnés*
- *Collecte, génération et mise à disposition de données pour la cybersécurité*



Chaire VP-IP : Valeurs et politiques des informations personnelles (Telecom Paris, Telecom Sud Paris, IMT Business School)

- *Identité numérique*
- *Gestion des informations personnelles*
- *Contributions et traces*
- *Informations personnelles dans l'internet des objets*
- *Politique des information personnelles*

CHAIRE VP-IP
**VALEURS ET POLITIQUES
 DES INFORMATIONS PERSONNELLES**
 DONNÉES, IDENTITÉS ET CONFIANCE À L'ÈRE NUMÉRIQUE



Accord cadre Mines Saint-Etienne – SNCF

- *Modélisation, simulation et optimisation de la planification des ressources et circulations ferroviaires*
- *Transport de marchandises, logistique urbaine, mobilités des personnes*

Laboratoire commun CRC Lab : IMT Atlantique – CRC services

- *Optimisation des réseaux de transport mutualisés avec prise en compte des incertitudes sur la demande et la durée des opérations*
- *Service de réservation des moyens : permettre aux chargeurs d'affréter le nombre optimal de véhicules*



Laboratoire Commun DISC : IMT Albi – Next4

- *Pilotage des activités logistiques d'une Supply Chain basé sur des objets connectés*
- *Supporter les chargeurs dans leur processus de décision par les données*

Laboratoire Valeo.AI : Valeo - Telecom Paris / Sorbonne université / INRIA / EPFL / CNAM / Ecole des Ponts / Max Plank Institute

- *Capteurs et apprentissage profond pour l'analyse et la compréhension de l'environnement du véhicule*



Plateforme Territoire - Mines Saint-Étienne

- *GeoDelivery* : Aide à la décision pour le développement de schémas logistiques urbains durables
- *GeoFood* : Aide à la décision pour le développement de solutions de chaînes alimentaires responsables et durables.
- *GeoTaxi* : Aide au déploiement d'une flotte de Taxis autonomes



Plateforme ouverte de résolution de problèmes récurrents, dynamiques et stochastiques de tournées de véhicules en milieu urbain (Projet ANR MAMUT IMT Atlantique)

- Identifier, apprendre, et expliquer les caractéristiques d'une classe de problèmes de logistique urbaine à l'aide du machine learning
- Proposer un solveur grande échelle hybride RO/IA fondé sur une IA explicable plutôt que méthodes ML black-box
- Fournir à la communauté scientifique et industrielle les problèmes, instances, algorithmes développés à travers une plateforme collaborative.

Les outils disponibles

- En support à la collaboration : chaire, labo commun, accord cadre
- En support au développement de projets : plateforme technologique

Les recherches récentes

- Logistique
- Véhicule Autonome
- Services de mobilité

Une proposition riche

Travaux de Recherche : *des travaux de la conception d'un réseau logistique à l'analyse des résultats en passant par son exploitation.*

Application à la logistique terrestre, logistique urbaine, logistique maritime et ferroviaire

Cadres de collaboration

- *Chaire : Internet Physique, Logistique urbaine et IMT Ales – Geoconcept*
- *Laboratoires communs : CRC Lab, DISC*

Plateformes soutien à la recherche

Plateforme Territoire, Projet ANR MAMUT



Conception de réseaux

- Résilience et dynamique des réseaux interconnectés

(Thèse Mines de Paris)



- Modélisation des stratégies des acteurs lors du routage des flux

(Projet Mines de Paris)

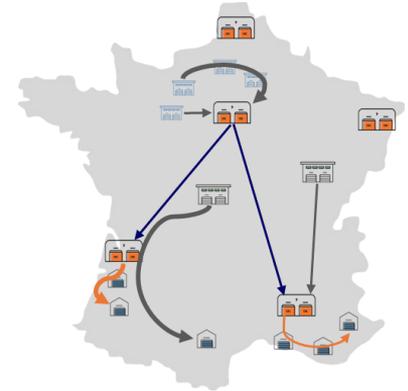


- ▶ Mechanism Design, théorie des jeux, simulation
- Localisation de Hub et conception d'itinéraires pour du transport collaboratif (Thèse CRC Services (IMT Atlantique))



Analyse

- Connaissance du trafic marchandise à partir des données de bornage d'un réseau mobile (Thèse Mines de Paris – U. FC)
- ▶ Potentiel et impact des nouveaux outils numériques d'interconnexion



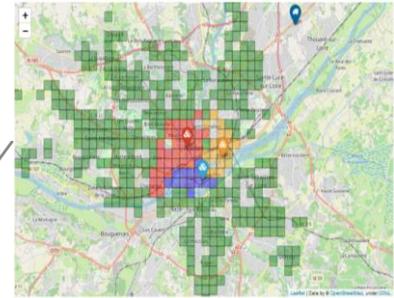
Thèse CRC Services



Conception de réseaux

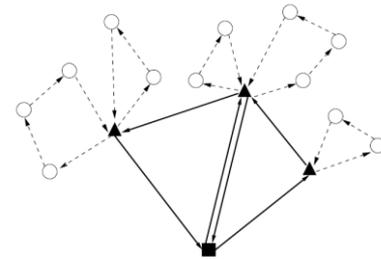
- *Conception de réseaux de plateformes logistiques urbaines (Projet COLOUR (IMT Atlantique))*
 - ▶ *Evaluation quantitative et simulation d'hypothèses*
 - ▶ *Modélisation mathématique, conception d'algorithmes et évaluation numérique*
- *Logistique avec un hub (collaboration Austrian Institute of Technology (Mines Saint-Etienne))*
 - ▶ *Conception d'itinéraires avec des véhicules électriques et gestion de la charge dans les hubs.*
 - ▶ *recherche locale à grand voisinage, programmation par contraintes*

Projet COLOUR



Impact réglementation

- *Aide à la décision pour le transport de marchandise (Thèse Mines de Paris – Mines Saint-Etienne)*
 - ▶ *Comprendre/anticiper l'adaptation des acteurs d'un réseau logistique à des changements de législation*
 - ▶ *Simulation multiagent, génie industriel, logistique urbaine*

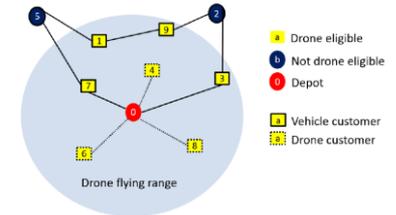


Logistique avec un hub

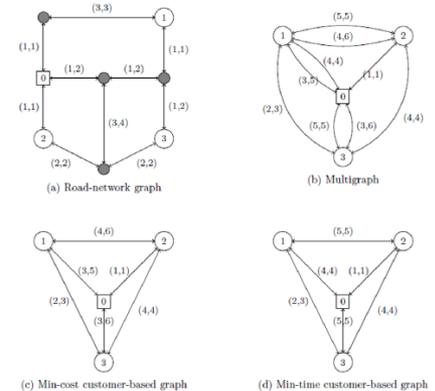


Routage des véhicules

- ▶ Livraison avec des véhicules électriques, des drones (*Mines Saint-Étienne*)
- ▶ Consolidation et coordination d'itinéraire pour la logistique urbaine (*ANR MODUM - Collaboration Uni. Brescia*)
- ▶ Livraison avec des véhicules électriques (*ANR EVERS*)
- ▶ Logistique avec drones (*Thèse Label IMobS3*)
- ▶ Livraison particulier (*Thèse collaboration Université de Vienne*)
- ▶ Utilisation de l'information trafic (*Thèse Label IMobS3*)
 - Étudier les nouvelles modalités de distributions : nouveaux véhicule nouvelles datas, délais plus courts, schémas plus complexes
 - Recherche opérationnelle, méthodes exactes et méthodes heuristiques



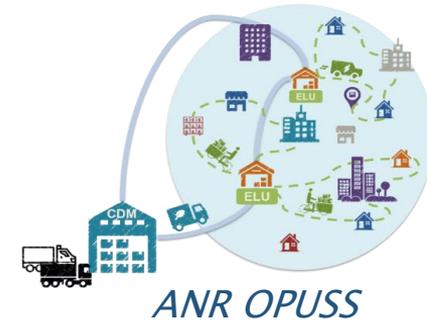
livraison par drones



Logistique et information trafic

Routage des véhicules

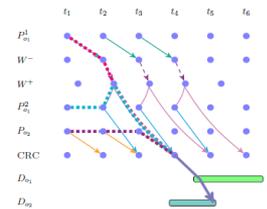
- Conception d'algorithmes d'optimisation avancés pour planifier les transports dans des réseaux synchronodaux (*Projet ANR OPUSS (IMT Atlantique)*)
 - ▶ *Algorithmes d'optimisation des tournées de véhicules, applications en logistique urbaine.*
 - ▶ *Modélisation mathématique, hybridation de méthodes exactes et heuristiques*
- Résolution de problèmes de tournées de véhicules en combinant machine learning et métaheuristiques (*Thèse AI@IMT (IMT Atlantique – IMT Nord Europe – UBS)*)
 - ▶ *Accentuer la synergie entre RO et IA pour la résolution de problèmes de logistique urbaine*
 - ▶ *Science des données et recherche opérationnelle*



Routage des Flux

- Livraisons interconnectées dans la ville intelligente : démonstrateur à partir d'une plateforme IoT (*Thèse Mines de Paris*)
- Planification des chargements dans l'internet physique (*Projet Open Network (IMT Atlantique)*)

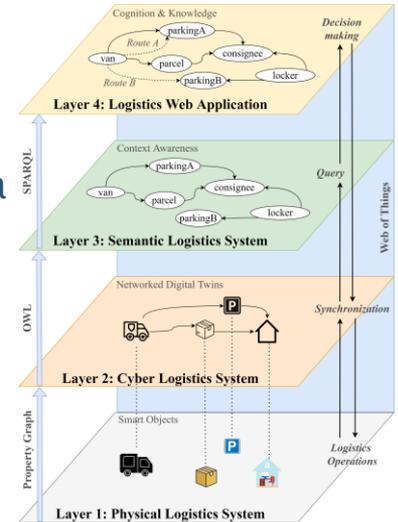
PIA Open Network



Supervision

- Combiner Graphe de Connaissance et Jumeau Numérique d'un système cyber-physique grâce à des agents autonomes : application à la logistique (*Thèse Orange – Mines Saint-Étienne – Mines de Paris*)
 - ▶ *Supervision et adaptation en temps réel des solutions pour la ville intelligente*
 - ▶ *Jumeau numérique, Simulation multi-agent, Graphe de connaissances*

- Livraisons interconnectées dans la ville intelligente : démonstrateur à partir d'une plateforme IoT (*Thèse Mines de Paris – U. FC*)
 - ▶ *Étude de l'impact des nouvelles technologies pour l'amélioration de la logistique urbaine*
 - ▶ *Internet des objets, web des objets, sémantique web*



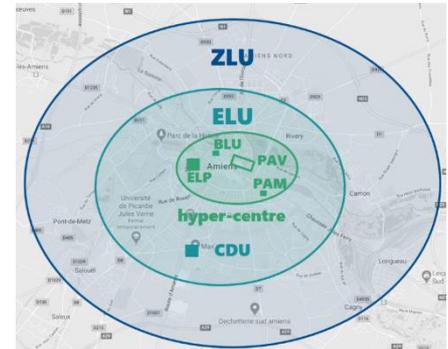
Évaluation d'impact de la logistique

- *Calcul de l'impact des décisions liées à la logistique urbaine (Projet Régional FLOTES (IMT Atlantique))*
 - ▶ *Recherche Opérationnelle, Sciences des données*
 - ▶ *Etude de la performance environnementale et de la compatibilité des flux d'infrastructures dédiées à la livraison urbaine (Thèse Mines de Paris)*
 - ▶ *Méthodologie de mise en place d'une logistique durable*
 - ▶ *Analyse fonctionnelle, Modélisation et simulation*



Logistique et Gouvernance

- *Comprendre le rôle du numérique dans la mise en place d'une gouvernance de la logistique (Projet Mines de Paris – Copenhagen Business School)*
 - ▶ *Comprendre les conditions d'émergence de nouveaux outils numériques et l'acceptation par l'éco-système*
 - ▶ *Management, Logistique*



Logistique maritime

➤ *Conception de réseaux logistiques de type internet physique (Thèse IMT Atlantique – Université de la Sabana (Colombie))*

- ▶ *Choix des points d'interconnexion entre réseau fluvial et routier*



➤ *Ré-optimisation des réseaux de lignes maritimes (Projet Mines Saint-Étienne – CMA CGM)*

- ▶ *Prise en compte des ajustements locaux de la structure et du fonctionnement de lignes et de ses impacts sur le réseau global*
- ▶ *Modélisation mathématique, Expérimentation sur des données industrielles*



Logistique portuaire

➤ *Optimisation du transport de conteneurs (Projet Mines Saint Etienne – DMS Logistics)*

- ▶ *Optimiser les flux terrestres import et export depuis/vers les terminaux portuaires.*
- ▶ *Management, Logistique*



Logistique Ferroviaire

- *Planification intégrée et robuste des ressources ferroviaires pour le transport de marchandises (Thèse Fret SNCF – Mines Saint-Étienne)*
 - ▶ *Modélisation du problème intégré de planification sillons et engins*
 - ▶ *heuristique de relaxation Lagrangienne, validation de l'heuristique sur des instances industrielles*
- *Programmation optimisée de la Maintenance par Télédiagnostic (projet Prompt SNCF – Mines Saint-Étienne)*
 - ▶ *Simulation de la maintenance de nouveaux TGV*
 - ▶ *Simulation événementielle, interface homme-machine*
- *Navettes autonomes ...*



Les outils disponibles

- En support à la collaboration : chaire, labo commun, accord cadre
- En support au développement de projets : plateforme technologique

Les recherches récentes

- Logistique
- Véhicule Autonome
- Services de mobilité

Travaux de recherche :

- Sécurité (cyber / sûreté de fonctionnement)
- Acceptabilité et éthique
- Perception de l'environnement (localisation, vision)
- Planification de trajectoire
- Interaction avec les autres usagers (véhicules, piétons, ...)
- Communications et collaboration entre véhicules et/ou avec l'infrastructure (carrefour intelligent, platooning, coordination de véhicules dédiés au fret et logistique)



Les cadres de collaboration :

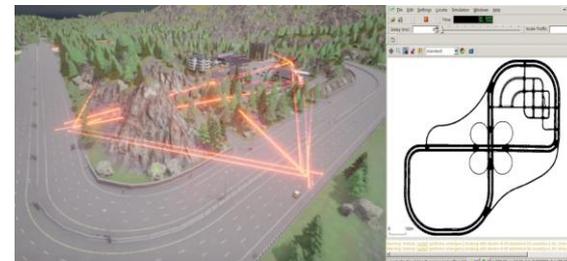
- Chaire : Connected Cars & Cybersecurity (avec Nokia, Renault, Thalès), Cyber CNI : Sécurité des infrastructures critiques (avec : Airbus Defence and Space, Amossys, BNP Paribas, EDF et SnCF), VP-IP : Valeurs et politiques des informations personnelles (avec Dassault, BNP Paribas, Orange, In Groupe)
- Laboratoire commun : Valeo.AI (avec CEA, l'Inria, Mines ParisTech et Valéo)

Analyse de risque et détection de cyber-attaque :

- *Supervised Learning for Intrusion Detection Systems in Connected Cars (thèse chaire C3S)*
 - ▶ *Utilisation de l'apprentissage profond pour la détection d'intrusion*
- *Model-based Joint Analysis of Safety and Security (thèse chaire C3S)*
- *Multi-Layered Misbehavior Detection for a connected and autonomous vehicle (thèse chaire C3S)*
 - ▶ *Développement d'outils de simulation pour véhicules connectés*
- *Strategic and quantitative decision support methods and tools for security risk management in the context of the connected car infrastructure (thèse chaire C3S)*

Protection des données et crypto:

- *Analyse et conception d'une architecture cryptographique adaptative pour le véhicule connecté autonome (thèse chaire C3S)*
 - ▶ *Adaptation des performances des algorithmes cryptographiques dans les VANET*
- *Implantations de primitives cryptographiques adaptées aux besoins du véhicule connecté(thèse chaire C3S)*
 - ▶ *Développement de jeu d'instructions spécifiques à la cryptographie sur architecture RISC*



Confiance dans les IA dédiées au véhicule autonome

➤ *Projet AI4CCAM : Trustworthy AI for CCAM Situation Recognition and Action Forecast*
(Projet Horizon Europe (RIA), Coordinateur Simula Research (Norvège) , 14 partenaires,



- ▶ CCAM = Cooperative Connected and Automated Mobility
- ▶ Développement d'un environnement pour l'intégration d'IA de confiance pour anticiper comportement des usagers de la route dans le trafic urbain
- ▶ Développement et évaluation des scénarios de simulation d'usagers de la route interagissant avec des véhicules automatisés



➤ *Analyse de l'impact des algorithmes et l'intelligence artificielle d'un point de vue sociétal*
(thèse IMT BS)



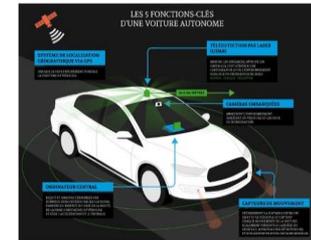
Confiance et données personnelles

➤ *Analyse d'impact relative à la Protection des Données : le cas des voitures connectées* (chaires C3S et VP-IP)



Identification des responsabilités dans la conduite autonome

- ▶ Opacité de l'IA
- ▶ Adaptation des règles de droit



Perception de l'environnement :

- *Obstacle Detection on LiDAR data through 5G for automotive and railway cases (projet européen 5Gmed, Mines de Paris)*
- *Massive computing platform for autonomous vehicle with realistic sensors simulation (projet FUI Replica, Mines de Paris)*
- *Ego-localisation visuelle des véhicules (thèse CIFRE Huawei – Mines de Paris)*

Planification de trajectoire et commande du véhicule :

- *Deep-Reinforcement-Learning pour la conduite automatisée en zone urbaine (thèse CIFRE Valéo – Mines Paris)*

Interaction avec les autres usagers :

- *Large Scale Data and Behavior Modeling for Automated Driving (projet IA Franco-Allemand HAIbrid, Mines de Paris et KIT)*
- *Prédiction des intentions des piétons (thèses VeDeCOM – Mines de Paris)*
- *Prédiction des trajectoires des véhicules (thèses Mines de Paris)*

Coordination de véhicules :

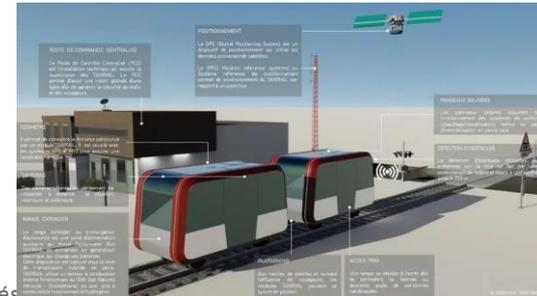
- *Gestion de flottes d'AGV (collaboration entre IMT Atlantique, ECAM et Univ Tokyo)*
 - ▶ Localisation indoor et perception de l'environnement
 - ▶ Autonomie de déplacement vs trajectoire pré-déterminées



Connectivité du véhicule autonome et interaction infrastructure :

- *Développement d'une navette autonome sur rail (Projet TAXiRAIL - IMT Atlantique, Telecom Paris)*
 - ▶ Connectivité sol-bord
 - ▶ Interaction avec les passages à niveaux V2X

- *Véhicules communiquant pour systèmes de transports coopératifs (Projet européen INDID)*
 - ▶ Communication avec l'infrastructure



Les outils disponibles

- En support à la collaboration : chaire, labo commun, accord cadre
- En support au développement de projets : plateforme technologique

Les recherches récentes

- Logistique
- Véhicule Autonome
- Services de mobilité

Des nouvelles options pour la mobilité

- Demand-Responsive Bus or Minibus



- Shared taxis



- Carpooling

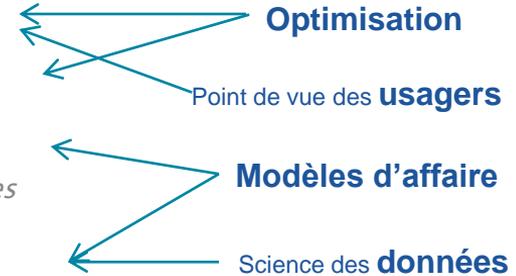


- Bike Sharing



Questions ouvertes

- *Impact ?*
 - *+83 % Km¹ et +40 % congestion²*
 - *Compétition avec les TC³*
 - *Bénéfice pour les usagers ?*
- *Rentabilité ?*
 - *Uber en perte pour plusieurs années*
- *Données*
 - *Collecte ?*
 - *Exploitation ?*
 - *Valorisation ?*
 - *Vie privée ?*



« Smartification » des services traditionnels

[1] Hanao et Marshal (2019). The impact of ride-hailing on vehicle miles traveled, Transportation

[2] Erhardt, G. D., Roy, S., Cooper, D., Sana, B., Chen, M., & Castiglione, J. (2019). Do transportation network companies decrease or increase congestion? Science Advances

[3] Sadowsky, N., & Nelson, E. (2017). The Impact of Ride-Hailing Services on Public Transportation Use: A Discontinuity Regression Analysis. In Economics Department Working Paper Series - Bowdoin College.

Optimisation

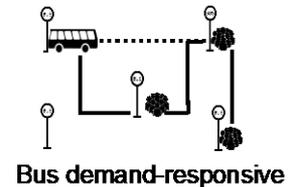
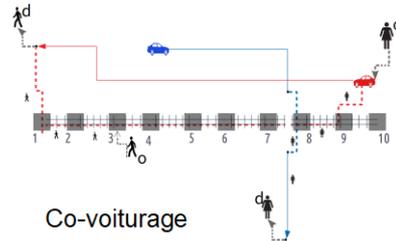
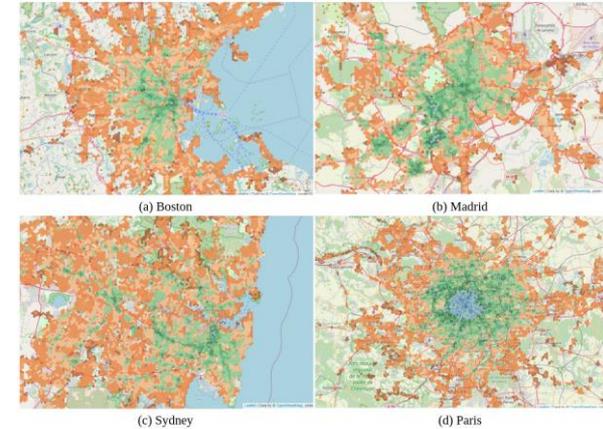
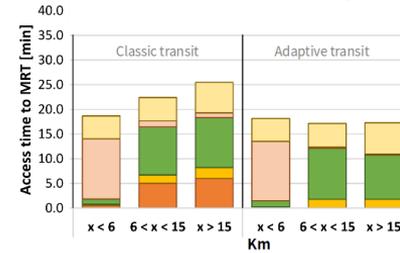
- Conception : multimodalité
- Exploitation

CONCEPTION : OPTIMISATION DES TRANSPORTS MULTIMODAUX

27

Vers des transports en commun adaptatifs

- Évaluation de l'accessibilité et l'inégalité des TC actuels à travers les *données ouvertes* (GTFS)
- Dépasser ces limites à travers la multimodalité
- Conception de services fixes et flexibles
- Méthodes
 - Modèles analytiques
 - Méta-heuristiques
 - Apprentissage par renforcement



Projets

- *Multimodal Transit for Accessibility and Sustainability (MuTAS), ANR JCJC, 2022–26*
- *Data-Driven Models of Multi-Modal Transit" (2D3MT), BayFrance, 2022–23*
- *AI for more accessible cities (AI-4-MAC), Hi!Paris, 2023–24*
- *Ride-sharing for Transit, InterCarnot, 2021*



Évaluation de l'impact du transport multimodal

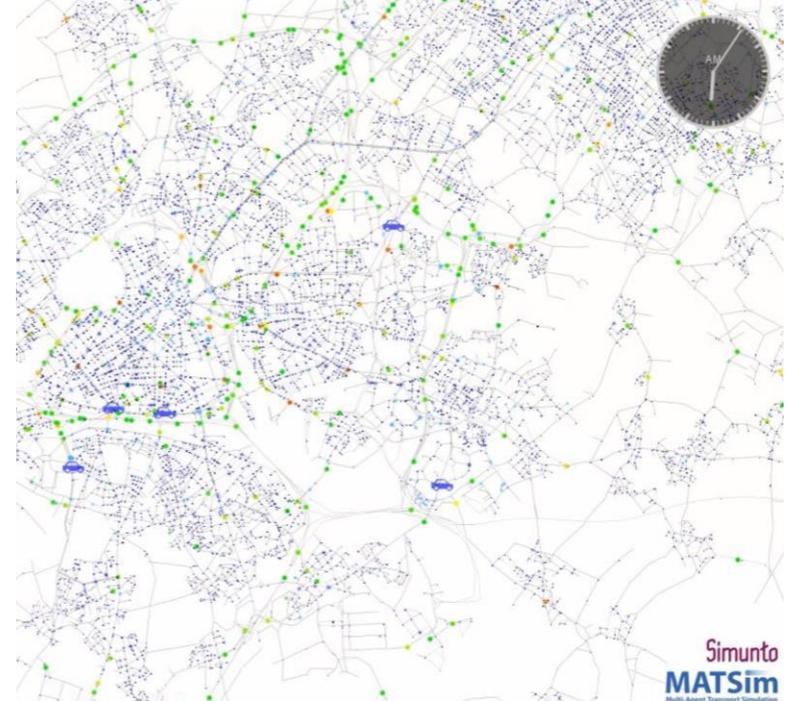
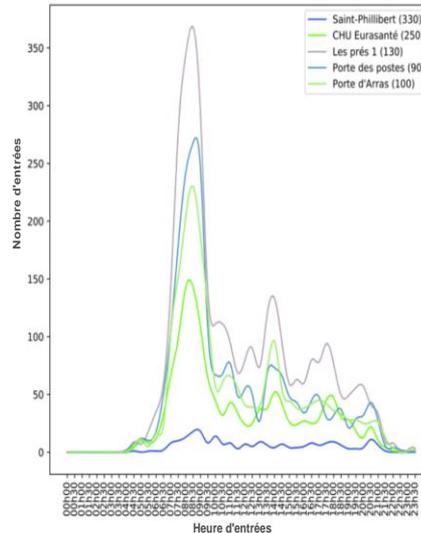
➤ Comportement des usagers

- Raisons des déplacements (école, travail, shopping, etc.)
- Les usagers cherchent à maximiser leur utilité



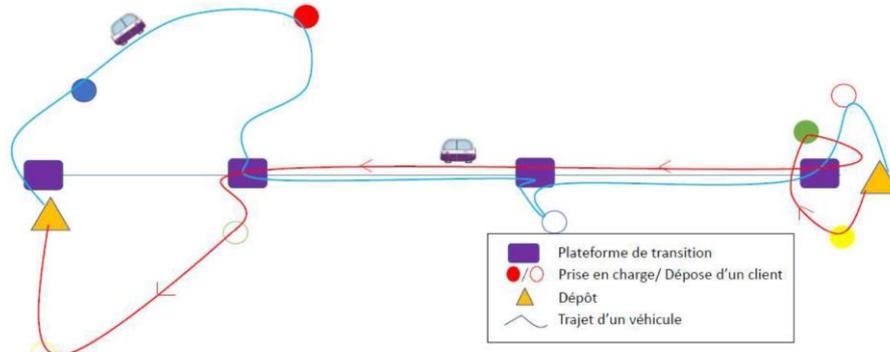
➤ Application : parcs relais à Nantes

- Localisation ?
- Dimensionnement ?



Optimisation de systèmes de transport à la demande mixtes en zones peu denses

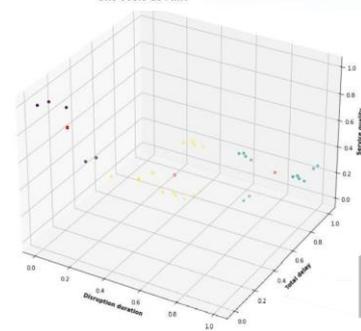
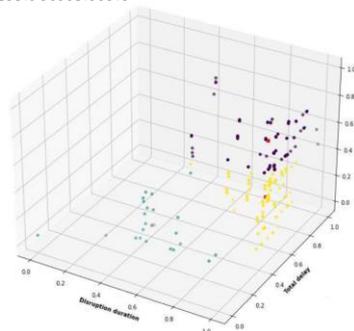
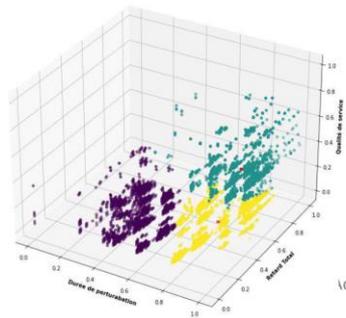
- *Flexi* : Mix de transport à la demande et ferroviaire
- *Méthode* : Modélisation mathématique et développement d'heuristiques
- *Thèse CIFRE*



SMARTIFICATION DU TRANSPORT FERROVIAIRE

Projet « COACH – Ré-ordonnancement des trains en zone dense »

- Moteur d'optimisation pour générer plusieurs ordonnancements
- Apprentissage non-supervisé pour choisir les ordonnancements les plus pertinents
- Critères : résilience, qualité de service



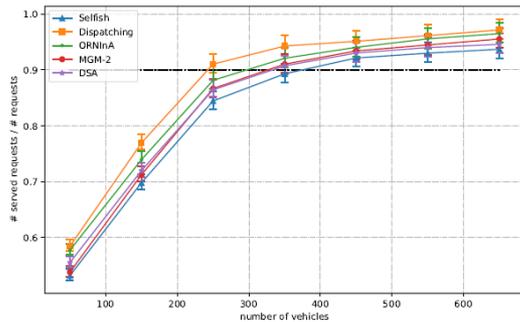
Optimisation et apprentissage dynamique pour la replanification et la reconception dans un système ferroviaire dense

- Aide à la décision en temps réel pour la réponse aux incidents sur les lignes Transilien
- Méthode : Optimisation multi-objectif en temps réel
- Thèse CIFRE

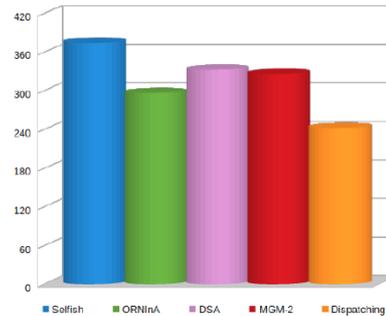


Mobilité à la demande décentralisée

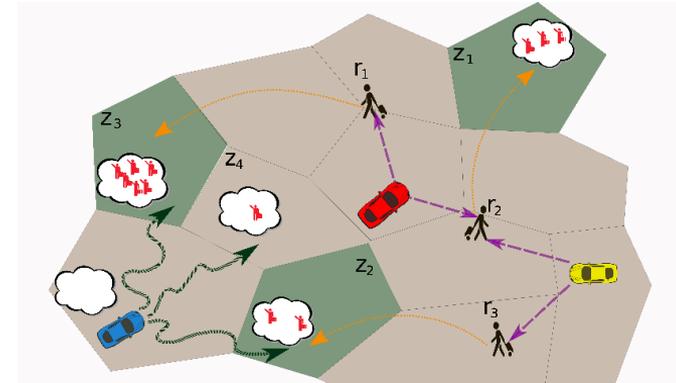
- *Système multi-agents*
- *Communication V2V entre véhicules*
- *Coordination*
- *Méthodes*
 - *Mixed Integer Linear Programming*
 - *Distributed Constraint Optimization*
 - *Market-based protocols (Auction)*



Evolution of the Quality of Service



Required fleet size for 90% QoS



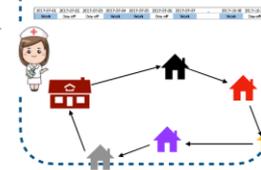
HOPES : Home service Operations Planning with EmployeeS preferences and uncertainty

- Ordonnancement multi-périodes des employés + tournée de véhicules
- Préférences individuelles et incertitude
- Méthodes :
 - Optimisation déterministe et stochastique, science des données
- Projet ANR JCJC (2022-26)



Employee preferences for the Type of: shifts, visits...

Multi-period Employee scheduling and Routing



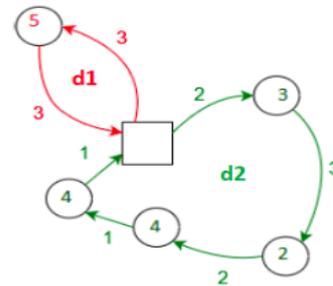
Uncertainty in: Employee availability, service times...

Evaluation: Case studies

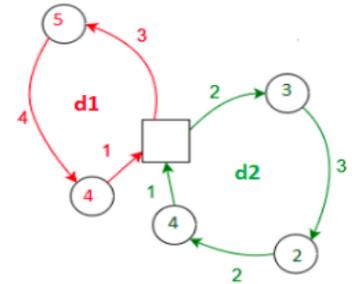


FITS : Flexible and Intelligent Transportation Systems

- Équité dans le partage des tournées pour le service à domicile
- Nouveauté : l'équité est atteinte sur un horizon temporel plus long qu'une journée
- Gain : grande réduction des coût d'exploitation
- Projet ANR JCJC (2019-23)



Solution S1
(efficace)



Solution S2
(équitable)

PROMPT : Programmation optimisé de la Maintenance par télédiagnostic

- Identification de manière probabiliste des prochaines dates de maintenance
- Simulation + interface opérateur



Node's breakdown structure			
N01	IDX_ID	N02	List node (Hidden col)
Node level	Node's index	Node's name	List node (Hidden col)
1	001000262	PROV-ACCIDENT VANDALISME	001000262
2	001000004	RT630 - BODIES & SUSPENSION	001000004
3	000079825	MOTOR BOGE COMMON	000079825
4	000079826	POWER WHEELSET BOXED ASSEMBLY	000079826
5	000079827	POWER WHEELSET (NON-BOXED)	000079827
6	000079828	MOTOR AXLE	000079828
6	000079829	MONOBLOC WHEEL 920 MM DIAMETER	000079829
6	000079840	AVELIA GEARBOX V320	000079840
7	000079841	PM ASSY AVELIA V320	000079841
8	000079842	HU2217 BEARING	000079842
8	000079843	G1216 BEARING	000079843
7	000079844	RI ASSY AVELIA V320	000079844
8	000079845	HU2316 ROLLER BEARING	000079845

SNCF Maintenance Simulation

Simulation Run Settings

Simulation Horizon (in weeks):

Automatically Save Simulation Result:

Excel File Path for Simulation Output:

Excel File Path for Simulation Input:

Pause Simulation When Failure Occurs:

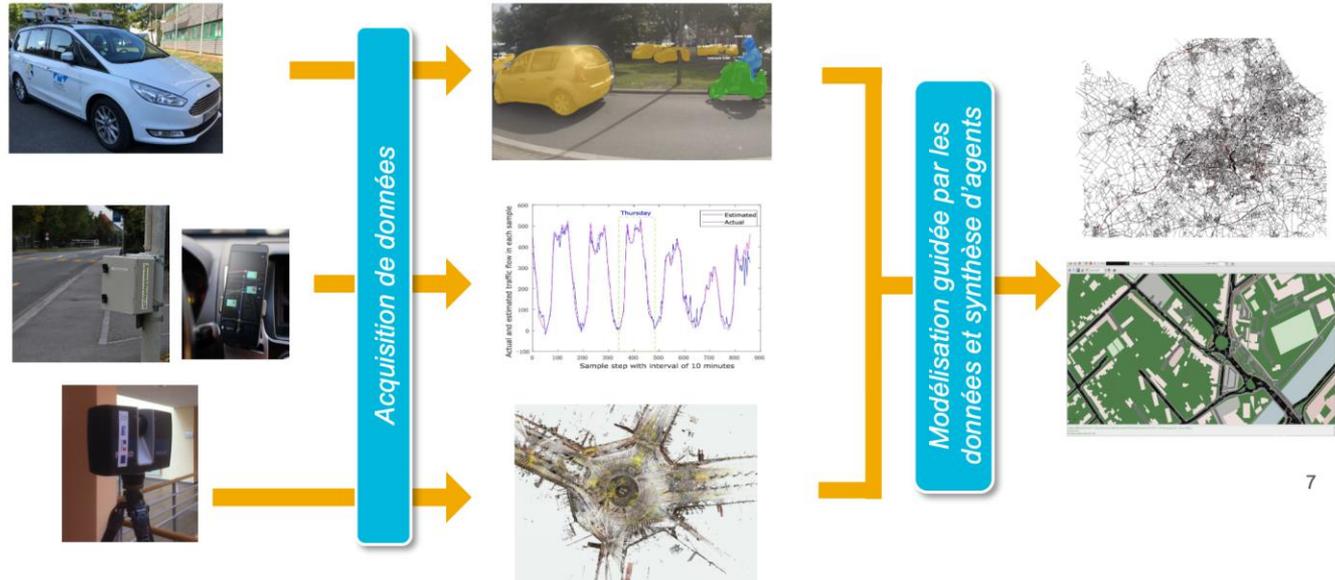
Simulation Model Description

Données

- Collecte
- Vie privée

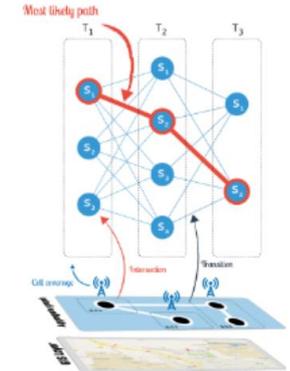
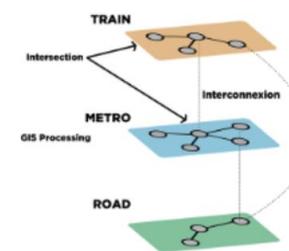
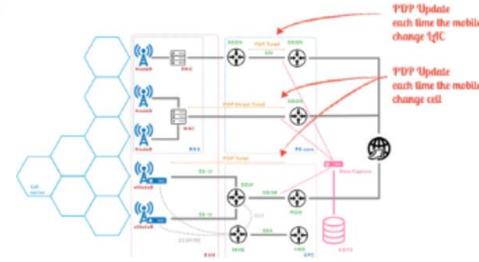
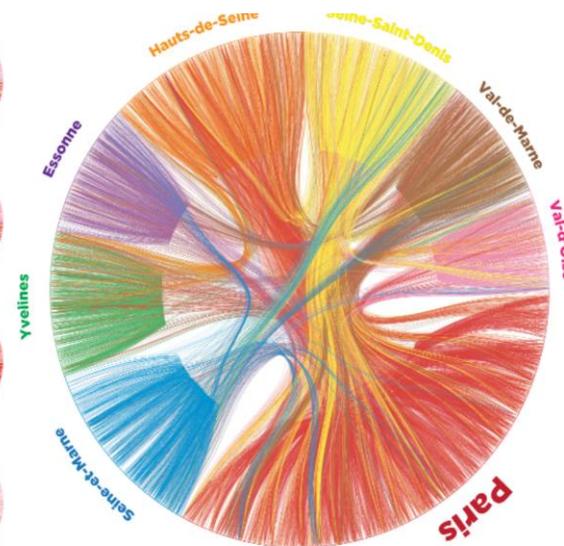
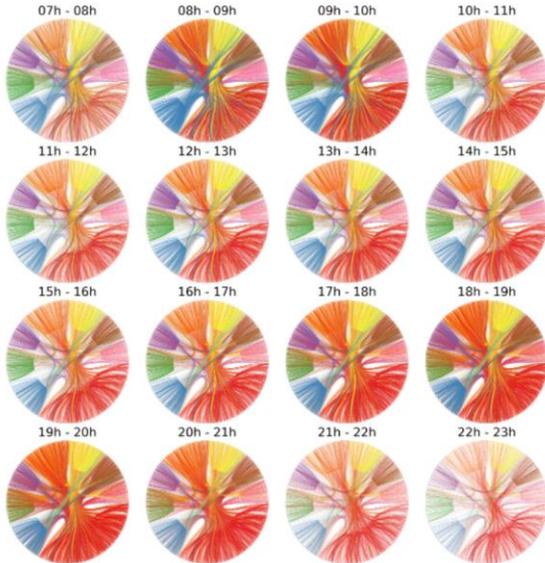
Observation des infrastructures routières

- Fusion de multiples sources de données
 - Routes : OpenStreetMap
 - Flux : **Modèle par apprentissage** qui fait le lien entre capteurs, caméras, flux de Google Maps
- *Projet CPER ELSAT / ORIO*



Inférence de la mobilité à grande échelle

- Étudier la mobilité au travers des metadata de téléphonie mobile
- Algorithmique pour Big Data
- Inférence des modes de transport
- Projet FUI FluidTracks
- 3 brevet



Exploitation efficace des donnés / vie privée

➤ Problèmes

- Risques juridiques
- Droits fondamentaux
- Confiance
- Sécurité

➤ Actions

- Chaires VP-IP et C3S (Véhicule connecté)
- Projet Living Lab 5G (gares SNCF)



Modèles d'affaires

Modèles d'affaires émergents pour la mobilité

➤ Questions

- *Émergence*
- *Monétisation des services et des données*
- *Gouvernance*
- *Coopération entre plusieurs entités*

➤ *Projet SIOTAD :*

Étude d'une plateforme MaaS pour Saclay

*Le défi pour le développement d'un écosystème
MaaS : la phase de plateforme ignition.*



NOKIA



Point de vue des usagers

Étude empirique des voyageurs (étudiants) à Saclay

- *Enquête par smartphone*
- *Analyse économétrique des réponses*



Taxirail : train léger autonome

- *Programme d'Investissement d'Avenir (PIA) 4*
- *Confort / ergonomie de la réservation à la fin du voyage*
- *Interaction entre opérateurs à distance et usager*
- *Réalité virtuelle / Démonstrateur /*

Ateliers de co-création pour l'aménagement intérieur



Comportement des usagers dans les transitions énergétiques

- *Projet Mobisat*
- *Comportements réels / souhaités*
- *Facteurs économiques, environnementaux, individuels et sociaux*
- *Barrières et leviers potentiels pour trajectoires les plus souhaitables*



