



**UNIVERSITÉ DE TECHNOLOGIE DE BELFORT-MONTBÉLIARD**

# **Optimisation des transports urbains dans un environnement dynamique et fortement connecté**

**Alexis GODART, Hervé MANIER, Christelle BLOCH, Marie-Ange MANIER**

## **ROADEF 2017**

**22 février 2017**



UNIVERSITÉ DE TECHNOLOGIE DE BELFORT-MONTBÉLIARD

# Sommaire

- Présentation du projet MISC
- État des lieux
  - Contexte sociétal, économique & environnemental
  - Paradoxe : nouveaux défis / enjeux, limites des solutions actuelles
  - Quelles réponses ? Approches / services des acteurs & RO : PDP / DARP
- Conclusion

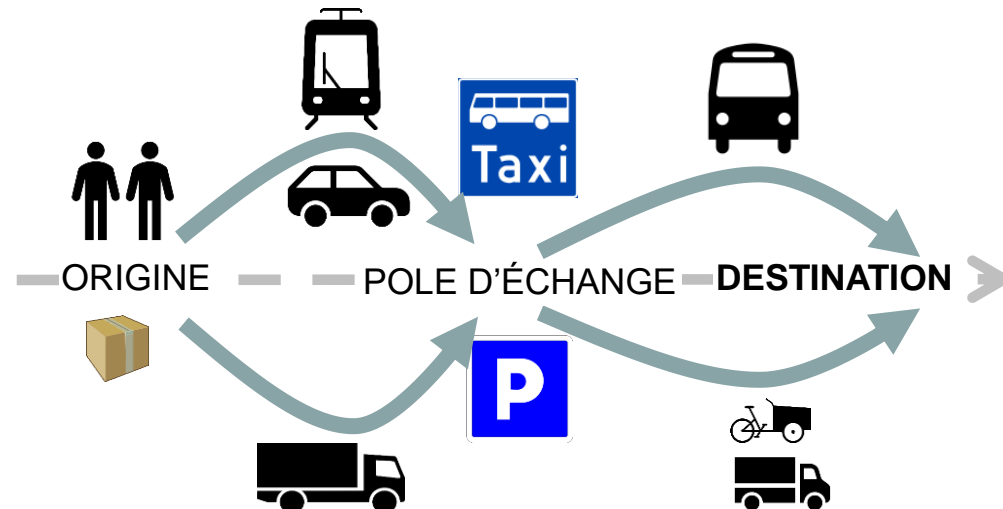
## Mobility In Smart Cities (MISC)

### Quoi ?

Proposer une offre de services de mobilité dynamiques (en temps réel)

### Pour qui ?

Pour les **personnes** et/ou les **marchandises**



### Comment ?

en concevant et en développant une **plate-forme** combinant :

- l'**intelligence artificielle (I.A.)** et
- l'**Internet des objets (IoT)**

# État des lieux

## Contexte sociétal :

De nombreux enjeux...

- 2050: 66% de la population mondiale en ville
- réduire la congestion
- réduire les nuisances sonores
- améliorer l'accessibilité
- rendre la ville plus attractive



## Contexte environnemental :

D'après l'Observatoire des Politiques et Stratégies de Transport en Europe :

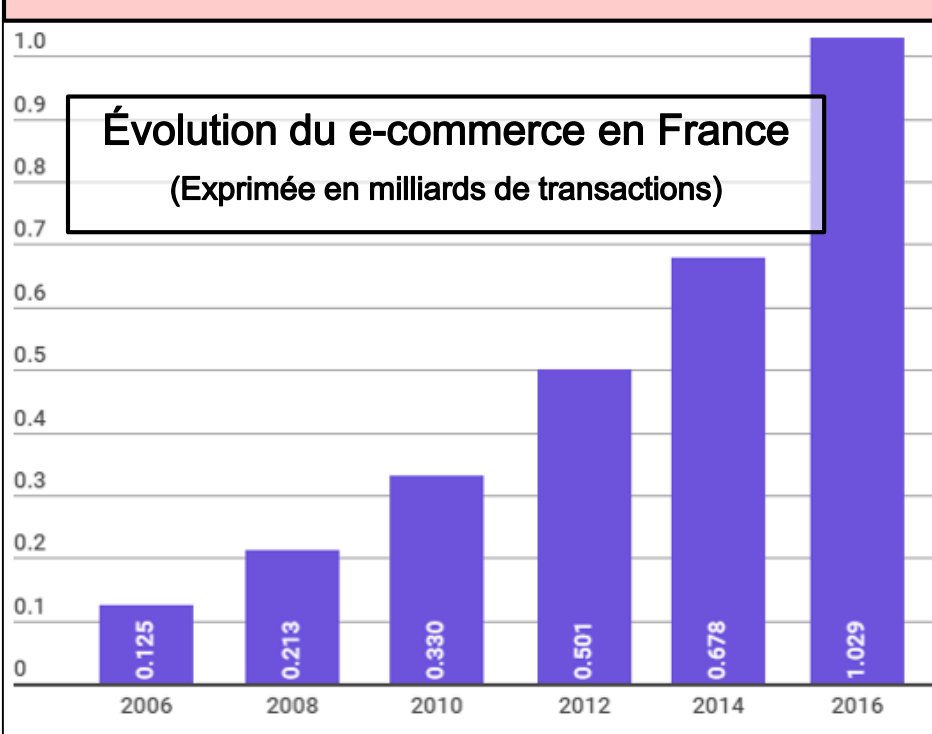


# État des lieux

## Contexte économique :

### Développement du e-commerce

France : En 2016, 72 milliards d'€ CA

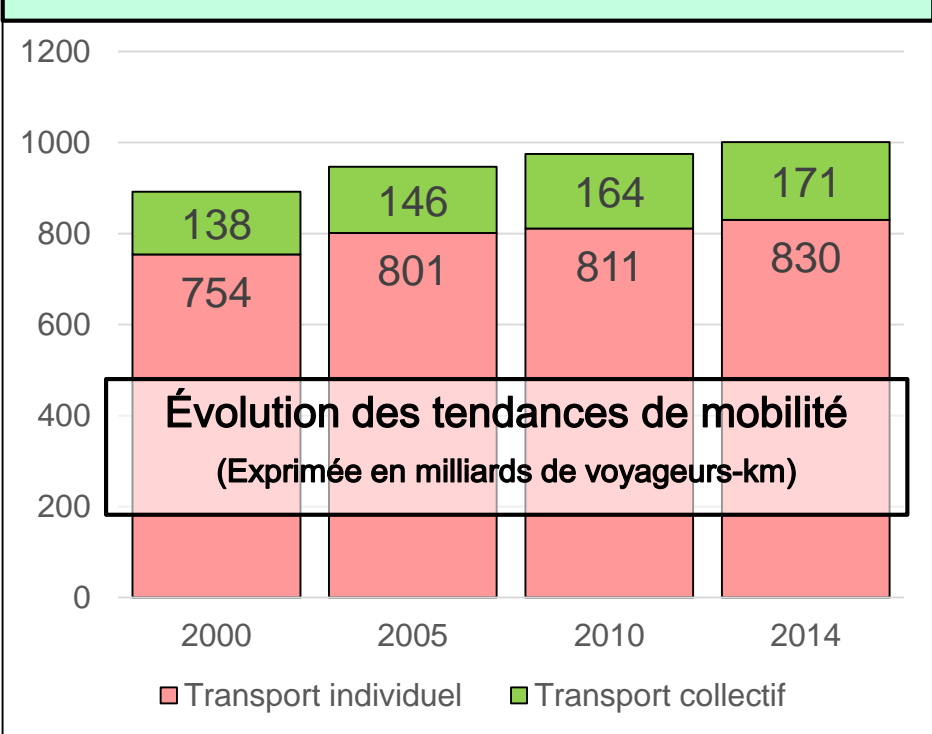


**Soit 33 transactions par seconde en 2016**

source : FEVAD

### Tendances de mobilité urbaine

France : Transport collectif = 17% (2014)



**Soit 66 % du trafic urbain : transport individuel**

source : SOeS ; CCTN 2015



# État des lieux

## Contexte économique :

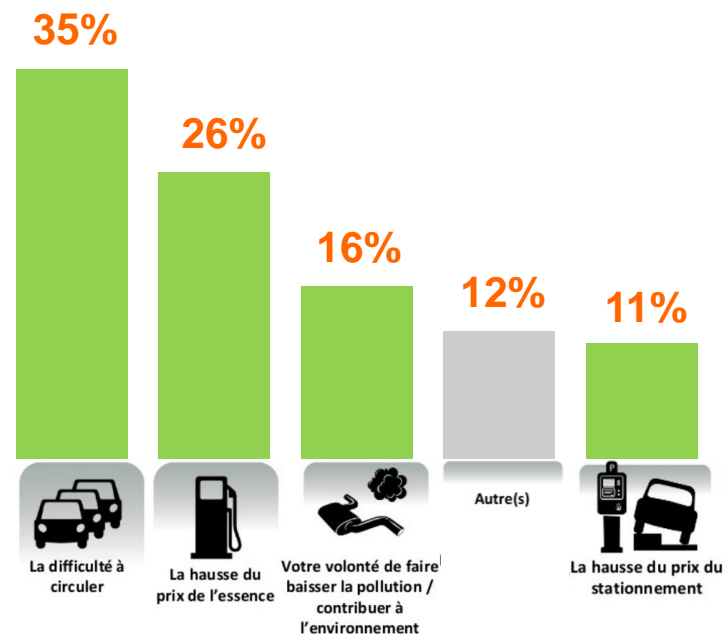
### Marchandises

CRITÈRES DE CHOIX DU MODE DE LIVRAISON



### Personnes

CRITÈRES DE CHOIX DES TRANSPORTS COLLECTIFS

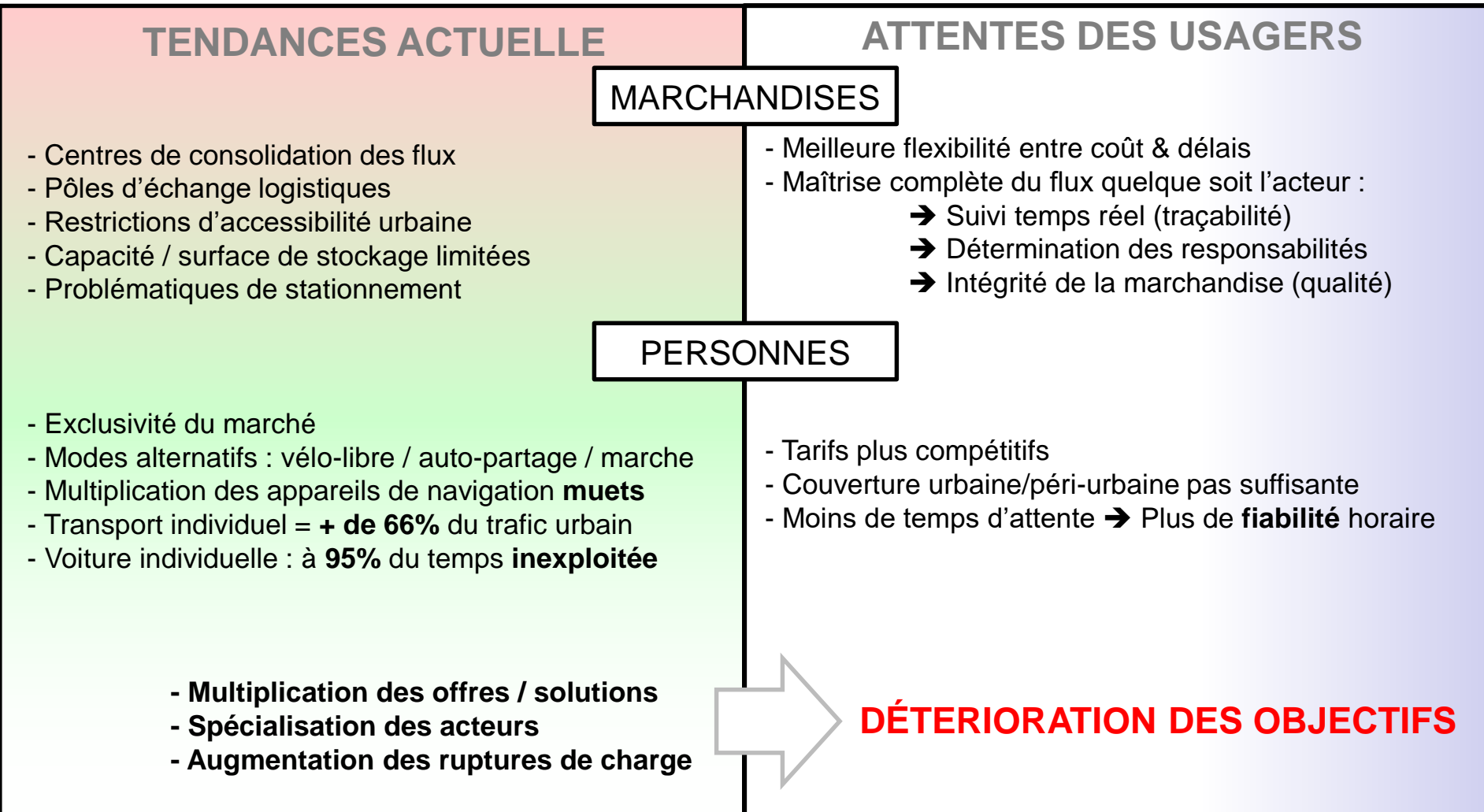


source : deliver.ee

source : mobilitytechgreen.com

# État des lieux

## Paradoxe :

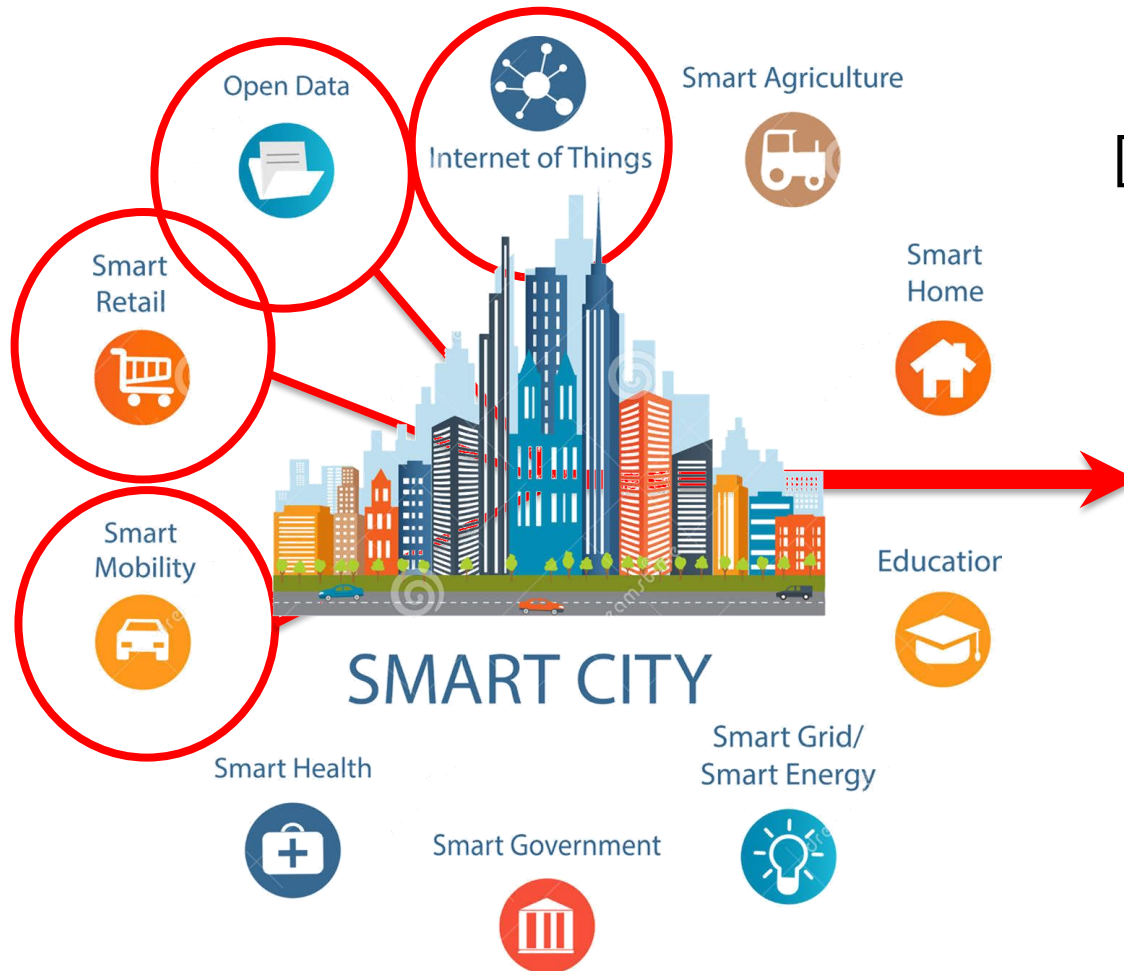


Quelles réponses ?



# État des lieux

## Concepts en développement :



[10]

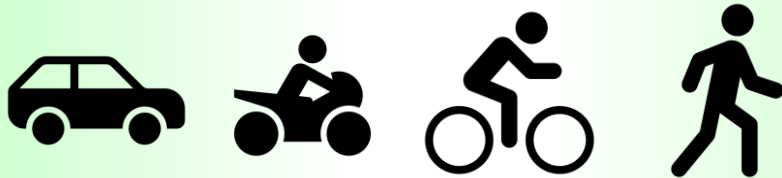
- Logistique rationalisée
- Economies d'échelles
- Réduction gaspillage
- Mobilité facilitée
- Bien-être du citoyen
- Environnement

→ Collaboration  
→ Mutualisation

# État des lieux

## MODÈLES CLASSIQUES

→ Modes de transport personnels



→ Modes de transport dits « publics »



→ Modes de transport privatisés



→ Gestion du stationnement / billettique



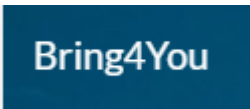
→ Transport de fret urbain



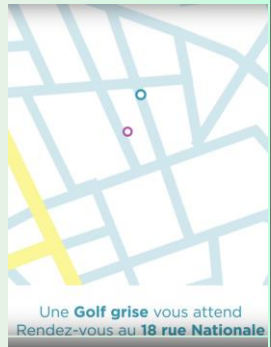
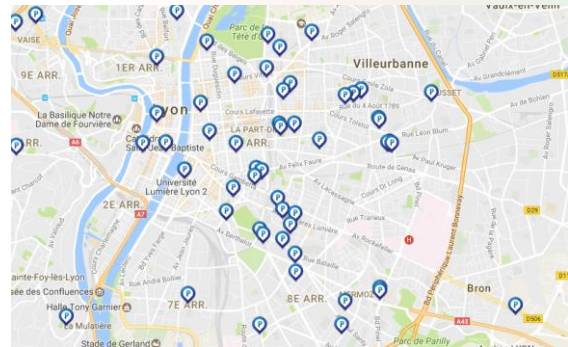
# État des lieux

## MODÈLES COLLABORATIFS

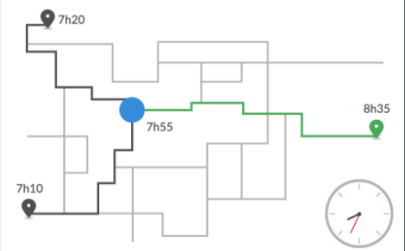
→ Colis-voiturage : Livraison de colis entre particuliers (C2C)



→ Stationnement communautaire (autorégulé) [1,2]



→ Co-voiturage / Co-taxi / Auto-partage (C2C) [3]



## État des lieux

### PROJETS URBAINS

#### → **OPTIMOD** LYON

2012 → 2014

- Diffusion en **temps réel** des informations sur les conditions de circulation
- Prédiction du trafic urbain à **une heure**
- Navigateur mobilité urbaine pour smartphone
- Navigateur pour le fret urbain et outil d'optimisation des tournées de livraisons

#### → **OPTI** **CITIES** Déclinaison du projet Optimod'Lyons au niveau européen

2014 → 2016

Lyon	Madrid
Turin	Göteborg
Birmingham	Wroclaw

#### Documents clés (Commission européenne) :

- [Directive - Developing and Implementing a Sustainable Urban Mobility Plan \(développement et aménagement d'un plan de mobilité urbaine durable\)](#) (décembre 2013)
- [Livre blanc 2011 - Feuille de route pour un espace européen unique des transports - Vers un système de transport compétitif et économe en ressources](#) (2011)

## État des lieux

### SOLUTIONS MULTIMODALES / ALTERNATIVES

- Planificateur d'itinéraires multimodaux [4]
  - Courtier (« broker » en anglais) de transport
  - Vérification disponibilité / trafic
- Exploitation des données de mobilité mises à disposition

Citymapper

Vivanoda.fr

door2door

navitia.io

- Livraison vélo [5] / véhicule à faible impact CO2 [6]  
**B2B / B2C** : ColisWeb, Stuart, Deliver.ee

colisweb  
Livraison immédiate ou sur rendez-vous

stuart

deliver.ee

- Modes de transports alternatifs
  - Livraison fluviale, ou « colis-pénichage »



- Véhicules de livraison autonomes [7]

- Livraison par drones [8, 9]





## État des lieux

LITERATURE REVIEW												Objectives		
Authors	Date	Cat.	Environment	Time Windows	Service time	Maximum ride time	Vehicle fleet	Capacitated vehicles	Multiple trips	Transfers	Paired demand	Cost	Time	Distance
Sophie N. Parragh [11]	2010	DARP	Static	X			Heterog.	X	X		X	X	X	
Renaud Masson, [12] Fabien Lehuédé, Olivier Péton	2012	DARP	Static	X	X	X	Homogen	X	X	X	X		X	
Renaud Masson, [13] Fabien Lehuédé, Olivier Péton	2012	DARP	Static	X		X	Homogen	X		X	X			X
S. Deleplanque [14]	2013	DARP	Dynamic	X			Homogen		X	X	X	X		
Alfredo Núñez, [15] Cristián E. Cortés,	2014	PDP	Dynamic				Homogen	X			X	X	X	
Zexuan Zhu, [16] Jun Xiao,	2016	PDP	Dynamic				Homogen	X			X	X	X	X
Doris Sáez, [17] Cristián E. Cortés, Alfredo Núñez	2008	PDP	Dynamic	X			Homogen	X			X		X	
Marjolein Veenstra, Marilène Cherkesly, Guy Desaulniers, Gilbert Laporte [18]	2017	PDP	Static	X	X		Homogen	X			X	X		



## Conclusions



La recherche opérationnelle s'intéresse aux défis à relever

**Nouvelles stratégies de mobilité connectée**

### Perspectives :

Consolider des modèles me-dynamic-PDP & dynamic-DARP  
Echanges avec les acteurs scientifiques / industriels (Projet)  
Détermination d'un modèle dynamique flexible



**UNIVERSITÉ DE TECHNOLOGIE** DE BELFORT-MONTBÉLIARD

Merci ! Des questions ?



**UNIVERSITÉ DE TECHNOLOGIE DE BELFORT-MONTBÉLIARD**

# Références

## Références

- [1] **Wenwen Zhang, Subhrajit Guhathakurta, Jinqi Fang, Ge Zhang,**, *Exploring the impact of shared autonomous vehicles on urban parking demand: An agent-based simulation approach* Sustainable Cities and Society, Volume 19, December **2015**, Pages 34-45, ISSN 2210-6707, <http://dx.doi.org/10.1016/j.scs.2015.07.006>.
- [2] **Chaoyi Shao, Hai Yang, Yi Zhang, Jintao Ke,** *A simple reservation and allocation model of shared parking lots*, Transportation Research Part C: Emerging Technologies, Volume 71, October **2016**, Pages 303-312, ISSN 0968-090X, <http://dx.doi.org/10.1016/j.trc.2016.08.010>.
- [3] **Daniel J. Fagnant, Kara M. Kockelman,** *The travel and environmental implications of shared autonomous vehicles, using agent-based model scenarios*, Transportation Research Part C: Emerging Technologies, Volume 40, March **2014**, Pages 1-13, ISSN 0968-090X, <http://dx.doi.org/10.1016/j.trc.2013.12.001>.
- [4] **A. Rais, F. Alvelos, M.S. Carvalho,** *New mixed integer-programming model for the pickup-and-delivery problem with transshipment*, European Journal of Operational Research, Volume 235, Issue 3, 16 June **2014**, Pages 530-539, ISSN 0377-2217, <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejor.2013.10.038>.
- [5] **Martin Koning, Alison Conway,** *The good impacts of biking for goods: Lessons from Paris city*, Case Studies on Transport Policy, Volume 4, Issue 4, December **2016**, Pages 259-268, ISSN 2213-624X, <http://dx.doi.org/10.1016/j.cstp.2016.08.007>.
- [6] **Çağrı Koç, İsmail Karaoglan,** *The green vehicle routing problem: A heuristic based exact solution approach*, Applied Soft Computing, Volume 39, February **2016**, Pages 154-164, ISSN 1568-4946, <http://dx.doi.org/10.1016/j.asoc.2015.10.064>.

## Références

- [7] **A. Y. S. Lam, Y. W. Leung and X. Chu**, *Autonomous-Vehicle Public Transportation System: Scheduling and Admission Control*, in IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, vol. 17, no. 5, pp. 1210-1226, May **2016**.  
<http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=7393588&isnumber=7463085>
- [8] **Sangyoung Park, Licong Zhang and S. Chakraborty**, *Design space exploration of drone infrastructure for large-scale delivery services*, **2016** IEEE/ACM International Conference on Computer-Aided Design (ICCAD), Austin, TX, 2016, pp. 1-7.  
<http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=7827649&isnumber=7827541>
- [9] **K. Dorling, J. Heinrichs, G. G. Messier and S. Magierowski**, *Vehicle Routing Problems for Drone Delivery*, in IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems, vol. 47, no. 1, pp. 70-85, Jan. **2017**.  
<http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=7513397&isnumber=7782812>
- [10] **Guido Perboli, Alberto De Marco, Francesca Perfetti, Matteo Marone**, *A New Taxonomy of Smart City Projects*, Transportation Research Procedia, Volume 3, **2014**, Pages 470-478, ISSN 2352-1465, <http://dx.doi.org/10.1016/j.trpro.2014.10.028>.