

L'automobile, un transport collectif d'avenir ?

C. Midler

Directeur de recherche émérite

CRG – I³
CNRS Ecole Polytechnique

Membre de l'Académie des Technologies



- 1. Le momentum actuel de l'industrie automobile**
- 2. Une vision macro des dynamiques possibles de la chaîne de valeur automobile**
- 3. Qu'est ce que la mobilité autonome ? La variété des configurations**
- 4. Une comparaison de deux modèles contrastés :**
 - 1. Le robot taxi**
 - 2. La Mobilité Autonome Coopérative**

1. LE MOMENTUM ACTUEL DE L'INDUSTRIE AUTOMOBILE



	1950-1970 Développement des capacités de production auto	1980-1995 Focus sur la performance de développement produits	1995-2010's Focus sur la performance de mangt multi-projet	2010' 2040 Disruption systémique
Inno strategy Context	<ul style="list-style-type: none"> - Marché de pénurie - Création de la segmentation des produits - Focus sur la fabrication de masse 	<ul style="list-style-type: none"> - Marché demand pull - élargissement des gammes - Différenciation des produits - Automatisation flexible - Performance de développement produit centrale 	<ul style="list-style-type: none"> - Croissance innovation push - créativité perfo centrale - Recherche d'économies d'échelle interproduits - Stratégie d'innovations "pluggées" 	<ul style="list-style-type: none"> - Nouveau stade de globalization (Asie> triade) - De 2% a 100% e-vh en 2035 - Du BM produit en B2C au BM service de mobilité - Nouveaux compétiteurs de l'univers du numérique
Internal Inno processes and orga	<ul style="list-style-type: none"> - Les projets de développement, terrain de jeu de l'innovation technique - Organisation en silos et processus séquentiels - Mauvaises performances qualité cout délais des projets de développement produit 	<ul style="list-style-type: none"> - Découplage innovation techno et développement produit - Les structures projets fortes - Ingénierie concurrente 	<ul style="list-style-type: none"> - Rationalisation de l'ingénierie multiproduits (plateformes) - Stage gate processes (explo, adv eng, veh devpt) - Focus sur l'organisation de l'amont créatif 	<ul style="list-style-type: none"> - Nécessité d'un changement majeur dans les stratégies et le management de l'innovation automobile
Open innovation	<ul style="list-style-type: none"> - Les fournisseurs, fabricants de composants 	<ul style="list-style-type: none"> - Co-développement avec les fournisseurs de rang 1 	<ul style="list-style-type: none"> - Co-innovation avec les fournisseurs 	<ul style="list-style-type: none"> - De la chaîne de valeur pilotée par les OEMs au mangt d'écosystèmes complexes (opérateurs et des tech firms)

1. LE MOMENTUM ACTUEL DE L'INDUSTRIE AUTOMOBILE: DE L'INCITATION VE A L'INTERDICTION ICE

Renforcer l'attractivite et la competitivite de la France dans l'automobile et la mobilité de demain

X. Mosquet P. Péлата, rapport au premier ministre fev 2019



- **Giec : 2050 : 1.5 degré = 0 carbon emission in 2050**
- **Automobile = 30% des émissions CO2 => parc auto 2050 = 0 CO2 emissions**
- **2019 parc auto mondial : 2 milliards vh, 35 million in France, 2% VE 2019 sales**
- **Inertie de la durée de vie du parc en France : 12 ans => arret des ventes de vh thermiques en 2038) => **de 2% à 100% des ventes VE en 18 years...****
- **Le passage d'une logique d'incitation (2010) à une logique d'interdiction (2020...) de l'ICE Vh**

Country/year	2018	2019	2020	...	2024	2025	...	2030	..	2040	
Regulation	FR	Paris Grenoble Strasbourg	Lille Bordeaux Toulouse Lyon	Strasbourg Diesel ban (2022 - N1)	Paris Diesel ban (M1 & N1)	All main cities Grenoble Diesel ban (N1)		Paris ICE ban		National ICE sales ban	
	GE	~ 80cities	Stuttgart Reutlingen Munich	Berlin, Frankfurt Dusseldorf Cologne		All main cities					
	UK	London LEZ + urban toll London Taxi Diesel sales ban	London ULEZ	Nottingham, Derby Birmingham, Southampton Greater London LEZ, Bristol, Glasgow, Edinburg, Leeds		London Diesel ban			ICE ban London, Oxford Scotland		National ICE sales ban
	IT	~ 40 cities				Rome Diesel ban ?	All main cities		Rome Diesel ban		
	SP		Barcelone Taxi Diesel sales ban			Madrid PC Diesel ban			Madrid ICE ban	Barcelone	
	NW		Oslo (PC)							National ICE sales ban	

+ LEZ before 2018

+ LEZ under study / announced / internal CIPPE scenario

✗ Diesel circulation ban ✕ Sales ban

⊖ ICE circulation ban

+ Diesel < euro 6 ban during pollution peaks

✦ ZEZ in city centres

1. LE MOMENTUM ACTUEL DE L'INDUSTRIE AUTOMOBILE : RUPTURE DES USAGES



- Du modèle voiture multiusage vendue en B2C à celui des services de mobilité

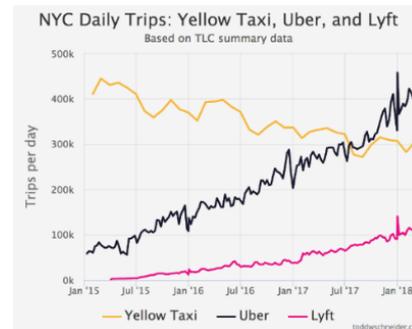
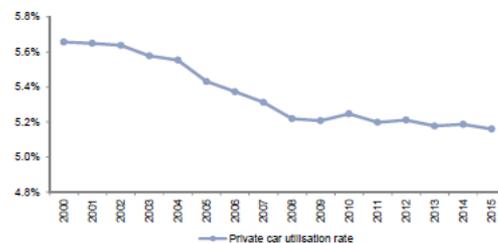
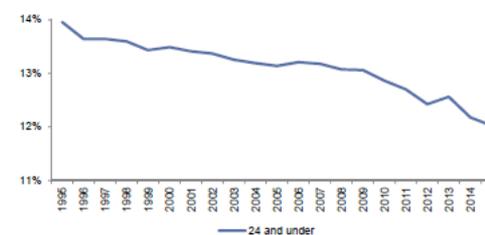


Exhibit 56: Car utilization is declining
Car utilization rate (US)



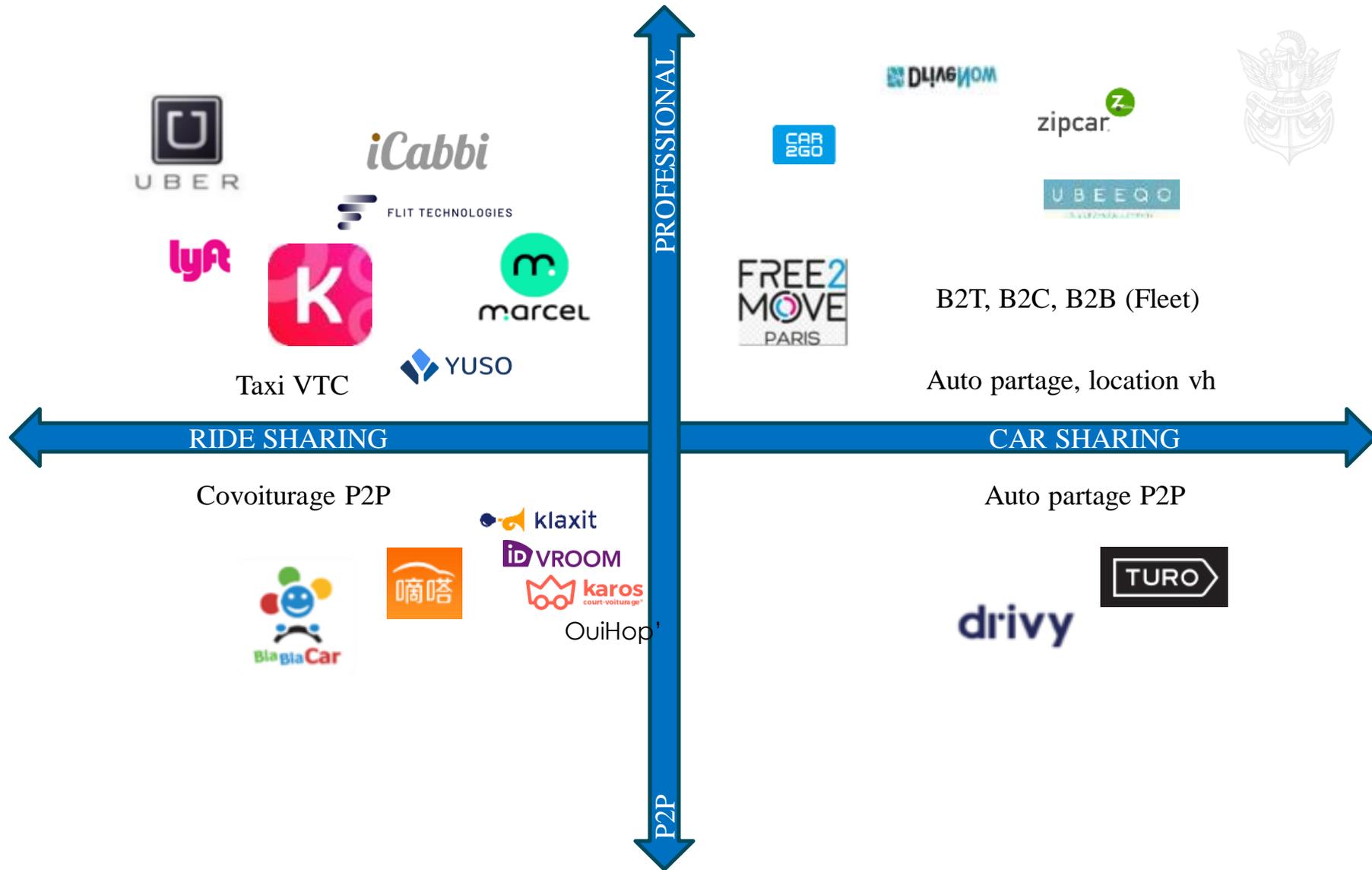
Source: Federal Highway Administration, IHS, Goldman Sachs Global Investment Research.

Exhibit 57: The young are forgoing drivers' licenses
Under 24s as % of US drivers' license holders



Source: Federal Highway Administration

LA VARIETE DE FORMULES DE SERVICES DE MOBILITÉ ET DE MODÈLES ECONOMIQUES



Patrick Vergelas, IMD juillet 2019

1. LE MOMENTUM ACTUEL DE L'INDUSTRIE AUTOMOBILE : UNE NOUVELLE COMPÉTITION

- De nouveaux entrants contestant la domination des constructeurs en s'appuyant sur de nouvelles compétences clés (opération de service, technologie d'autonomie)



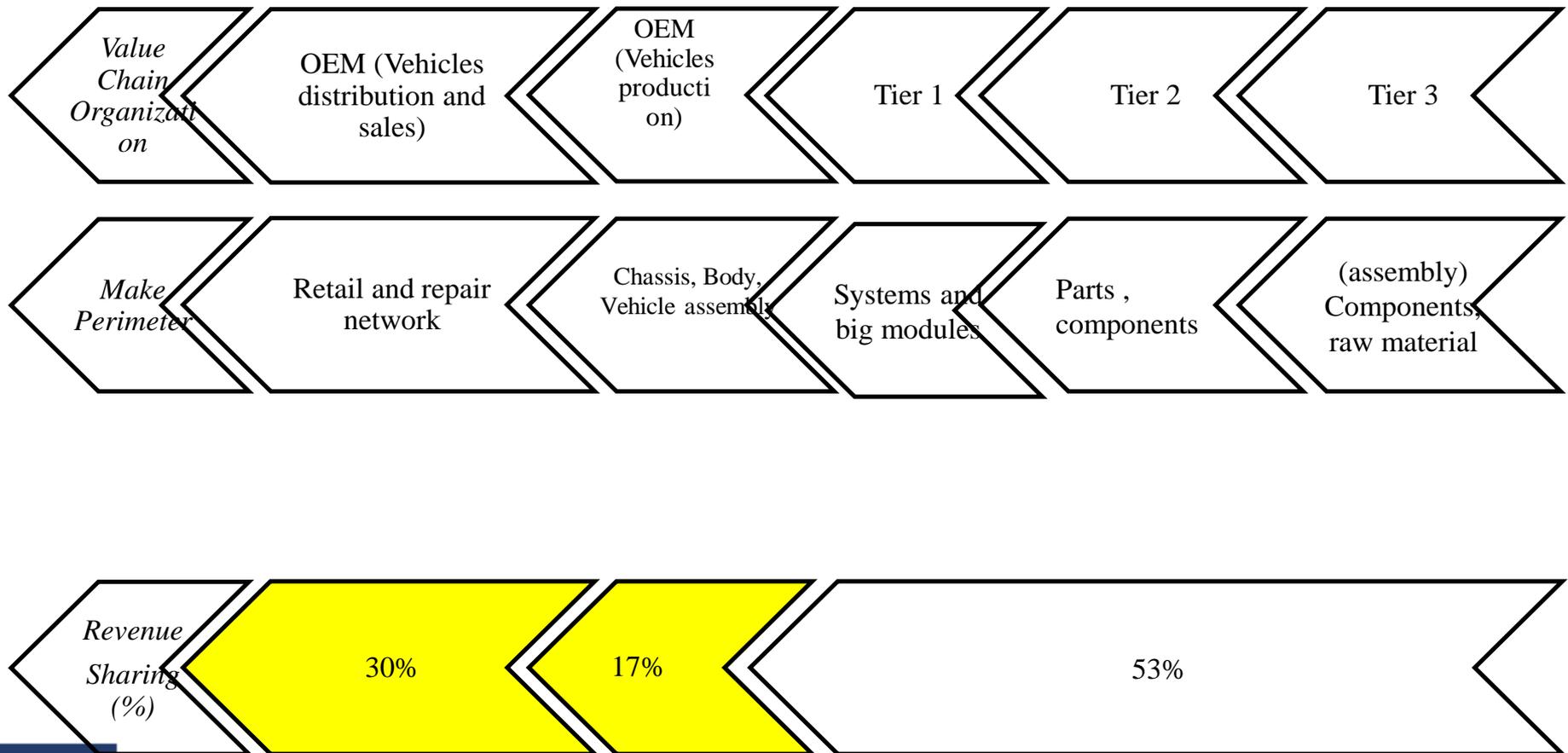
Flotte de véhicules testés	~600	~200
Nombre de kms parcourus	~16M (octobre 2018)	~5M (mars 2018)
Conditions d'expérimentation	Sur routes ouvertes avec des passagers et sans chauffeur	
Commentaires	Autorisation pour des tests sans conducteur en Californie (octobre 2018)	Reprise progressive des tests suite à l'accident mortel en mars 2018 en Arizona

Waymo vient de lever **2,25 milliards de dollars**. Waymo fait entrer à son capital des fonds d'investissement, l'équipementier auto Magna ainsi que le concessionnaire américain AutoNation. ... L'entreprise **a conduit plus de 40 millions de kilomètres de tests de véhicules autonomes à travers 25 villes...Elle a même commencé à y retirer ses opérateurs de sécurité derrière le volant.** Pour préparer le passage à l'échelle de ces services, **son usine basée à Détroit a commencé la production en série de véhicules autonomes.**
Journal du net Mars 2020

2. QUEL SCENARIO POTENTIELS D'EVOLUTION MACRO DE LA CHAINE DE VALEUR AUTOMOBILE ?



La situation actuelle de la filière

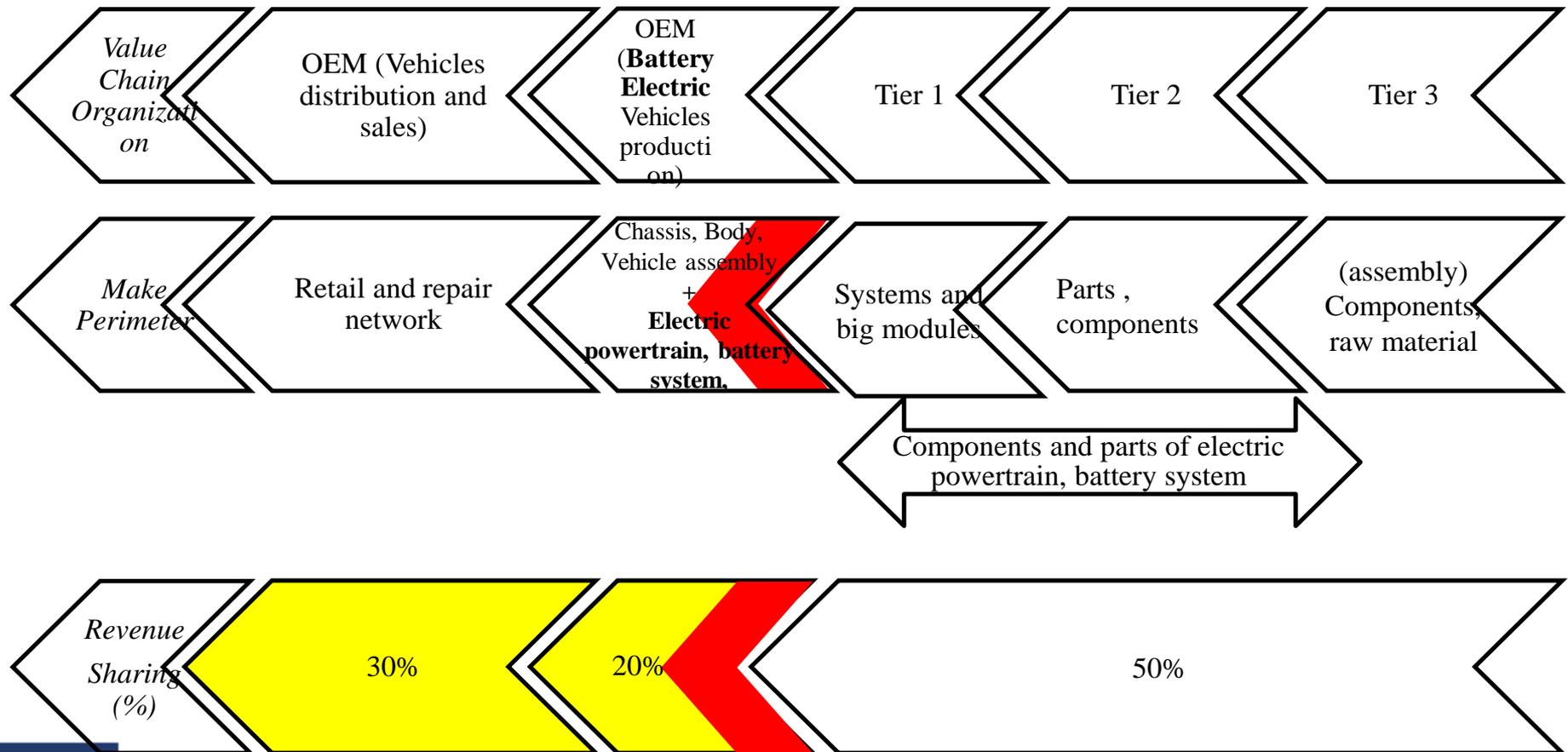


Alochet Midler 2019

2. QUEL SCENARIO POTENTIELS D'EVOLUTION MACRO DE LA CHAINE DE VALEUR AUTOMOBILE ?



L'impact de l'électrification : Scénario 1 (actuel) Statut quo

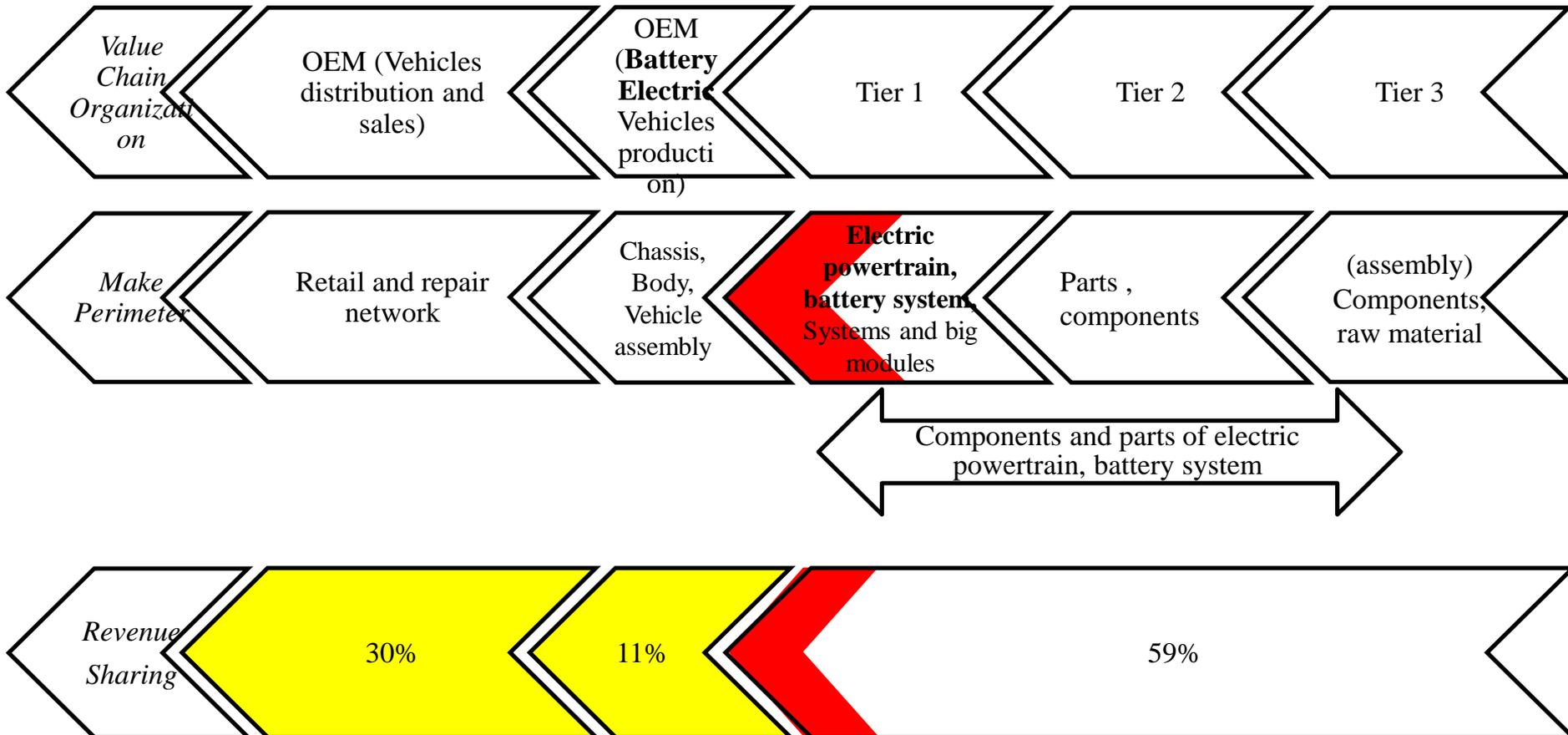


Alochet Midler 2019

QUEL SCENARIO D'EVOLUTION DE LA CHAINE DE VALEUR AUTOMOBILE ?



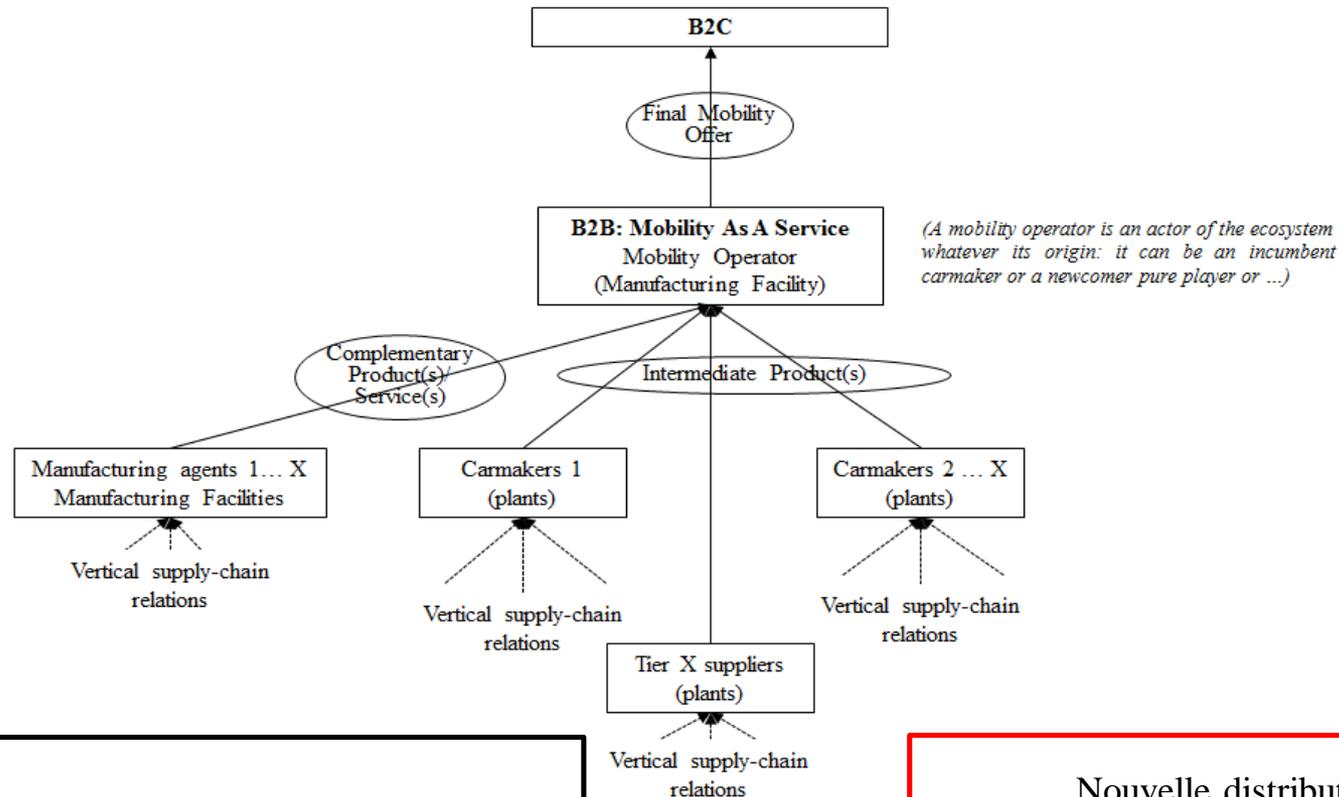
L'impact de l'électrification : scénario 2 : outsourcing et spécialisation



QUEL SCENARIO D'EVOLUTION DE LA CHAINE DE VALEUR AUTOMOBILE ?



Electrification + Services de mobilité : scenario 3, la disruption



Nouvelle architecture d'industrie

- De B2C à B2B
- L'opérateur de mobilité opère le SM



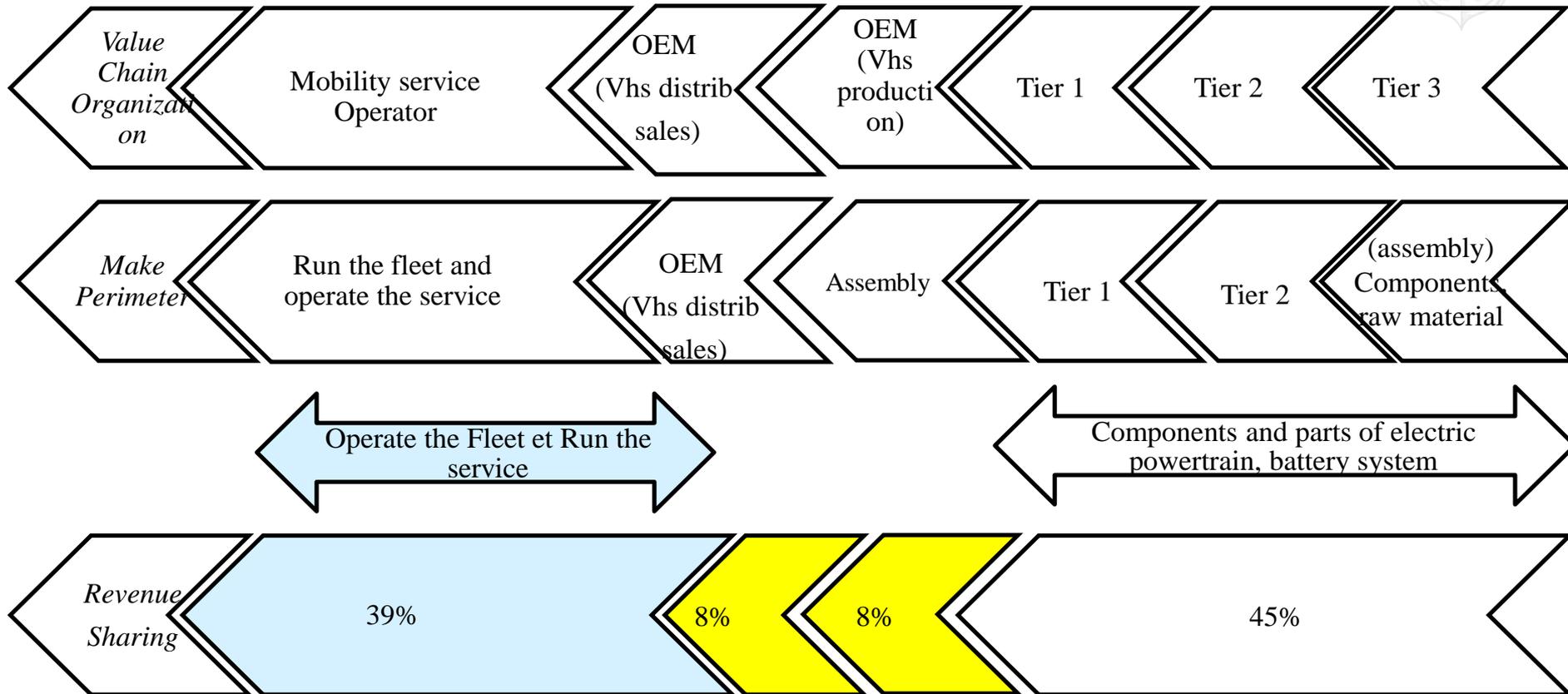
Nouvelle distribution de valeur

- Nouvelle distribution dans la chaîne d'offre
- Nouvelle source de revenus (tarifs de services)

QUEL SCENARIO D'EVOLUTION DE LA CHAINE DE VALEUR AUTOMOBILE ?



Scenario 3 : la disruption Electrification + Services de mobilité



Hypothesis McKinsey (Hensley et al., march 2019)

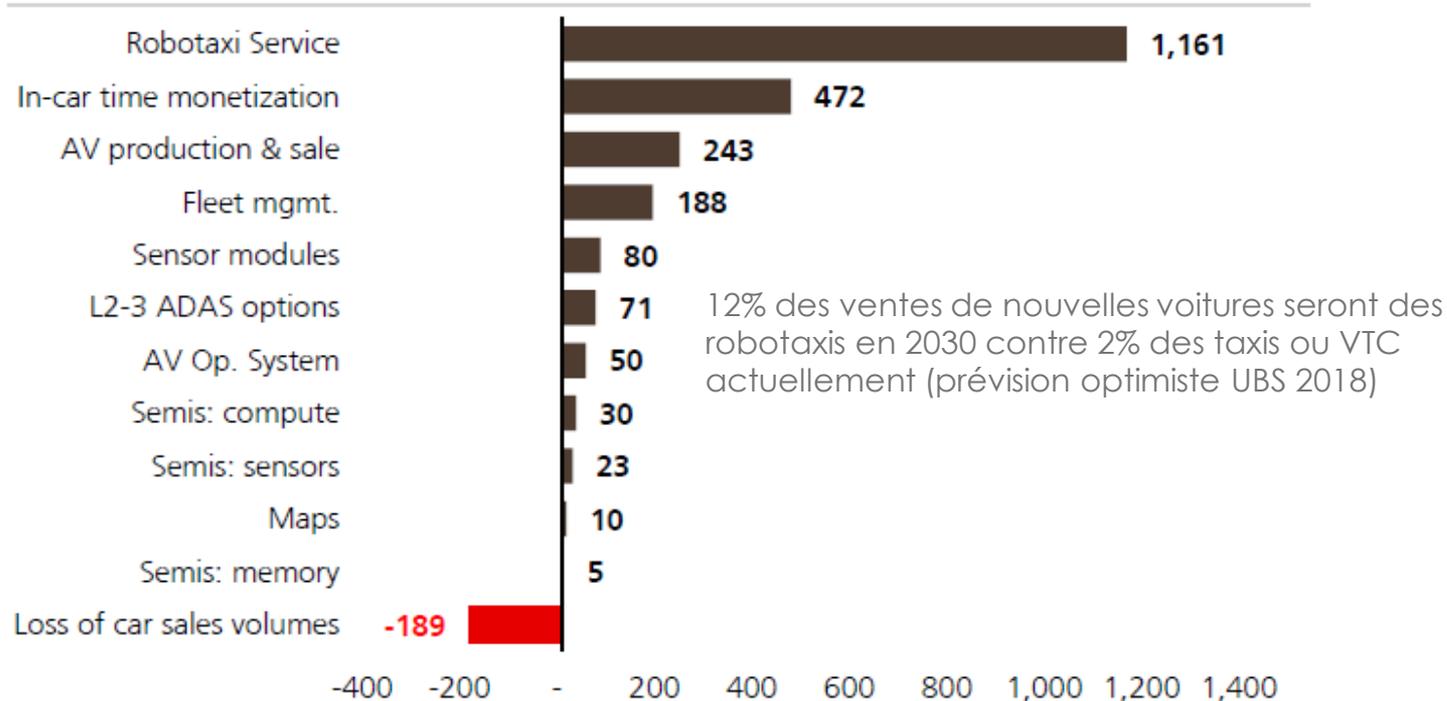
- An extra cost of 53% for a BEV versus an ICEV everything equal besides,
- 80% of the extra cost due to the battery system

Alochet Midler 2019

Own research Alochet M. and Midler C. (2019)

- Simplification: extra cost = available revenue for redistribution (may not be in full respect of economic orthodoxy)
- Assumption1: carmakers can claim 35% of e-traction components revenue in *statu quo* dynamics
- Assumption2: delivery of the mobility offer X 2 versus distribution and sales in B2C model

ESTIMATIONS GLOBALES DE DÉPLACEMENT DU REVENU (\$BN, 2030^E)



Source: UBS estimates

Note: For a definition of the different levels of autonomous driving (L1-5), see the Appendix.

Globalement un basculement de la valeur ajoutée entre les acteurs du (nouvel) écosystème qui explique l'implication des OEM dans les services de mobilité, vu hier encore comme non rentable, attendu à l'horizon ≥ 2030

3 CARACTÉRISER LA MOBILITÉ ELECTRIQUE, CONNECTEE ET AUTONOME DU 21EME SIÈCLE,



- Le Vh autonome, **un concept polysémique** qui peut s'incarner dans diverses réalités concrètes
- Le domaine de la mobilité, **un domaine d'innovation systémique** :
vh+géographie+infra+regulation+appli+...
- Il n'y a pas de déterminisme technologique, il n'y a que des **déterminismes d'apprentissage**.
- Cet apprentissage mobilise des **groupes d'acteurs hétérogènes** dans de nouvelles configurations : OEM, GAFA, autorités publiques, utilisateurs,...
- Le terrain de jeu de cet apprentissage est **mondial**.



Caractériser les processus d'apprentissage à l'œuvre dans les dynamiques en cours dans le domaine de la mobilité automobile

- 1. Quelles sont les formes précises des solutions de mobilité qui émergent dans ces apprentissages ?**
- 2. Quelles sont les performances recherchées par ces nouveaux modèles de mobilité ? Pour les usagers, les différents contributeurs/stake-holder du système de mobilité ?**
- 3. Quels sont les systèmes d'acteurs à l'œuvre dans ces apprentissages ? Quel est leur rôle dans ces plateformes d'apprentissage ?**
- 4. Quelles sont les performances de ces apprentissages collectifs, en terme de risque, vitesse, de cout et de déploiement pour les acteurs et la société ?**

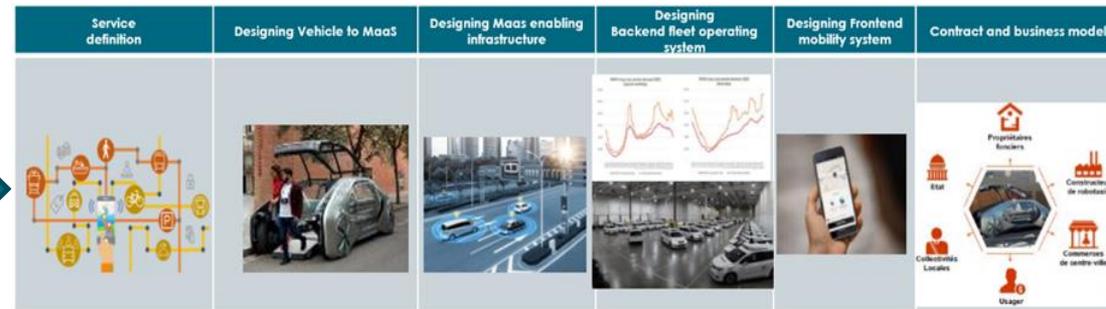
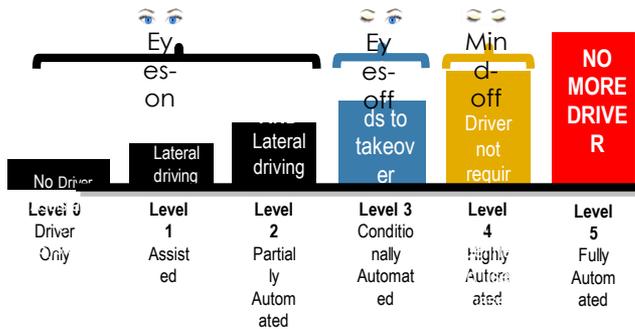
L'ESPACE DE CONCEPTION DES SERVICES DE MOBILITÉ AUTONOMES



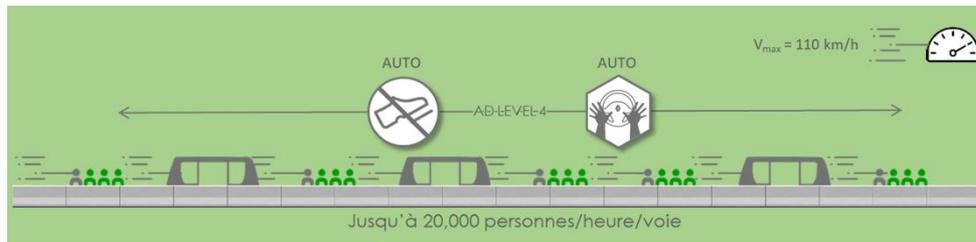
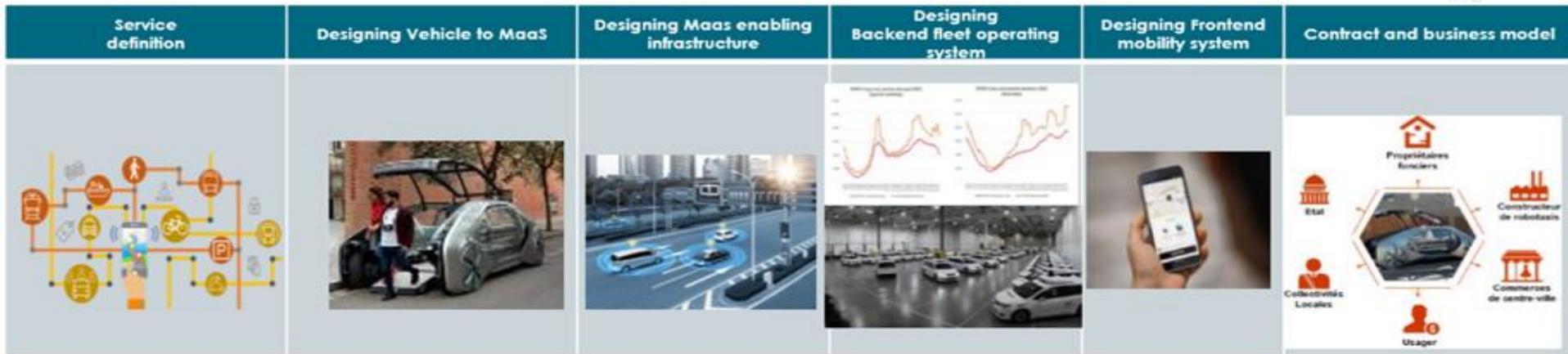
Vision centrée Véhicule autonome

Vision Mobilité autonome

- Lenfle Midler (2009)
- von Pechmann, Midler, Maniak, Charue-Duboc, (2015)
- M. Alochet, C. Midler R. Maniak, (2019)



LA VARIÉTÉ DES CONFIGURATIONS DE MOBILITÉ AUTONOME



Driveboard



City-logistics



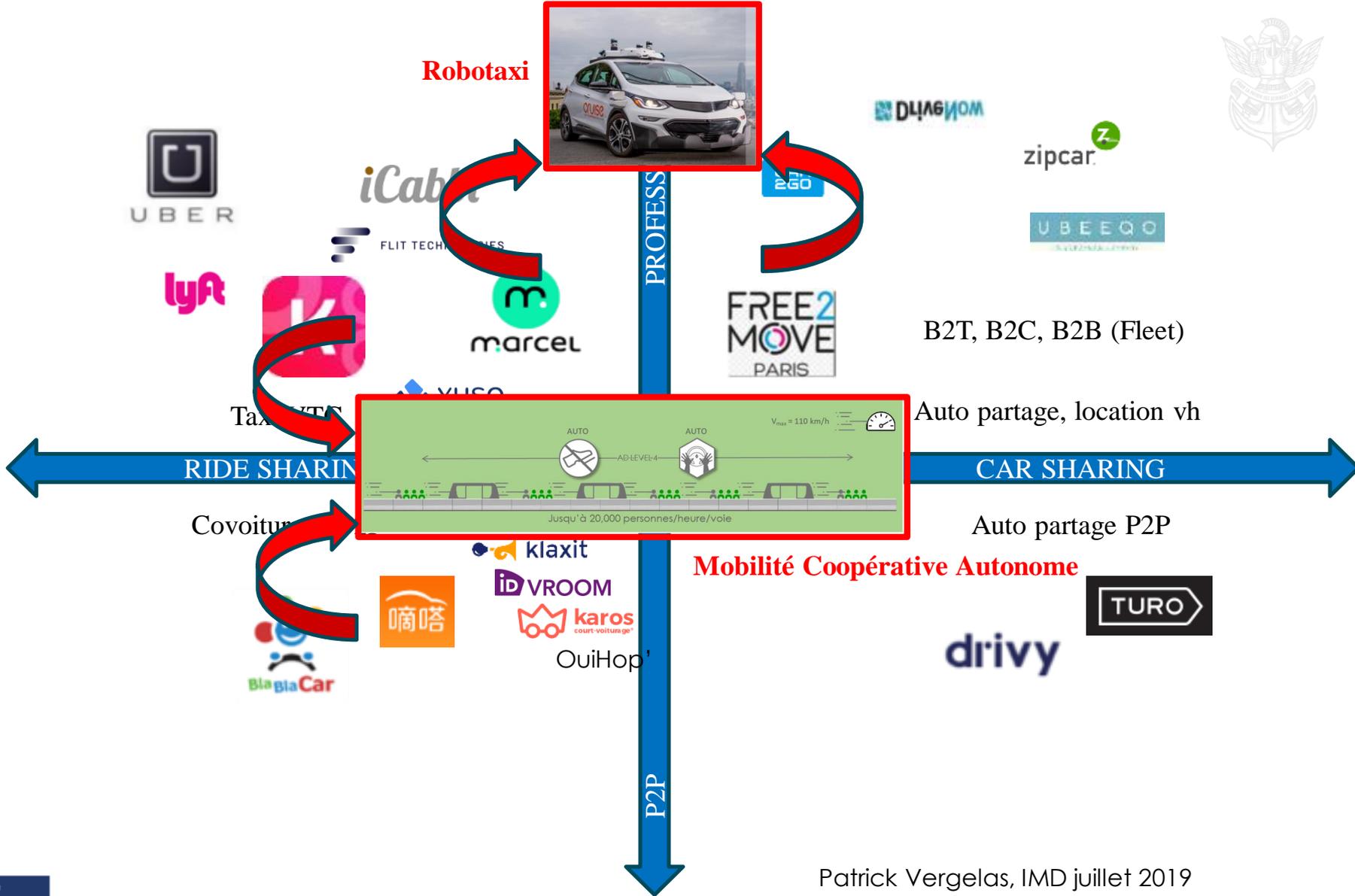
Public transport



Motorized Individual Transport

Fig. 7: Driveboard and selected application-optimized capsules (own visualization)

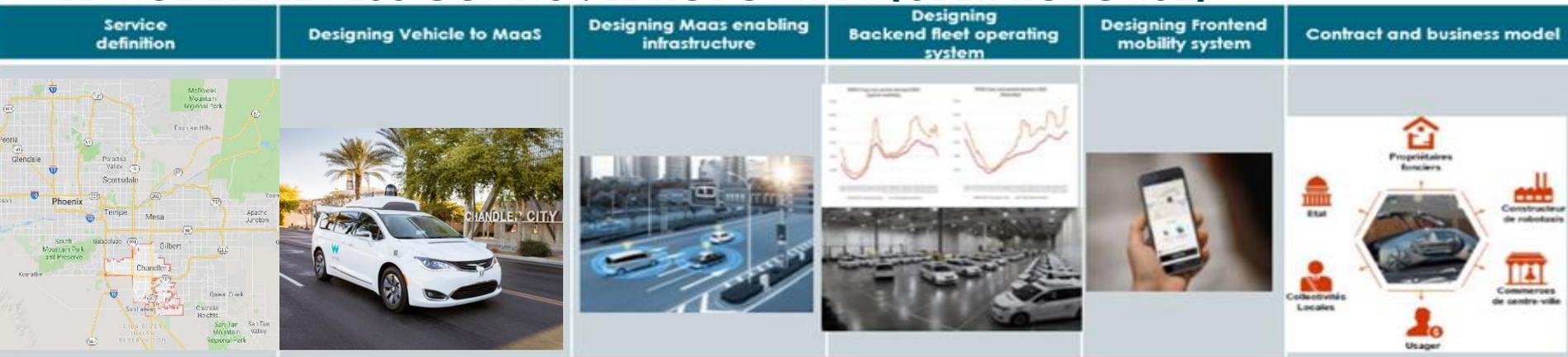
COMPARAISON ENTRE DEUX MODELES DE SERVICE DE MOBILITÉ AUTONOMES CONTRASTÉS



Patrick Vergelas, IMD juillet 2019



LE MODÈLE LE PLUS CONNU : LE ROBOT TAXI (UBER ROBOTISÉ)



Définition de l'offre de service de mobilité

Pt to Pt ou pas
Individuelle ou shuttle
Quel périmètre ?
...

Conception des véhicules autonomes

Systèmes embarqués dédiés
(Camera, lidar, IA..)
> 10 K€/vh
...
Quel niveau : 4,5?
...
Vh Générique / spécifique ?
Versatile ?
.....

Conception des Infrastructures adaptées

Voies dédiées/permises ou pas
Aides à l'autonomie (carrefours intelligents)
...
...

Opérer le flotte de robotaxis

Dimensionner la flotte
Financer la flotte
Définir et construire les Hubs
Recharger et maintenir
Maximiser le taux d'utilisation
Monitorer la flotte

Gérer la plateforme clients

Pricing
Gérer l'appli clients
Marketing
CRM

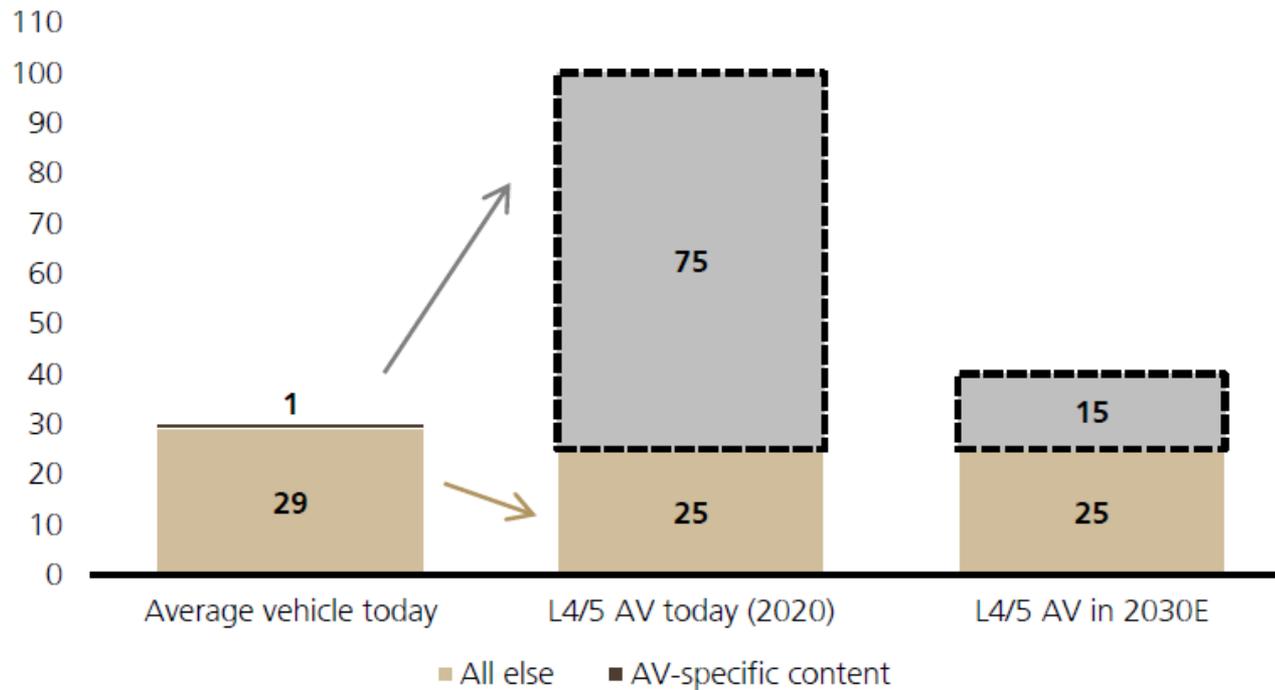
Contrats

B2C
Contrats avec les parties prenantes (territoires)

COÛT DE L'ÉQUIPEMENT DU VA

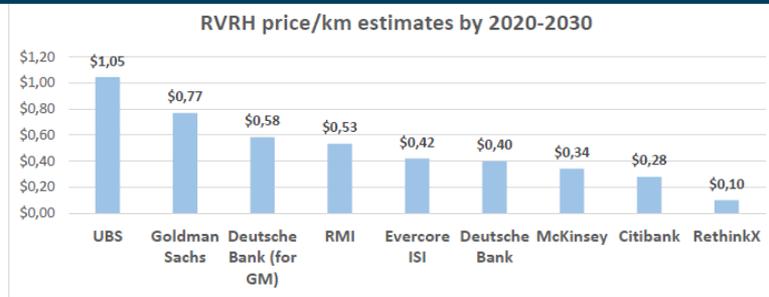


Figure 11: Price tag of a L4/L5 car in comparison (\$ selling price)

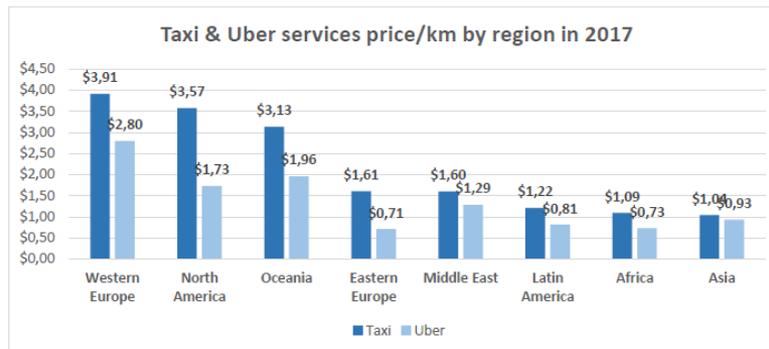


Source: UBS estimates

VÉHICULE AUTONOME ET DEMANDE DE RIDE HAILING : L'ENJEU DES PRIX



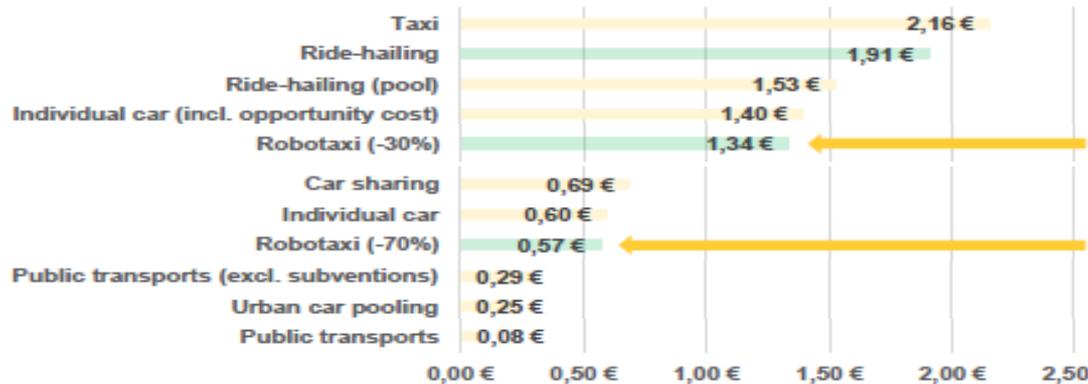
Source des données : organisations citées



Source des données : Uber, priceoftravel.com, Carspring

PRICE/KM BY MODE OF TRANSPORT (PARIS)

Turelier 2018



Sans le cout du chauffeur

Modèle compétitif par rapport au cout du vh individuel

VARIABLES D'ACTION SUR LA MARGE DE L'OPÉRATEUR



Facteurs de réduction de la marge

- Coût de parking des véhicules inactifs
- Leasing des véhicules inactif (payé par mois => besoin de maximiser le taux d'utilisation)
- Coût du capital lié à ces investissements

Marge max



Taille de flotte optimale



Absorption optimale de la demande



Facteurs d'augmentation de la marge

- Captation du revenu aux heures de pointe
- Absorption des coûts fixes sur le volume (ticket d'entrée, support, etc.)
- Utilisation des capacités non utilisées pour d'autres usages (smartgrid, livraison, location, stockage, etc.)
- Pooling, surtout aux heures de pointe
- Tarification dynamique
- + la rotation de la flotte doit permettre un temps de charge (effet de plancher)

BUSINESS MODEL OPERATEUR DE ROBOTAXI : COMPARAISON DE 2 ETUDES

- A : analyse de haut niveau, utilisant certaines hypothèses de la présentation de GM, mais soulevant des questions autour de l'"optimisation" du modèle économique (563 500 km parcourus sur 5 ans avec un taux d'utilisation de seulement 50%).

- B : modèle commercial optimiste avec une vitesse moyenne élevée (= plus de km), de nombreux coûts apparemment manquants et un prix des véhicules plutôt bas

Report	Reference year	Etude A	Etude B
	Vehicle Price	\$50 014	\$40 680
B	Residual Value	\$0	20%
A	Number of hours/day	17	14
S	Utilization rate	50%	76%
E	Billed km	56 350	80 000
Revenue / km		\$0,58	\$1,05
Platform costs / km		-\$0,22	-\$0,31
Vehicle costs per km		-\$0,17	-\$0,16
"Operate" costs per km		-\$0,05	-\$0,09
Global costs per km		-\$0,03	\$0,00
Total Costs / km		-\$0,46	-\$0,56
Operating Profit / km		\$0,12	\$0,49
Operating Profit %		20%	46%

Globalement une grande rentabilité qui explique l'attrait actuel de ce nouveau business et les investissements colossaux consentis

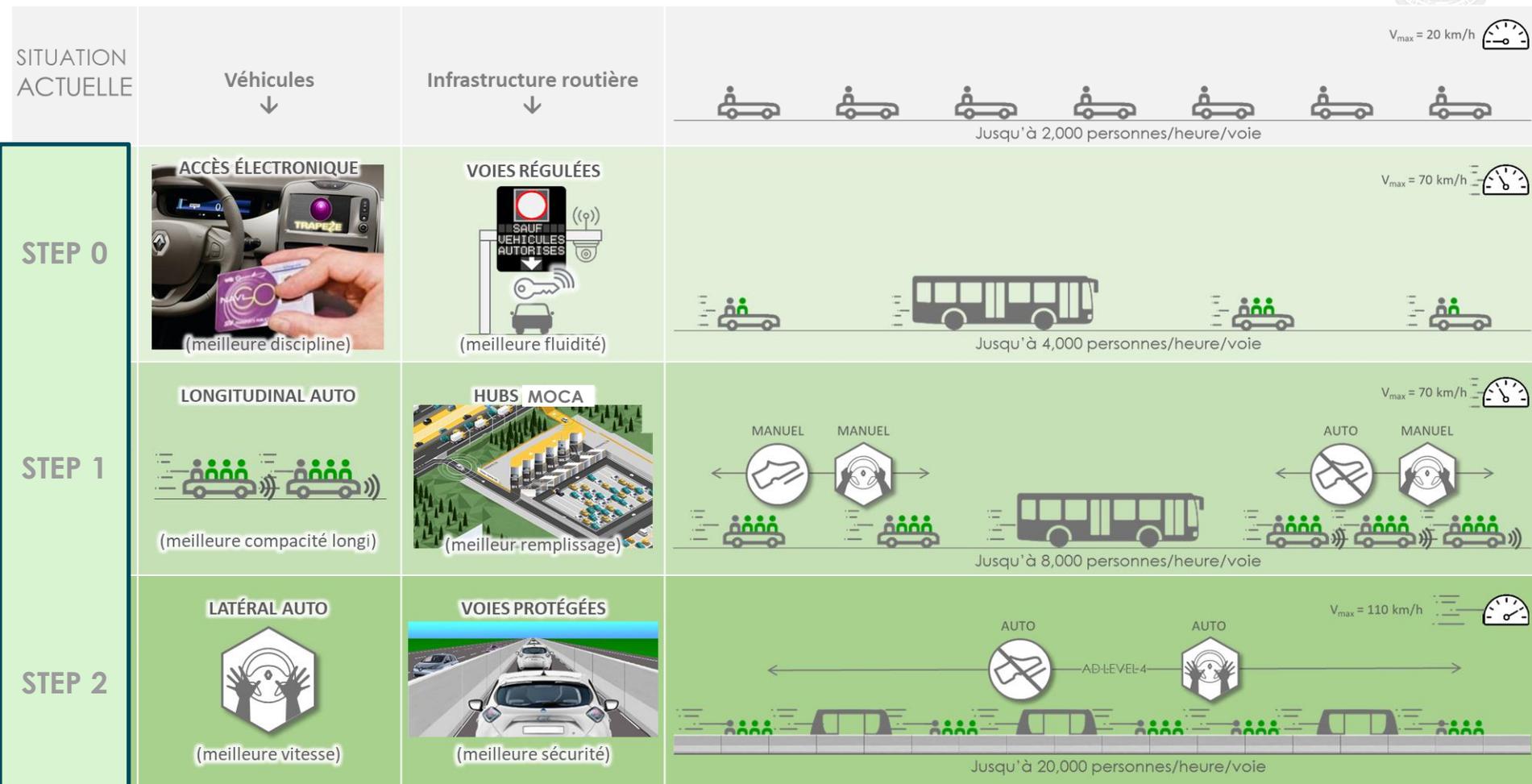
LE SERVICE DE MOBILITE COOPERATIVE AUTONOME (MOCA)



Covoiturage régulé sur voies dédiées à haut débit	Conception des véhicules autonomes	Conception des Infrastructures adaptées	Opérer le flotte de robotaxis	Gérer la plateforme clients	Contrats
<p>Tronçons haut débit équipés réservés à des vh de transport collectif et covoiturage entre des hubs de concentration et des gares multimodales</p>	<p>Voitures individuelles et/ou navettes équipées ADAS</p> <p>Systèmes embarqués dédié (+ 500 à 1000€)</p> <p>Accès électroniques aux voies dédiées</p>	<p>Voies protégées et régulées qui « prennent la main » (vitesse, direction, écartement) dès lors qu'un véhicule autorisé y entre</p> <p>Hub multimodaux</p>	<p>Centre de supervision</p> <p>Maintenance de l'infrastructure</p>	<p>Appli de covoiturage</p> <p>Droits d'accès, CRM...</p>	<p>Implication forte des territoires</p> <p>Concessions pour les voies</p> <p>Partenariat entre OEM, infrastructure</p>



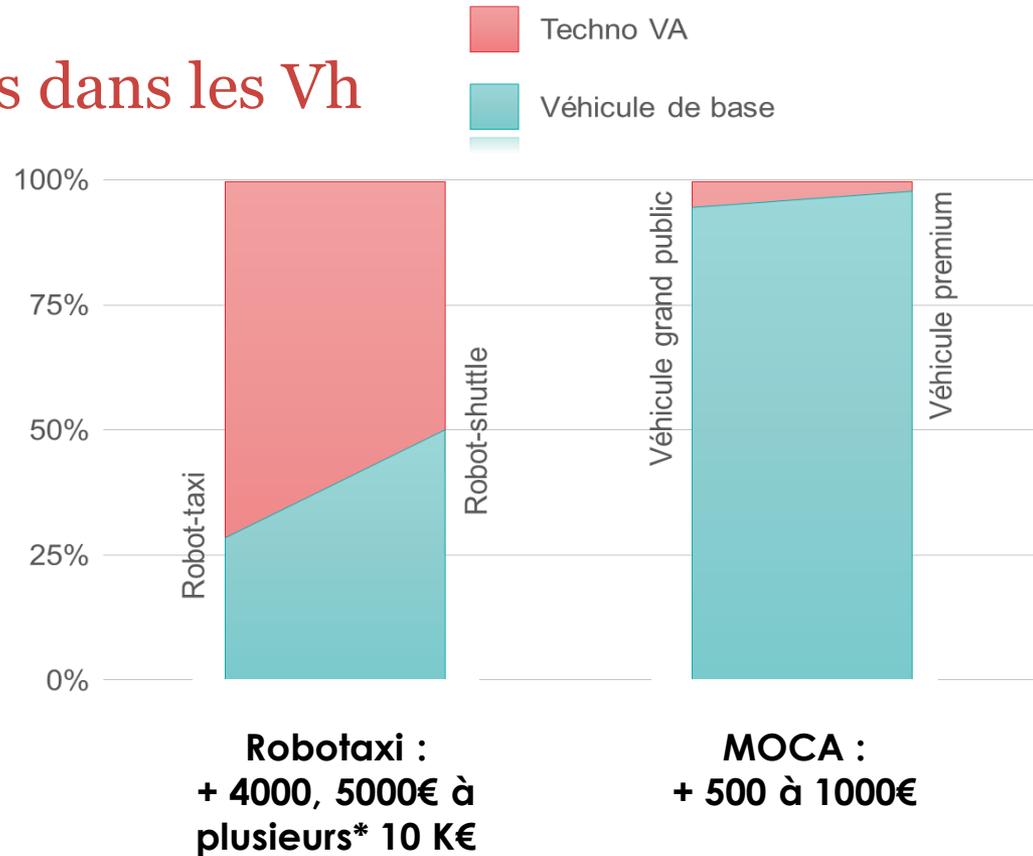
MOCA : SCHÉMAS PROGRESSIFS POSSIBLES



Source MOCA

COMPARAISON DES COUTS

Couts embarqués dans les Vh



Couts infrastructure

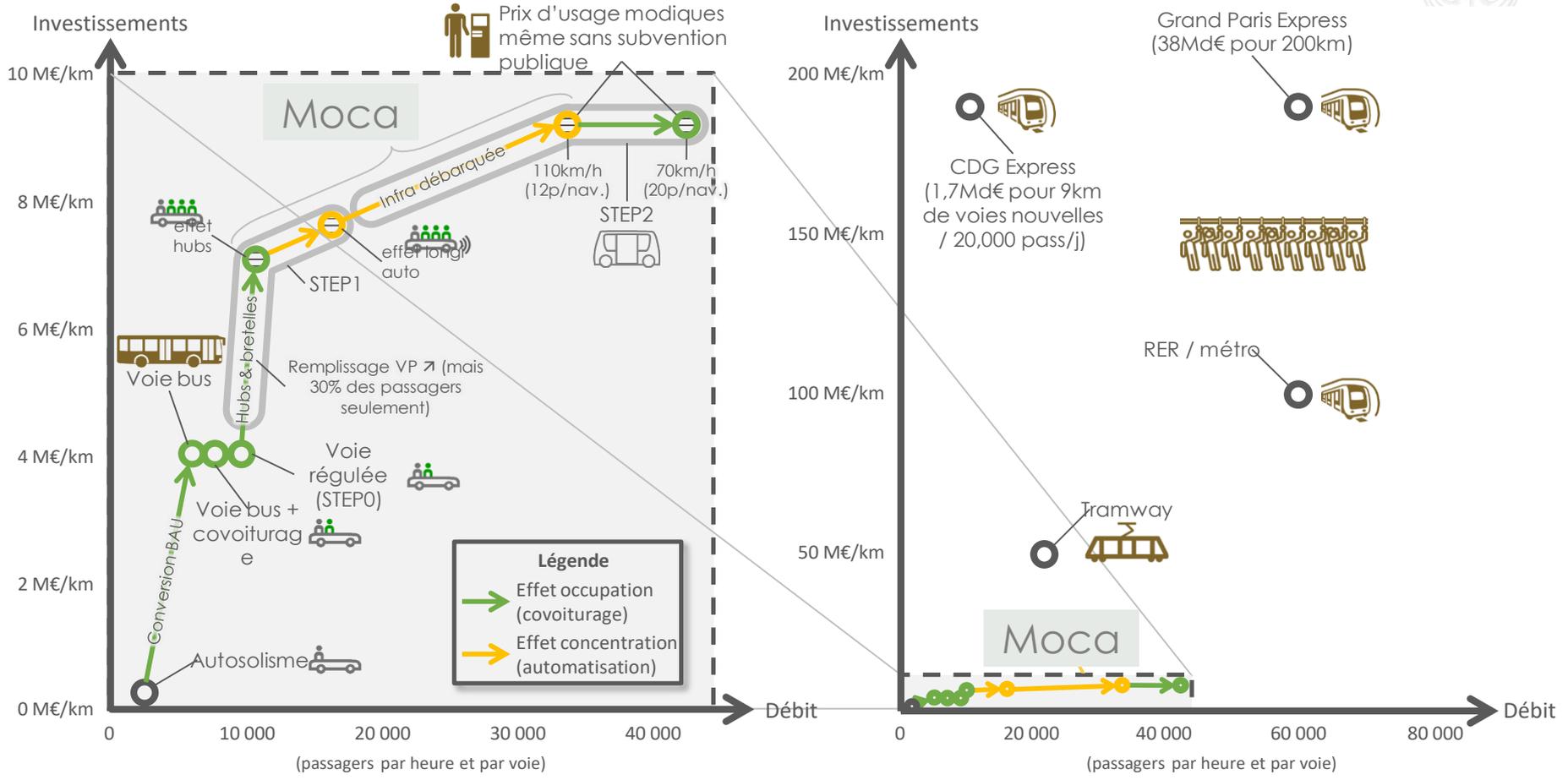
* Cout de la certification roulage

Source MOCA

	Robotaxi	MOCA	Tram	RER/metro	Gd Paris Expr
Cout/KM	0	10 M€	50 M€	100M€	200M€
Débit nb pass /h/voie	4 000 (4pers)	40 000	30 000	70 000	70 000



Comparaison debit/cout infra km



Source MOCA



COMPARAISON VALEUR



Valeur collective

	Robotaxi	MOCA	Tram	RER/metro	Gd Paris Expr
Débit nb pass /h/voie	4 000 (4pers)	40 000	30 000	70 000	70 000

Valeur individuelle : persona habitante des Ulis, travaillant à Paris

	Autosoliste	Transports en commun	Covoiturage	MOCA		
				Covoitureur	Covoituré	Navette
Temps	55 min	1h37	61 min	43 min	57 min	53 min
Incertitudes sur temps de trajet	Jusqu'à +1h si accident	Aléas fréquents sur RER	Jusqu'à +1h si accident	NON	NON	NON
Nombre de changements	0	4	1	0	1	2
Coût	8 €	3 € ¹	3 € ¹	3 € ¹	4,5 € ²	4,5 € ²
Retour garanti	OUI	OUI	NON	OUI	OUI	OUI
Place assise garantie	OUI	NON	OUI	OUI	OUI	OUI

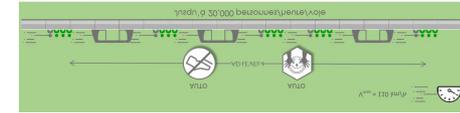
Source MOCA

5. COMPARAISON DE DEUX MODELES DIFFÉRENTS

Robotaxi Case



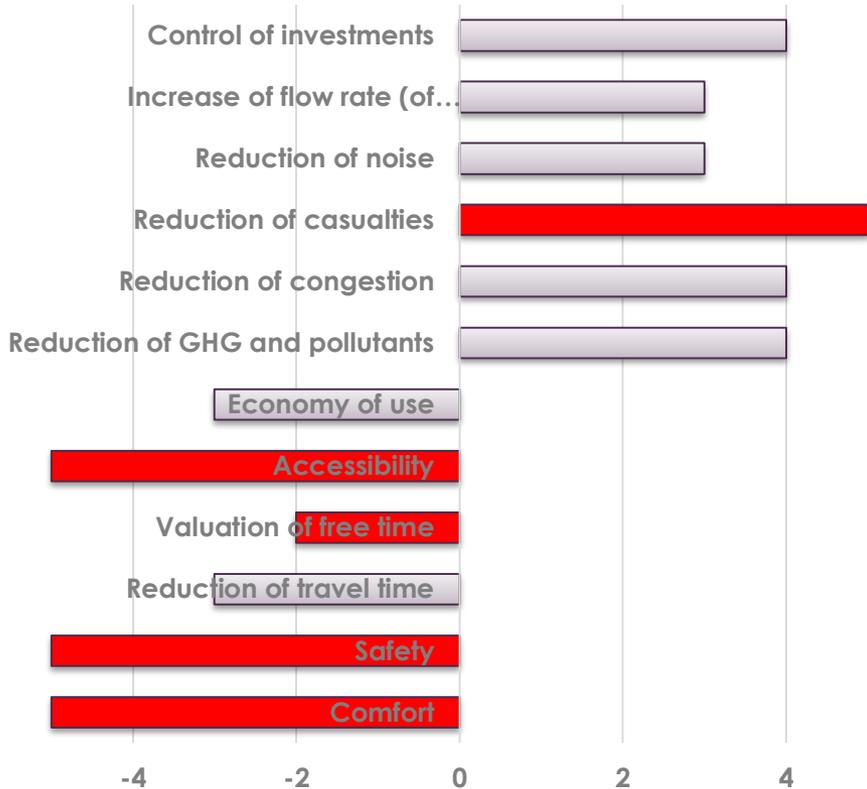
Moca Case



Individual benefits

collective benefits

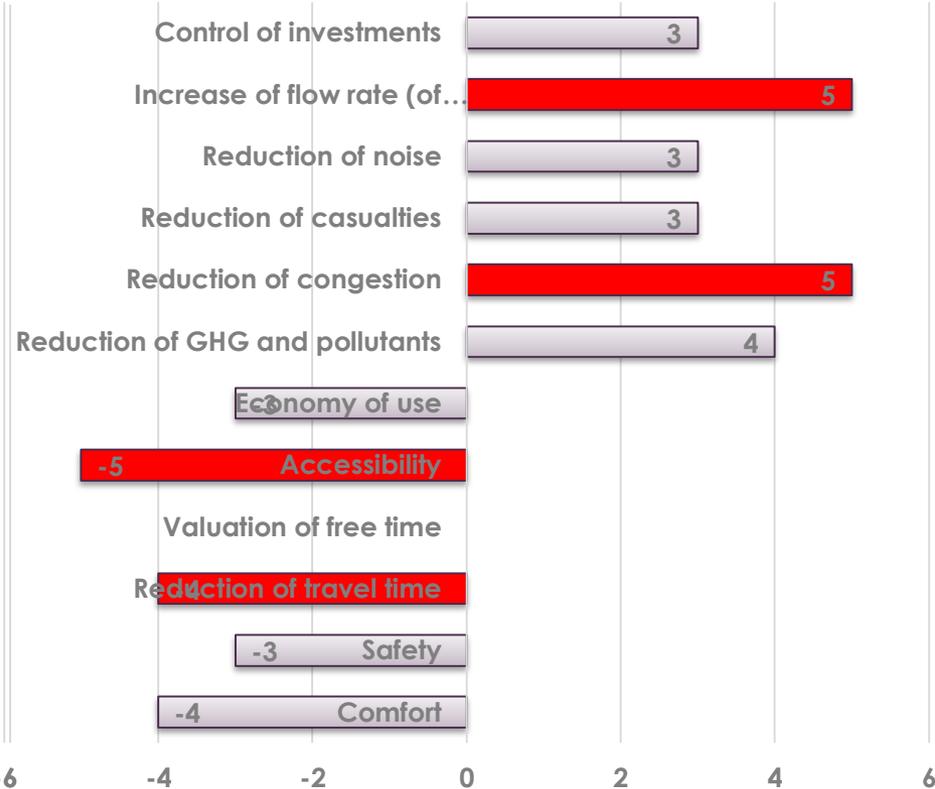
robotaxi case : value orientation



Individual benefits

collective benefits

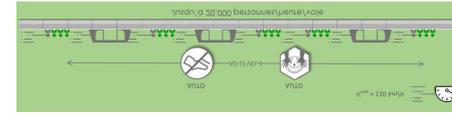
Peloton Case : value orientation



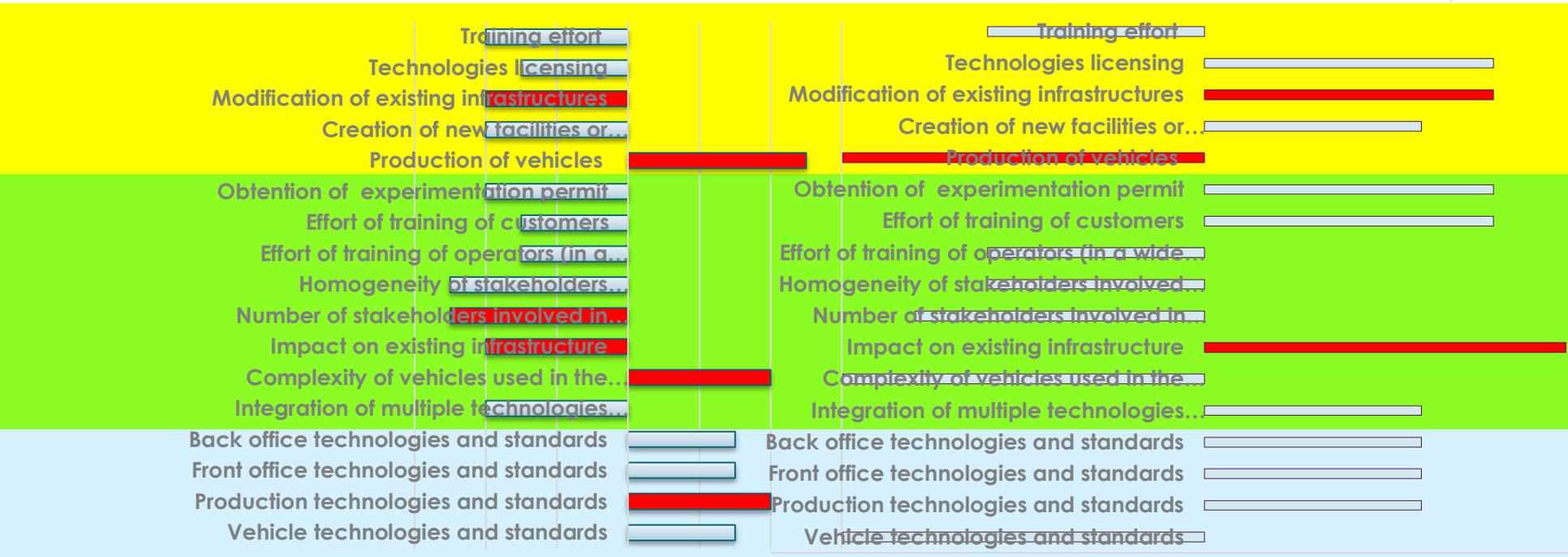
VARIÉTÉ DANS LES RISQUES ET MATURITÉ DES PROJETS



Robotaxi case



Moca Case



Enablers Bottlenecks Enablers Bottlenecks



CONCLUSION DE LA COMPARAISON DES DEUX MODÈLES



- **Deux modèles qui illustrent la variété des possibles auxquels peuvent mener les apprentissages s'ils sont menés à bien**
- **Des modèles plus complémentaires que concurrents :**
 - Robotaxis (et shuttle) : rabattement sur Hub multimodal
 - Moca : augmentation secteur mass transit à moindre cout d'investissement
- **Des modèles où la voiture individuelle devient un vecteur complémentaire pertinent de mobilité collective**
 - Plus rentable en zone peu dense
 - Solution moins couteuse en investissement sur les axes de mass-transit saturés et contraints
- **Des complémentarités attendues par les clients/usagers et favorisées par les plateformes de multi-modalité**
- **Ce rapprochement des deux mondes auto et transport public oblige à de profonds changements dans les stratégies et les compétences des acteurs**
 - L'automobile passe d'un modèle B2C à un modèle B2T2C
 - Le marché automobile devient territorialisé
 - La coopération sur le terrain entre acteurs de l'automobile et régulateurs territoriaux est nouvelle
 - La question des tarifs est centrale et délicate pour stimuler les comportements collectifs des usagers automobiles sans produire d'effets pervers d'encombrements plus forts

CONCLUSION



- **Le développement des services de mobilités autonomes sont déjà là !**
- **Les modalités concrètes des futurs systèmes ne sont pas figées (pas de one best way)**
- **Des modèles économiques très différents sont possibles**
- **Diversité et complémentarité + que concurrence entre « one best way »**
- **Les experimentations vont jouer un role crucial**
 - **Pour légitimer des options**
 - **Pour construire des apprentissage clients**
- **Role clé des autorités de regulation des transports locaux pour élaborer et experimenter des solutions pertinente, en cooperation avec les professionnels de l'automobile et des infrastructures**



QUESTIONS ?