



Contexte mondial

Démographie-Smart Cities-Electromobilité-Véhicules autonomes

Lausanne, Franco Tufo - Ingénieur Transports EPFL
Directeur général de Citec groupe

Sommaire

1. Démographie

2. Motorisation

3. Déplacement

3. Smart City

5. Electromobilité

6. Véhicules autonomes

7. Formes urbaines et usages du sol

8. Quelles pistes suivre?

Sommaire: Démographie



Démographie: nous sommes 8'544'500 à vivre en Suisse

Le Nouvelliste - 27 août 2019

A la fin de l'année passée, la Suisse comptait 8'544'500 habitants, soit 0,7% de plus qu'en 2017. Tous les cantons sauf le Tessin et Neuchâtel ...

www.lenouvelliste.ch > articles > suisse > la-population-... ▼

La population suisse a continué d'augmenter et de...

09.04.2020, 15:35 ... La population de la Suisse a atteint 8'603'900 habitants à fin 2019, soit une hausse de 0,7% par rapport à l'année précédente.

 LeNouvelliste.ch

La population suisse a augmenté de 64'300 personnes en...

Démographie La Suisse comptait à la fin de l'année dernière 8'670'300 résidents permanents, soit une augmentation de 0,7% par rapport à...

Il y a 3 semaines



 Le Matin

Démographie: La population suisse vieillit de plus en plus

La Suisse comptait désormais à la fin de l'année dernière 8,739 millions d'habitants (+0,8%), dont 74,3% de Suisses et 25,7% d'étrangers. La...

Il y a 1 mois



Sommaire: Taux de motorisation

 Issy-les-Moulineaux

Une nouvelle offre de véhicules en autopartage avec Zity | Issy

... forme de mobilité entraîne une baisse de taux de motorisation des foyers, de nombreux citoyens renonçant à acheter un deuxième véhicule,...

Il y a 6 jours



 Les Echos

Turo veut doper les nouveaux usages partagés de la voiture en Europe

... de propriétaires de véhicules et le nombre d'utilisateurs de son ... la voiture comme un service de déplacement », estime le dirigeant.

Il y a 2 heures



 Agence Ecofin

Le marché automobile africain est toujours dominé par les ...

En 2014, le taux de motorisation de l'Afrique n'était que de 44 voitures ... de production automobile du pays à 10 000 véhicules par an.

8 mars 2019

www.tdg.ch › Auto-moto › Auto

Plus de 6 millions de véhicules sur les routes | Tribune de ...

31 janv. 2020 - Le taux de motorisation dans le pays se situait l'année dernière à 541 voitures pour 1000 habitants, en légère baisse par rapport à 2018 (543).

Sommaire: Déplacement



La part des déplacements en voiture régresse dans le Bas-Rhin

DNA - Dernières Nouvelles d'Alsace - 20 sept. 2019

Les Bas-Rhinois sont donc plus mobiles, avec en moyenne un **peu plus de 4 déplacements par jour** et par personne. Mais le nombre moyen ...

Mobilités : l'usage de la voiture toujours en recul à Strasbourg

Rue89 Strasbourg - 20 sept. 2019



En Suisse, chaque habitant parcourt 19 km par jour en ...

RTS.ch - 12 déc. 2018

En Suisse, chaque individu a effectué en **moyenne 1,3 déplacement pour les loisirs** par jour en 2015, montre l'étude publiée mercredi par ...



Mobilité: les Suisses passent 90 minutes par jour dans les ...

Le Nouvelliste - 9 août 2019

La population suisse passe **chaque jour 90 minutes** dans les ... Les loisirs sont de loin le motif de **déplacement** le plus important, suivis par le ...

cm Corse Matin

Mobilité en Corse: l'été, le nombre de déplacements double dans l'île

L'été, le nombre de déplacements quotidiens double ou presque. Ce qui se ressent sur les routes. Raphaël Poletti.

Il y a 1 jour



Med

« La 1

Pour le
restés l

18 juil. 2

D La D

Les F
par jo

Aujourd'
voiture.

21 juin 2

Sommaire: Répartition modale

 Le Journal de Montréal

Un guide pour sensibiliser les municipalités sur les besoins ...

Intitulée «Piétons un jour, piétons toujours - Aménager des rues ... des déplacements motorisés est peu favorable aux déplacements à pied,...

8 juil. 2021



 Mediacités

« La technologie ne suffira pas » : face au changement ...

Pour le nombre moyen de trajets – trois ou quatre par jour – ... de déplacements sont restés les mêmes : aller au travail ou étudier,...

18 juil. 2022



 La Depeche

Les Français parcourent en moyenne plus de 50 kilomètres par jour, principalement en voiture

Aujourd'hui, ses déplacements quotidiens dépassent les 50 km, essentiellement en voiture. Ni le nombre de trajets (3 ou 4 par jour),...

21 juin 2022



Sommaire: Le CO2

Les prescriptions sur les **émissions de CO2** se durciront l'année prochaine en **Suisse**. Dès **2020**, les véhicules nouvellement immatriculés dans notre pays ne devront pas dépasser la valeur cible de 95 grammes de gaz carbonique par km, **contre 130 aujourd'hui**. 1 nov. 2019



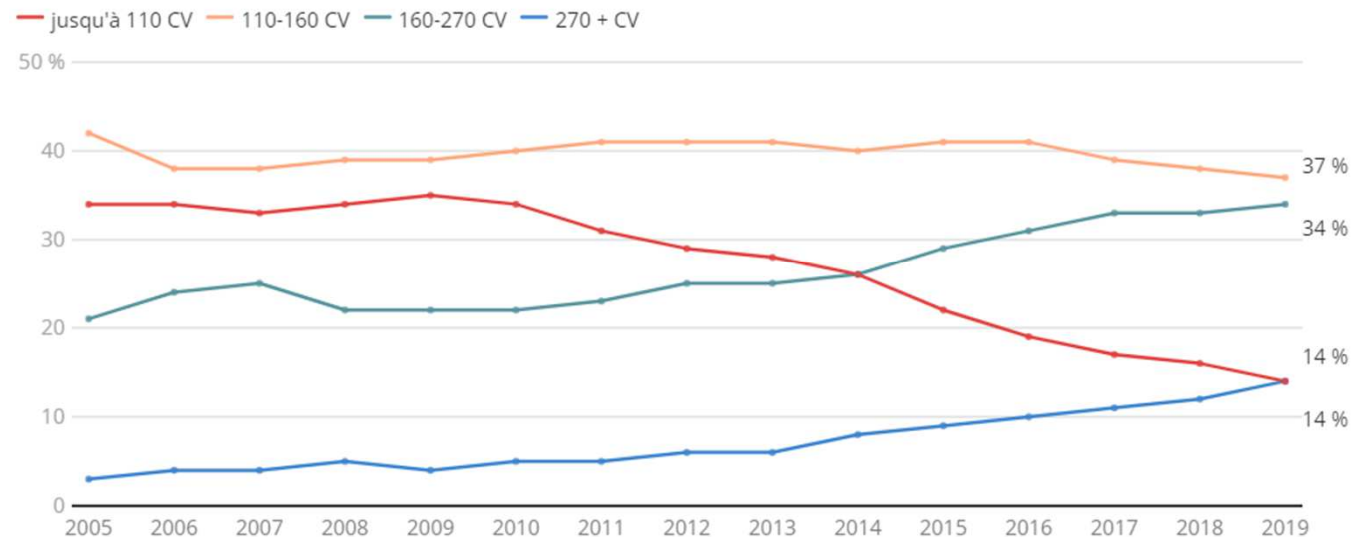
Des voitures plus grosses et plus puissantes

Contrairement au bâtiment, à l'agriculture et à l'industrie (qui a réduit ses émissions de 14%), le trafic routier a vu les siennes augmenter, même si c'est d'un petit 1%.

Les raisons en sont multiples. Tout d'abord, il y a plus de véhicules en circulation qu'il y a 30 ans. Rien que les voitures sont aujourd'hui près de 4,6 millions, soit presque 50% de plus qu'en 1990.

Des moteurs de plus en plus puissants dans les voitures en Suisse

parts de marché (en % de toutes les immatriculations) par puissance de moteur depuis 2005.



Graphique: ptur • Source: [Office fédéral des routes](#) • [Récupérer les données](#)

SWI swissinfo.ch

Le Temps 19 septembre 2019 Ecologique, la voiture électrique? Passé-présent d'une illusion

Sommaire: Le CO2

 ATE Association transports et environnement

Les importateurs de voitures ratent leur objectif CO2

Pour l'année 2020, les importateurs suisses de voitures ont à nouveau ... la moyenne d'émission de CO2 des voitures neuves vendues en Suisse...

2 juil. 2021



 Transitions & Energies

Empreinte carbone des voitures, rien ne vaut la conservation

Rappelons la distinction entre les polluants qui se répandent dans l'atmosphère et sont néfastes pour la santé et le CO2 qui certes est un...

5 nov. 2021



 Les Numériques

Les applications Waze, Maps ou Plans sommées d'inciter leurs utilisateurs à la mobilité douce

... Maps ou Plans sommées d'inciter leurs utilisateurs à la mobilité douce ... (taux d'émission de CO2, particules PM10, oxyde d'azote...).

Il y a 1 mois



 Illustré

«La Suisse est championne du monde des émissions de CO2 ...

Il n'y a pas d'autre moyen de décarboner la Suisse rapidement. - Les gens hésitent aussi en raison du coût de l'installation...

9 déc. 2020



Sommaire: Les législations

 Meilleurtaux.com

L'interdiction des voitures Crit'Air 3 est reportée à juillet 2023

...

... du statut de territoire d'expérimentation pour un prêt à taux zéro. ... tous types de motorisation confondus, selon les ressources des...

Il y a 2 semaines



 Meilleurtaux.com

Le stationnement payant pour les deux-roues thermiques, une ...

À partir du 1er septembre, les propriétaires de motos et scooters à motorisation thermique devront payer pour se garer dans la capitale.

Il y a 2 semaines



 Wallonie

Vers une réforme de la fiscalité automobile

... mise en circulation) afin de favoriser l'achat de véhicules neufs ou d'occasion moins lourds, moins puissants, et émettant moins de Co2.

27 juin 2022



 Léman Bleu

Un nouveau projet de loi sur le CO2 sans taxes

Le projet concerne en particulier les domaines essentiels de la politique climatique: le bâtiment et la mobilité. Une enveloppe de 2,8...

Il y a 1 semaine



Sommaire: Electromobilité

Deux tiers de la production mondiale d'électricité dépendent des hydrocarbures, et la planète ne dispose pas des quantités de métaux nécessaires pour que l'électrique se substitue au 1,2 milliard de véhicules actuels, ou aux 4 milliards d'automobiles futures si, par justice énergétique, on étendait au monde le taux de motorisation suisse (55%).

 Paris Match Belgique

C'est confirmé : Il n'y aura plus de voitures neuves essence et ...

... à zéro les émissions de CO2 des voitures neuves en Europe à partir de 2035, imposant de facto les motorisations 100% électriques.

29 juin 2022



 Les Echos

Automobile : les ventes de voitures essence et diesel s'écroulent en Europe

Les ventes de voitures neuves à motorisation essence ou diesel se sont écroulées, tandis que les véhicules hybrides et les électriques ont...

20 juil. 2022



 LFM

Plan climat: plus de voitures thermiques d'ici 2030

Mesure phare: l'interdiction de tout véhicule thermique sur le sol lausannois d'ici à 2030. En Suisse, Lausanne serait ainsi la première...

13 janv. 2021



Le Temps 19 septembre 2019 Ecologique, la voiture électrique? Passé-présent d'une illusion

Sommaire: Véhicules autonomes



Spécialiste des véhicules autonomes, Bestmile lève 16,5 ...

Le Temps - 27 août 2019

Nous l'avons quitté au cœur de San Francisco, en octobre 2018. Raphael Gindrat, directeur et cofondateur de Bestmile et originaire de La ...

 Le Temps

Exclusif – Fin de parcours brutale pour Bestmile, le grand ...

«On n'a pas une très bonne nouvelle à vous annoncer», lance rapidement Anne Mellano, d'une voix émue. «Bestmile, c'est fini. Nous avons lancé...

25 juin 2021



 Flottes Automobiles

Véhicule autonome et transition écologique : un impact plutôt

...

Le véhicule autonome peut-il être écologique ? Selon un rapport du think tank La fabrique écologique, le développement de la mobilité autonome...

15 mars 2021



'Organisation des Nations Unies (ONU) a marqué une étape capitale en la matière en modifiant la Convention de Vienne sur la circulation routière afin d'autoriser les véhicules sans conducteur. Adopté le 14 janvier dernier, cet amendement entrera en vigueur le 14 juillet prochain. Une fois publié au Journal Officiel (au plus tard le 1er septembre 2022), le déploiement des véhicules totalement autonomes ne nécessitant pas la supervision d'un conducteur, deviendra alors possible.

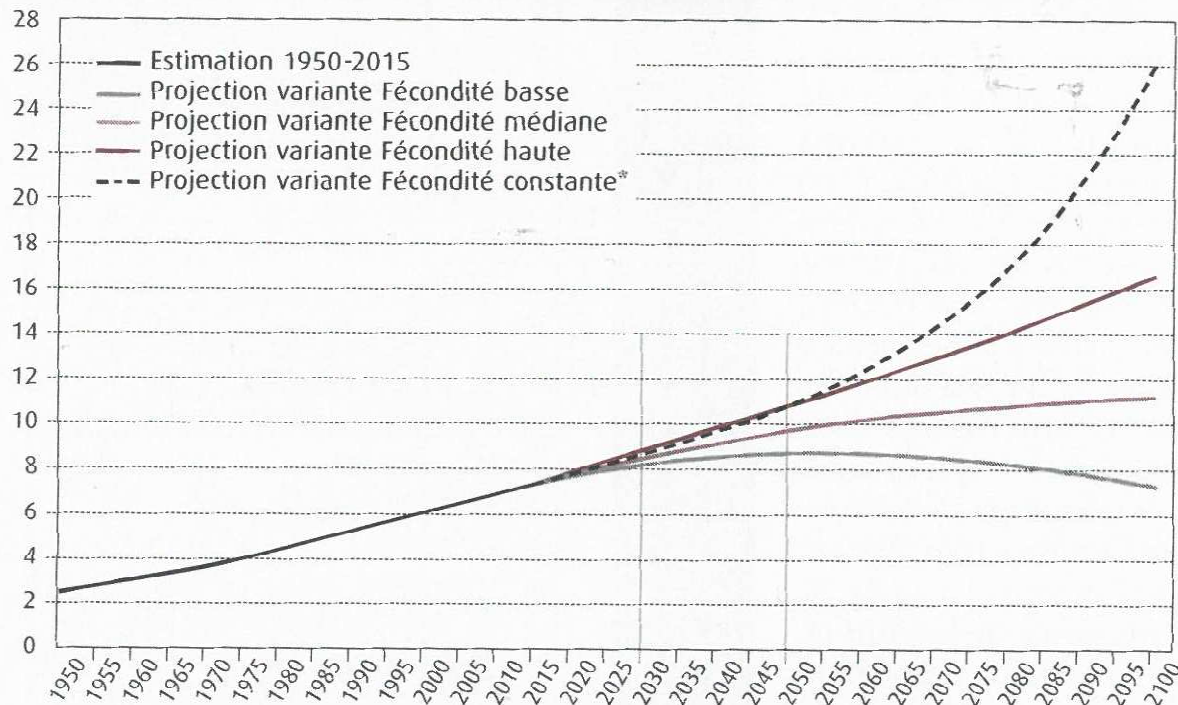
Démographie

La démographie en 2050: 10 milliards de terrien

Evolution de la population de 1900 à 2050

- Après 2050, une dépopulation inverserait la tendance selon certain scénario de l'ONU

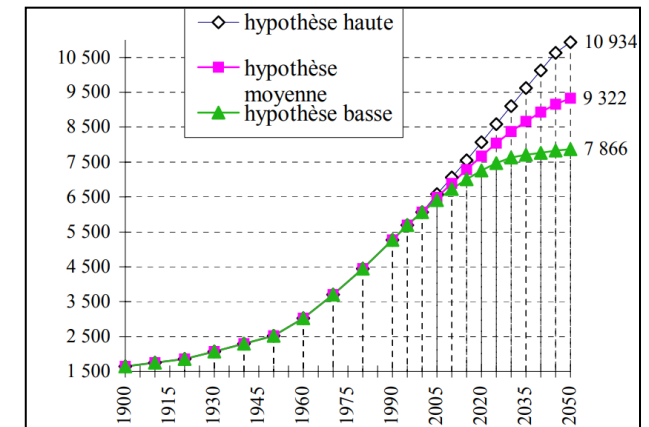
Graphique 7 — Population mondiale totale estimée de 1950 à 2015 et projetée de 2015 à 2100 selon plusieurs variantes (en milliards)



*La variante Fécondité constante anticipe un niveau moyen de fécondité supérieur à la variante Fécondité haute qui, elle, envisage une baisse de la fécondité moyenne ; avec pour conséquence une croissance plus soutenue de la population mondiale.

Source : DPNU, World Population Prospects: The 2015 Revision, op. cit.

- Population mondiale 2015: 7.35 Mia
2020: 7.8 Mia
- Population Suisse 2015: 8.3 mio
2020: 8.7 mio



Population mondiale estimée depuis 1900 et projections jusqu'en 2050 (en milliers d'habitants)

© Gérard-François Dumont - Chiffres WPP, The 2000 Revision, ONU, 2001

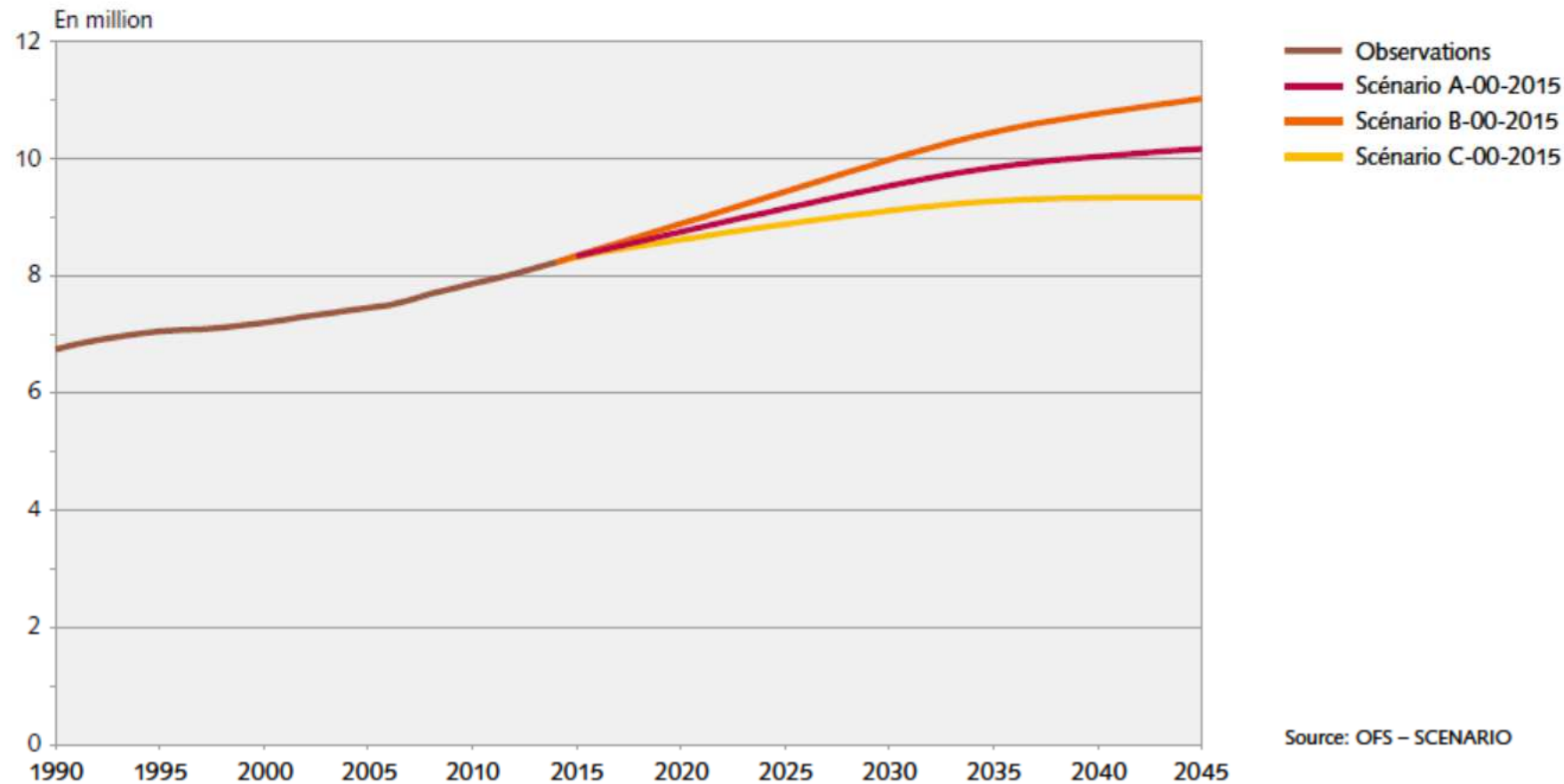
La démographie en 2050: 10 millions de Suisse

Evolution de la population Suisse de 1990 à 2045

- Une progression lente mais certaine

Evolution de la population résidente permanente de la Suisse
selon les 3 scénarios de base, 1990 à 2045

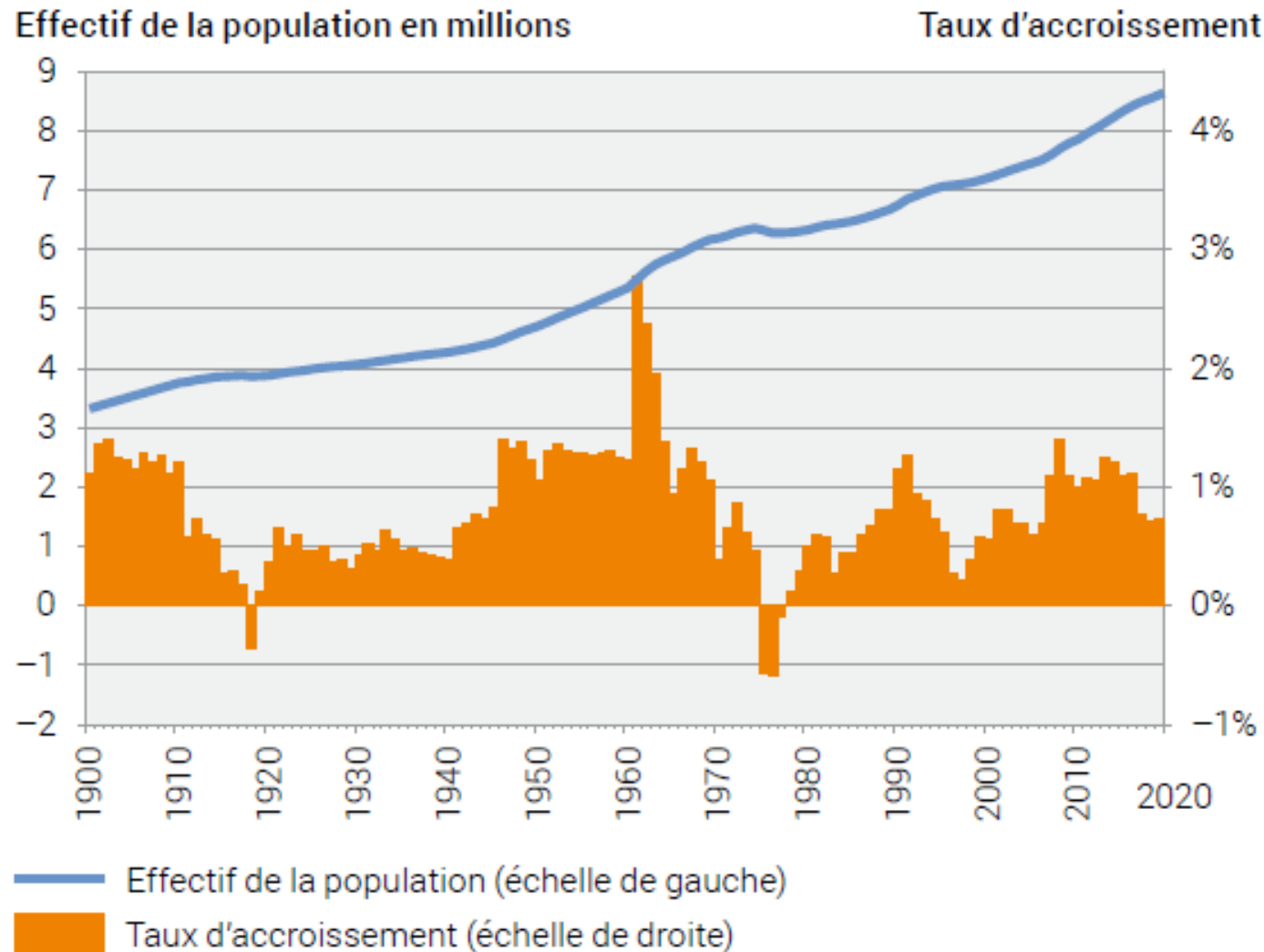
G 1



© OFS, Neuchâtel 2015

La démographie : La Suisse un pays en croissance

La Suisse est un pays dynamique du point de vue de la croissance de la population



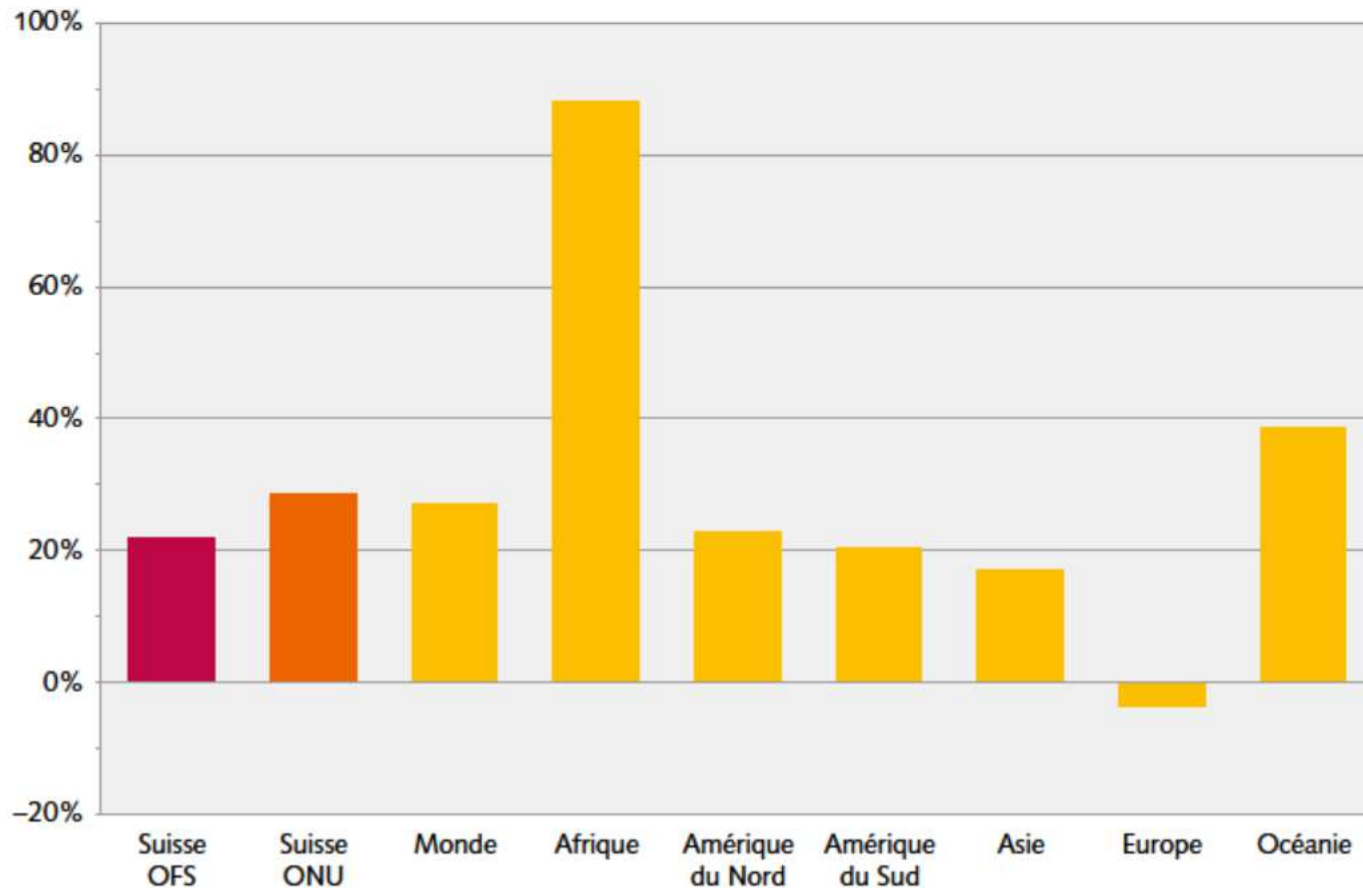
La démographie en 2045: L'Afrique et les autres!

Evolution de la population de 1900 à 2050

- Le continent connaissant l'accroissement démographique le plus important au cours de cette période est l'Afrique. Sa population augmente de 88% en passant de 1,2 milliard à près de 2,2 milliards en 2045.

Accroissement démographique de 2015 à 2045 du Monde et des continents selon la variante medium de l'ONU

G 37

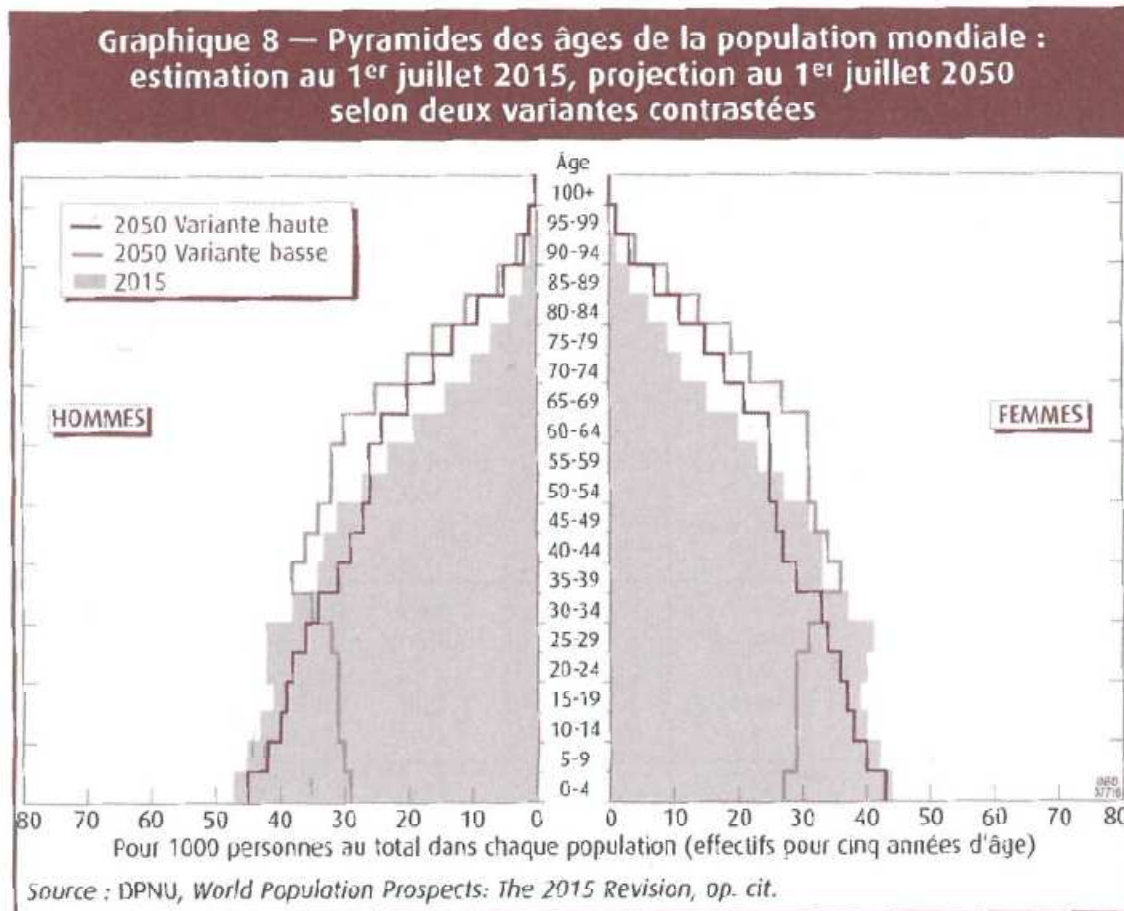


© OFS, Neuchâtel 2015

La démographie en 2050: Vers l'inversion des pyramides

Evolution de la population de 2015-2050

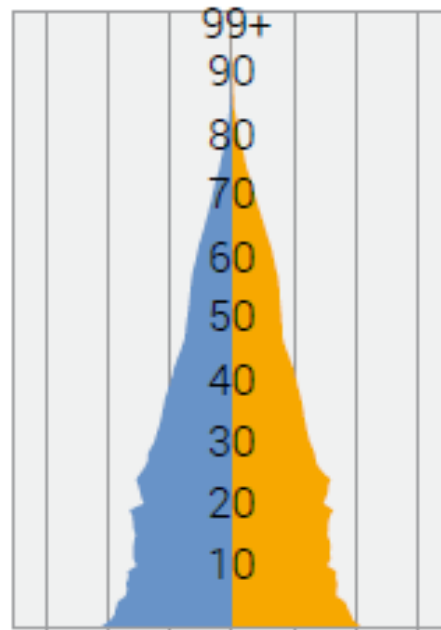
- Vieillissement généralisé, mais avec des intensités géographiquement différentes
- Europe (plus vieille) et Afrique (plus jeune) aux deux extrémités
- Le vieillissement de la population mondiale s'accélère, le pourcentage de personnes âgées de plus de 60 ans doublera en 2050 (de 11 à 22%)



La démographie Suisse en 2020: Vers l'inversion des pyramides

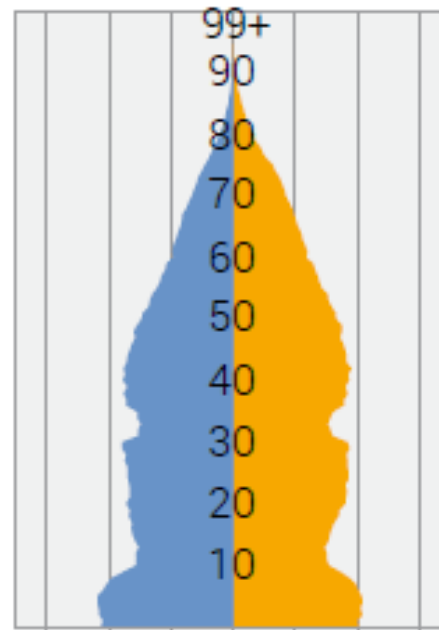
Il y a toujours moins des jeunes et toujours plus de seniors dépendant de la population en âge de travailler

Au 31 décembre 1900



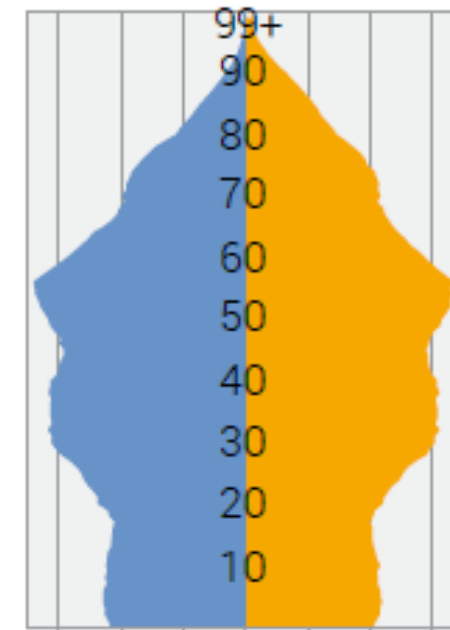
60 40 20 0 20 40 60

Au 31 décembre 1950



60 40 20 0 20 40 60

Au 31 décembre 2020



60 40 20 0 20 40 60

Hommes Femmes

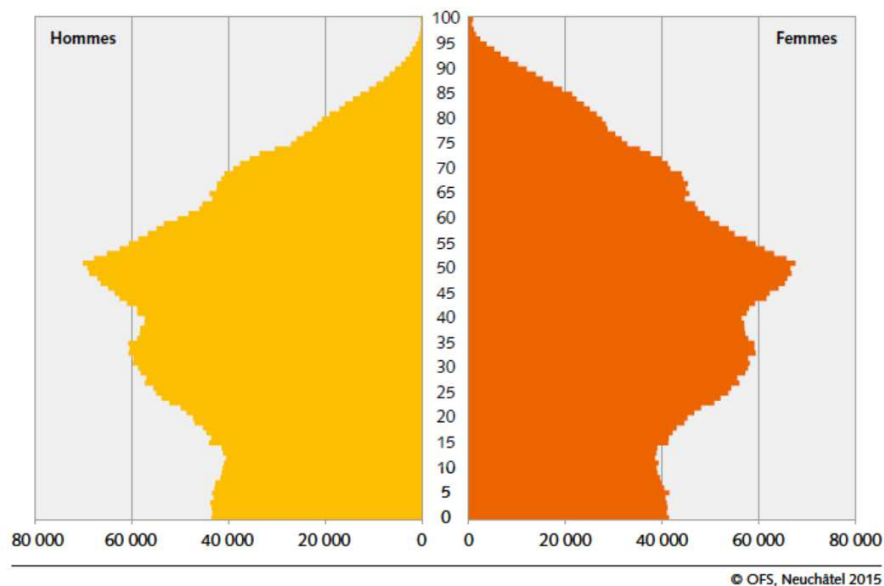
Nombre de personnes en milliers

La démographie Suisse en 2045: Vers l'inversion des pyramides

- Le vieillissement que l'on observera au cours des trente prochaines années est dû premièrement à la basse fécondité des dernières décennies et deuxièmement aux générations nombreuses nées en Suisse dans les années 1950 à 1970 ou ayant immigré en Suisse entre cette période et aujourd'hui. La hausse continue de l'espérance de vie permettant à une plus grande proportion de personne d'atteindre des âges élevés accentue encore ce vieillissement

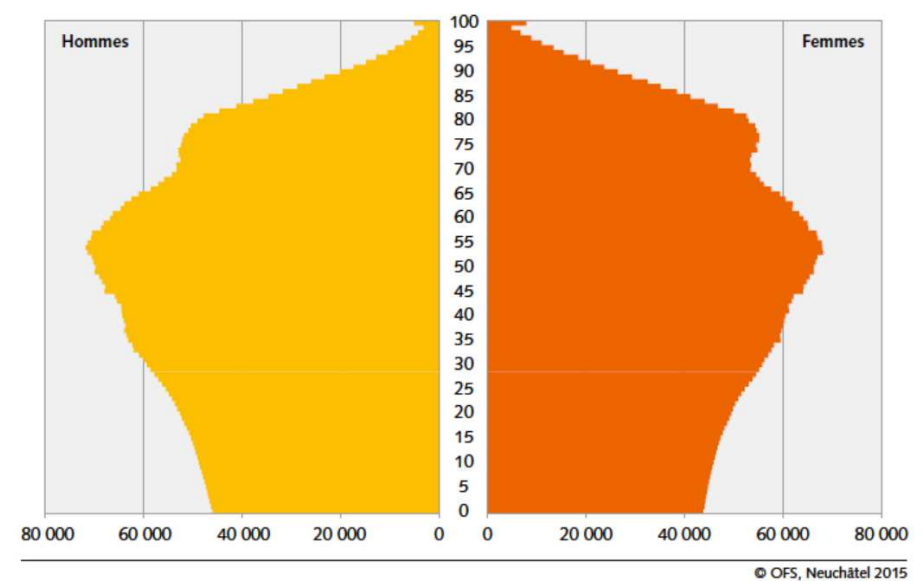
2015

Pyramide de la population de la Suisse 2015, scénario de référence A-00-2015 G 6



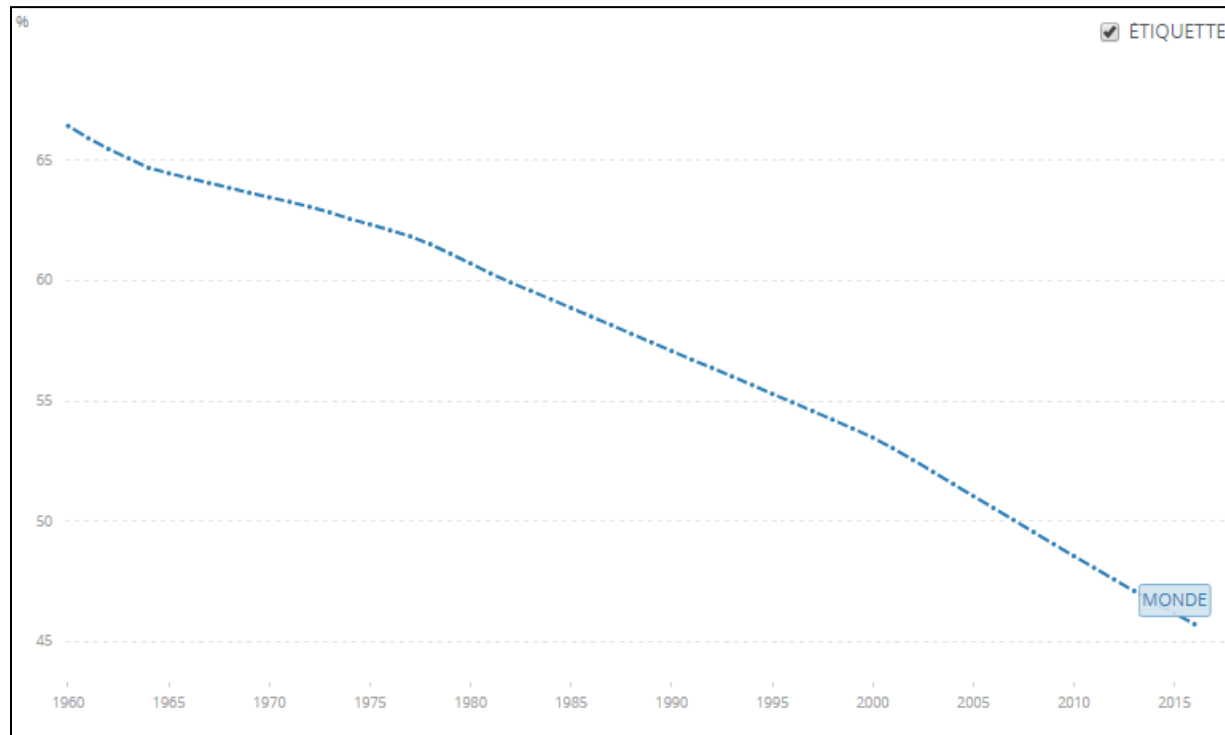
2045

Pyramide de la population de la Suisse 2045, scénario de référence A-00-2015 G 8



Exode rurale : Une accélération globale

- Depuis 2014 : **plus de la moitié** de la population mondiale vit en **zone urbaine**
- En 2050 : La proportion passera à **deux tiers**



Evolution (en pourcentage) de la population rurale mondiale de 1960 à 2016 – Banque Mondiale des données de développement

Exode rurale : Une accélération globale

- Depuis 2014 : **plus de la moitié** de la population mondiale vit en **zone urbaine**
- En un siècle : La proportion passera de 30% à **deux tiers**
- Notons que même si les Mega City telles que Tokyo, Delhi ou Shanghai (plus de 20 millions d'habitant en 2014) vont continuer à prendre de l'importance, **la moitié des urbains** (soit plus de 2 milliards d'humain) vivent en 2014 dans des villes de moins de **500'000 habitants**

**Tableau 3 — Évolution du taux d'urbanisation
(part des personnes vivant en zone urbaine, en %)**

	Monde	Afrique	Asie	Europe	Amérique latine	Amérique du Nord	Océanie
1950	30	14	18	52	41	64	62
2015	54	40	48	74	80	82	71
2050	66	56	64	82	86	87	74

Source : DPNU (Division de la population des Nations unies), *World Urbanization Prospects: The 2014 Revision*, New York : Nations unies, 2014.

Mega City: Une accélération globale

- Presque 300 millions d'habitants dans les 10 plus grandes villes en 2030

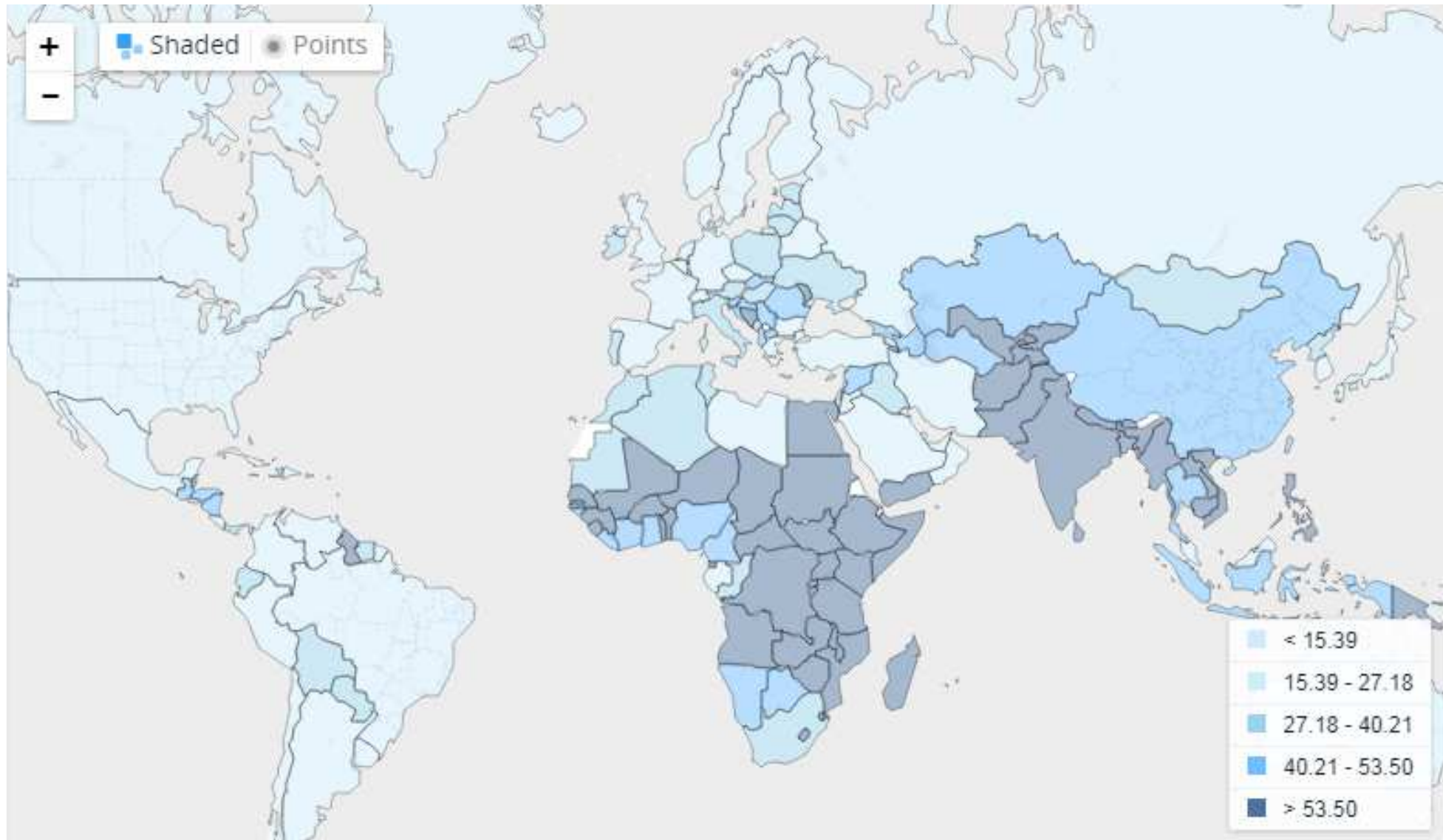
Tableau 4 — Les 10 agglomérations urbaines les plus peuplées dans le monde en 2014 et 2030 (projection), en millions d'habitants

2014			2030		
Rang	Ville	Population	Rang	Ville	Population
1	Tokyo	37,8	1	Tokyo	37,2
2	Delhi	24,9	2	Delhi	36,1
3	Shanghai	23,0	3	Shanghai	30,8
4	Mexico	20,8	4	Mumbai	27,8
5	São Paulo	20,8	5	Pékin	27,7
6	Mumbai	20,7	6	Dacca	27,4
7	Osaka	20,1	7	Karachi	24,8
8	Pékin	19,5	8	Le Caire	24,5
9	New York	18,6	9	Lagos	24,2
10	Le Caire	18,4	10	Mexico	23,9

Source : DPNU, op. cit.

Exode rurale : Une accélération globale due aux pays émergents

- Répartition mondiale (en pourcentage) de la population rurale par pays en 2016.
- En Suisse 26% des habitants vivent en zone rurale



Banque Mondiale des données de développement

Densité urbaine : Deux phénomènes antagonistes

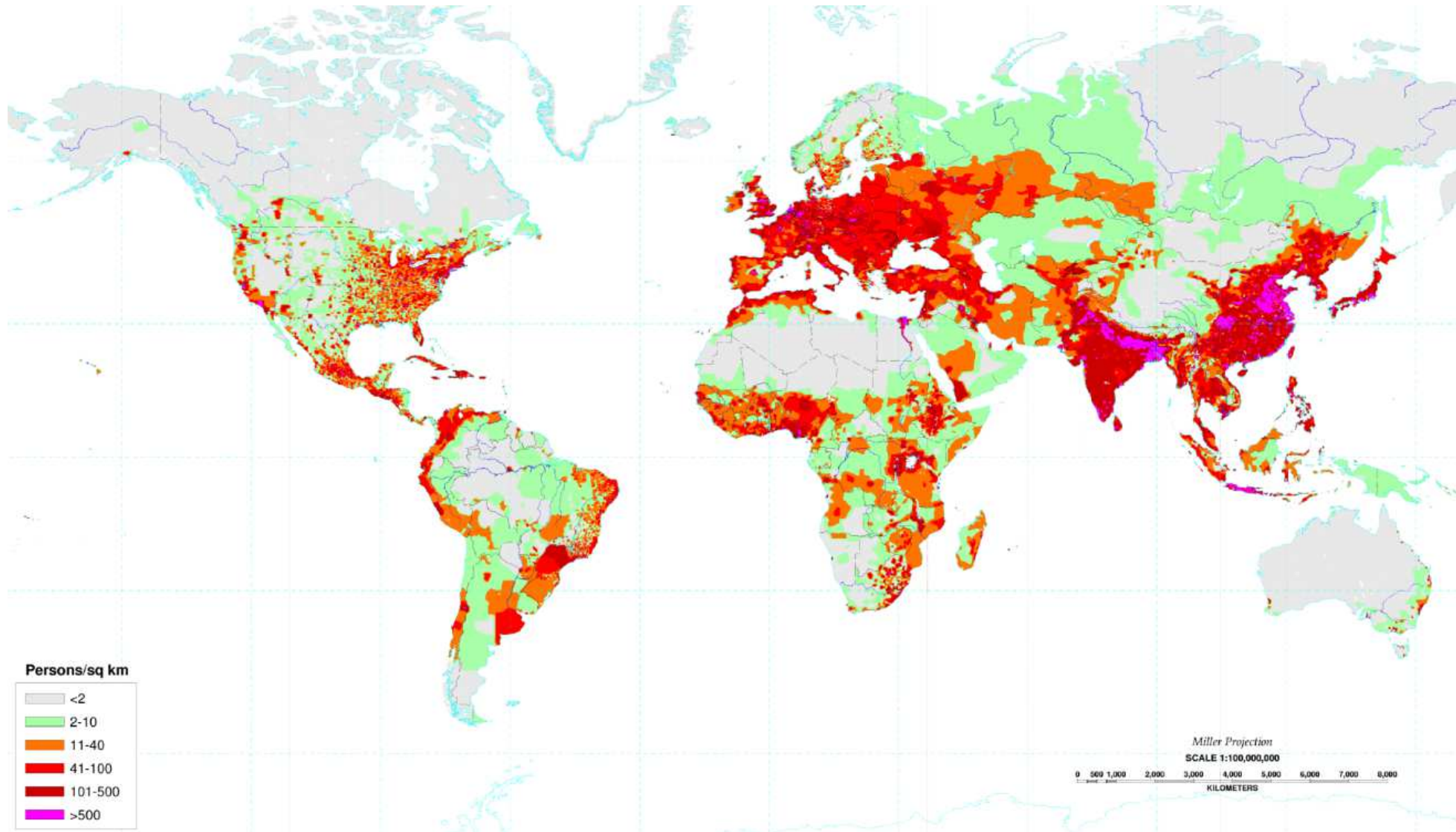
- Elle augmente en moyenne, corrélée à l'exode rural et à l'accroissement de la population
- Elle est modérée dans les pays émergents sujets à **l'étalement urbain** contrairement aux pays développés ou émergents d'Asie qui privilégient **la densification**



Photomontage d'images satellites nocturnes. La pollution lumineuse (proportionnelle à la densité) des villes de pays émergents d'Asie rattrape celle de l'Occident. Les villes africaines suivront dans les prochaines décennies. – www.forbes.com

Densité urbaine : **Forte amplitude selon les cultures**

- Répartition des densités de population (en hab/km²) par région en 2016.
- Maximum actuel à Calcutta de 27'400 hab/km² soit 2,2 fois la densité à Genève (12'650 hab/km²)



www.worldometers.info et OCStat, Genève

Stratification sociale: Des disparités importantes

- TOP 500 millions à plus de 100 dollars par jour
- MOP 2 milliards entre 10 et 100 dollars par jour
- BOP 4.5 milliards entre 1 et 10 dollars par jour

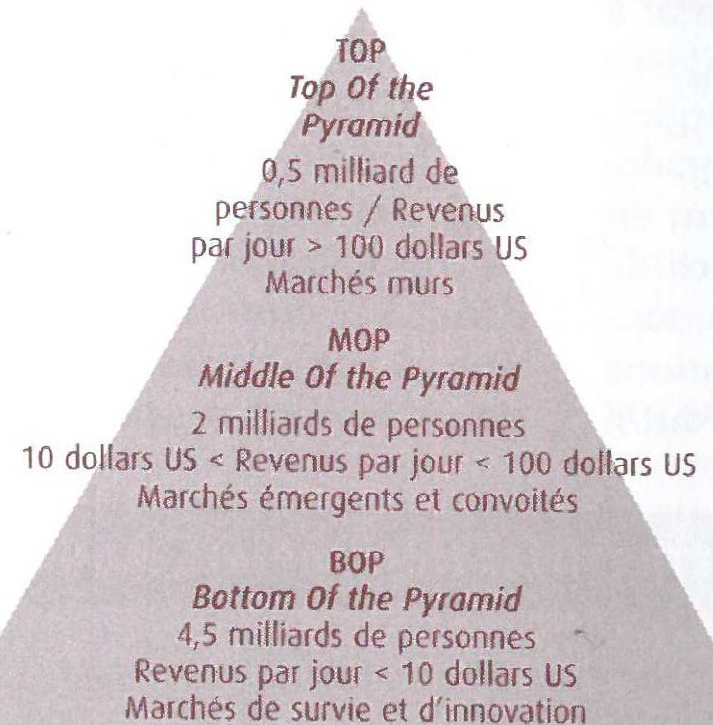
BOP / MOP / TOP : LA STRATIFICATION SOCIALE MONDIALE

L'acronyme BOP, pour *Bottom Of the Pyramid* ou *Base Of the Pyramid*, a accédé à la célébrité. Il désigne la taille considérable que représentent les populations pauvres des pays pauvres, à la base de la pyramide de la distribution de la population mondiale selon ses ressources. La plus grande partie de la population mondiale se trouve dans le BOP, si on prend un plafond à 10 dollars US par jour. À la fin des années 2000, ce sont presque 4,5 milliards d'individus qui vivent avec moins de 10 dollars US par jour. Mais si on prend comme plafond du BOP le seuil de pauvreté à 1,5 dollar US par jour en parité de pouvoir d'achat (passé à 1,9 dollar US en 2015), on dénombre un milliard, environ, de personnes.

Bien au-dessus du BOP, se trouve une population qui peut être baptisée TOP (pour *Top Of the Pyramid*) dont on place le plancher de revenus à 100 dollars US par jour. Environ 500 millions de personnes se trouvent dans cette situation, principalement dans les pays riches. Enfin dans l'entre-deux, on trouve la classe moyenne mondiale, qu'un nouvel acronyme évident vient désigner : MOP (pour *Middle Of the Pyramid*). Cette population MOP compte, grossièrement, deux milliards de personnes (moyenne de chiffres OCDE et McKinsey). Elle se trouve encore majoritairement dans les pays riches. Mais dès 2020, l'Asie en abriterait plus de la moitié.

Cette classe MOP présente des niveaux de vie sensiblement plus élevés que ceux des pauvres. Les classes moyennes émergentes, réunies dans le MOP, répartissent leur budget différemment que les pauvres. Moins de dépenses en nourriture, plus en loisirs et en éducation. Majoritairement urbaines, et très représentées dans les grandes métropoles, elles habitent, pour une grande partie d'entre elles, dans des logements équipés de toilettes et téléviseurs. Assurément les MOP — si on peut dire — se trouvent dans des quartiers équipés mais aussi dans de l'habitat informel et des bidonvilles. Encore majoritairement ruraux, les pauvres n'ont pas accès à ces commodités et équipements que pro-

La tripartition de la pyramide économique mondiale (2010)

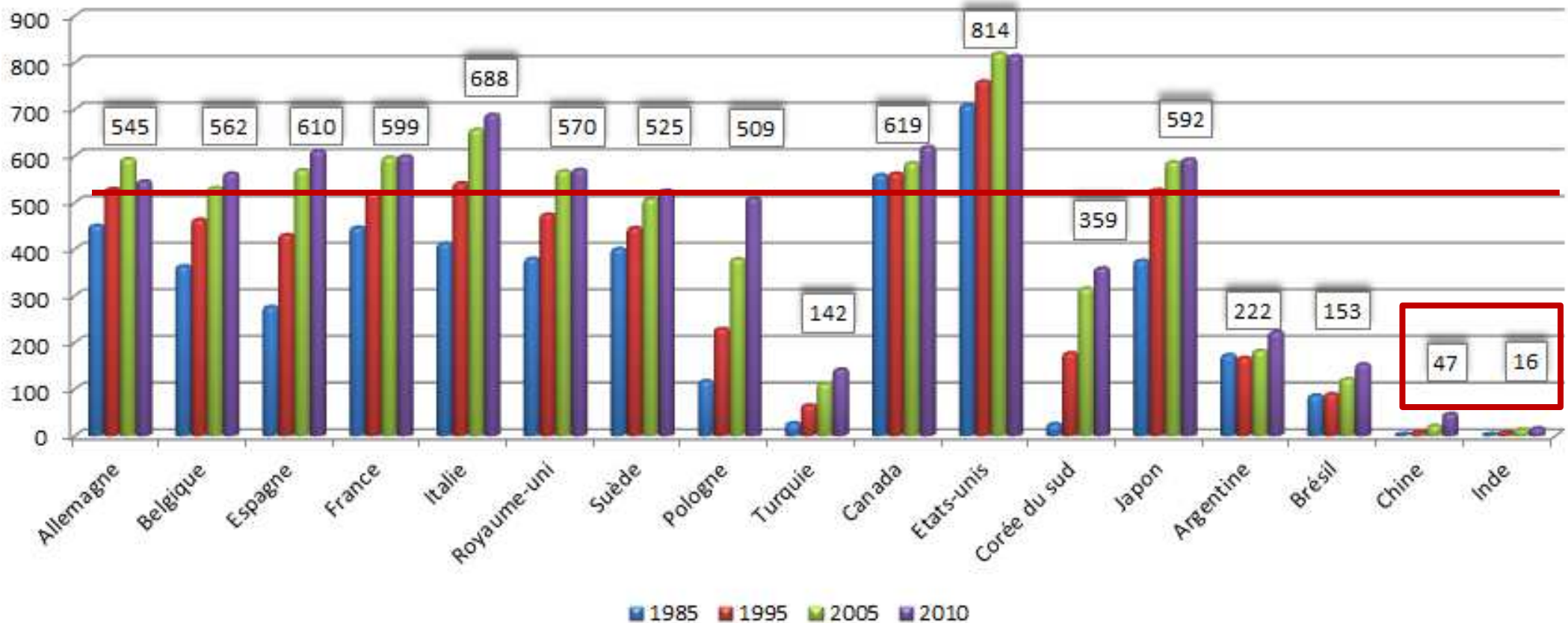


Motorisation

Motorisation: Nombre de voitures pour 1000 habitants de 1985 à 2010

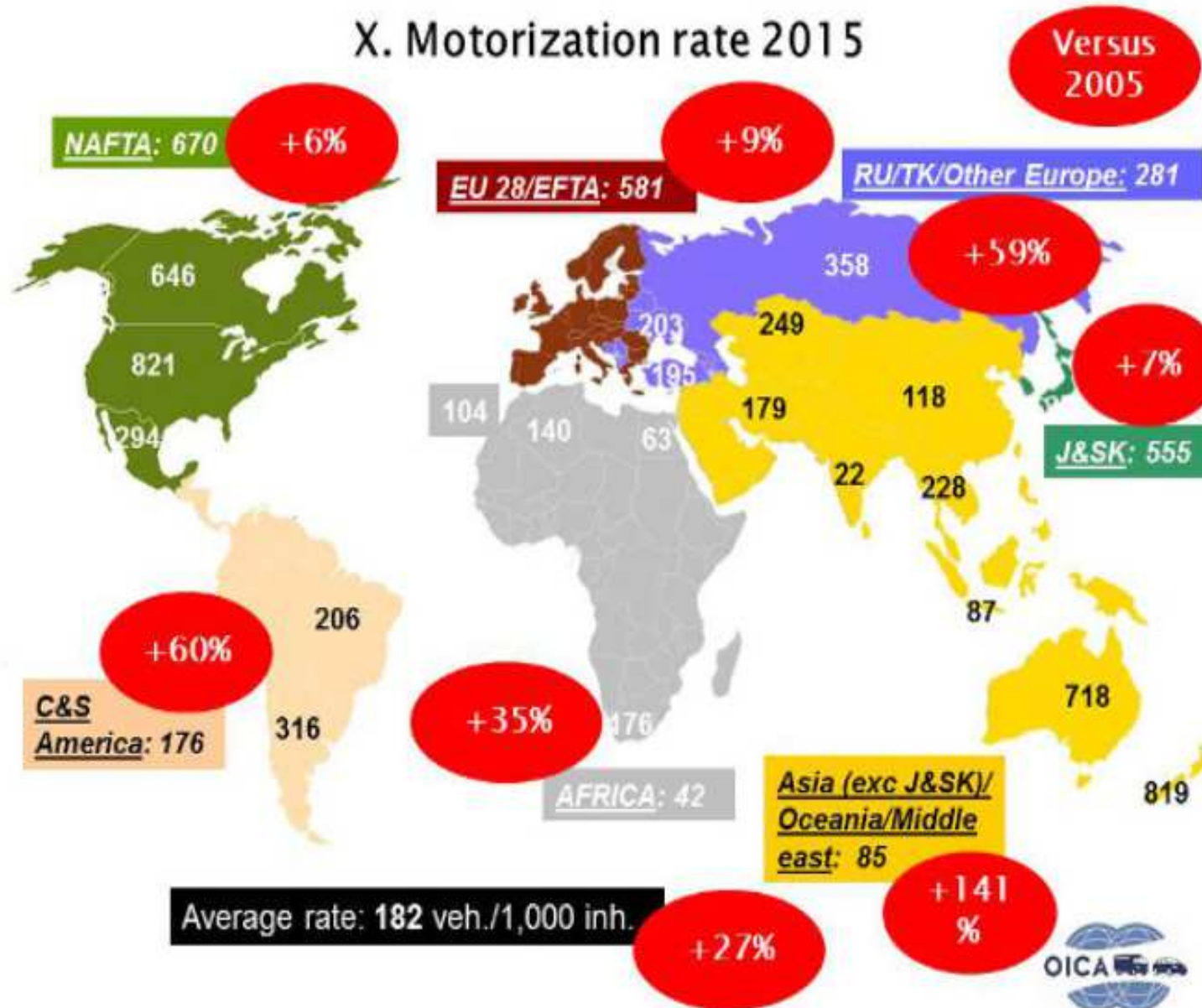
- On observe une croissance mais moins rapide
- Exception faite pour l'Allemagne et les USA où les chiffres diminuent à partir de valeurs élevée
- Les cas Chinois et Indiens interpellent.

Voitures pour 1 000 habitants



Motorisation: Nombre de voitures pour 1000 habitants de 2005 à 2015

MOTORIZATION RATE 2015 – WORLDWIDE



Motorisation: Le cas chinois

Table 1. Private car ownership in 11 major Chinese cities, 2002/2003

Year 2002/2003	Private Car Ownership (millions)	Population (millions)	Cars/1000 Population	GDP (billions RMB)	GDP per capita (RMB)	Disposable Income/ Capita	Cars/ Income
National	6.69	1,284	8				
11 Cities	3.58	71.04	50	2,180	30,750	10,157	4.96
Beijing	1.07	10.67	100	312	29,283	12,464	8.05
Guangzhou	0.29	5.84	50	273	47,053	13,380	3.71
Chengdu	0.28	4.40	64	101	23,477	8,232	7.73
Tianjin	0.27	7.52	36	182	24,260	9,338	3.84
Shenzhen	0.22	1.39	158	226	46,388	21,914	7.20
Shanghai	0.15	12.70	12	535	42,089	13,250	0.89
Nanjing	0.15	4.80	31	120	24,706	9,157	3.41
Chongqing	0.10	9.99	10	105	10,550	7,238	1.38
Shenyang	0.85	4.89	174	120	24,545	7,050	24.67
Hangzhou	0.11	3.87	28	137	35,664	11,778	2.41
Xi'an	0.09	4.97	18	75	15,155	1,784	10.14

Sources: The 2003 Yearbook of China's Cities, authors' data on car ownership, and calculations.

Motorisation: Le cas chinois

- Avec une multiplication par 10 en 10 ans, la Chine reste à un taux de motorisation internationalement bas

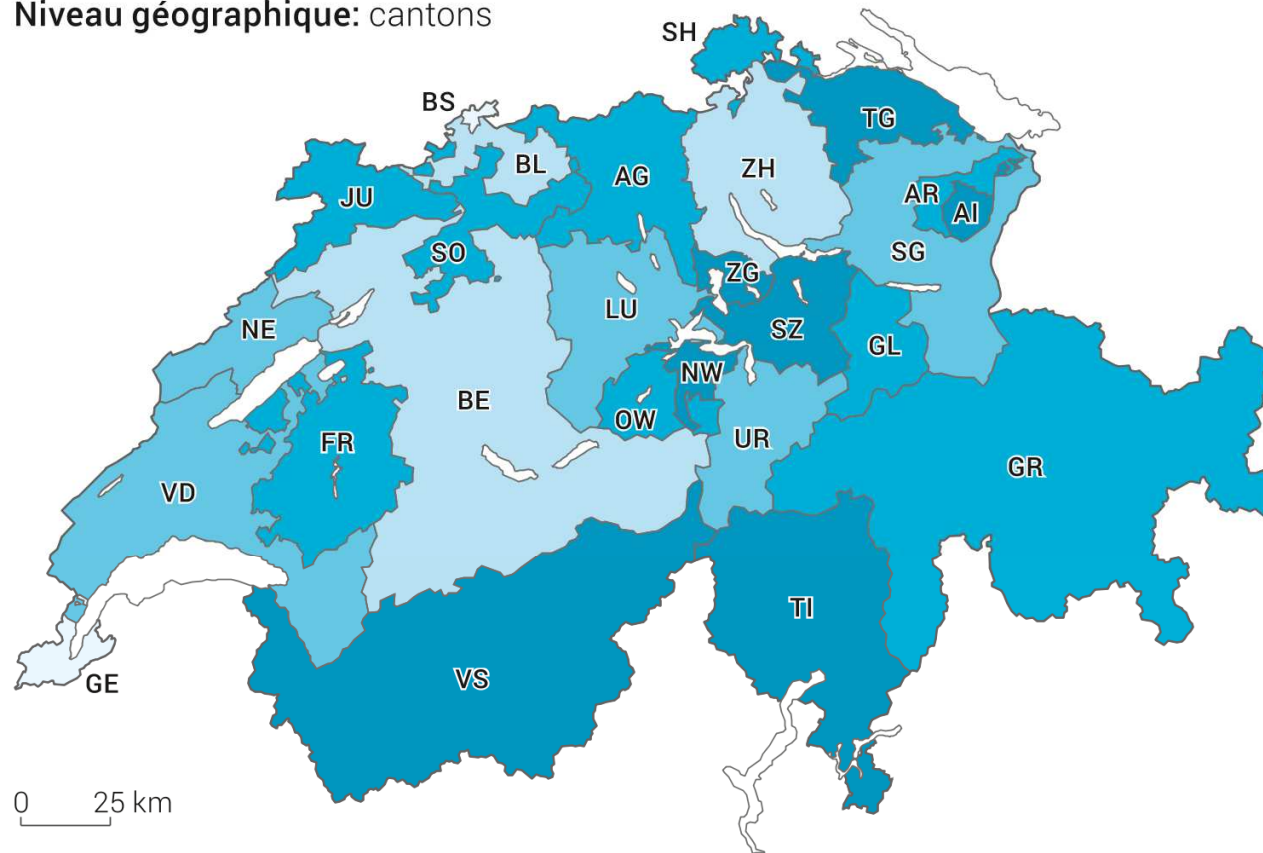
	Voitures privées (milliers) 2014	Population (millions) 2014	Taux motorisation (voiture/1000habitants)		Augmentation 2002->2014
			2014	2002	
National	123 394	1 364.0	90	8	(+1030%)
10 provinces/villes					
Beijing	4 378	20.1	218	100	(+118%)
Shandong	11 926	95.8	124		
Guangdong	11 498	106.4	108		
Tianjin	2 352	15.2	155	36	(+330%)
Shanghai	1 834	23.9	77	12	(+540%)
Hebei	8 349	74.5	112		
Chongqing	1 906	29.9	64	10	(+535)
Jiangsu	9 275	79.5	117		
Henen	7 757	95.3	81		
Shanxi	3 670	36.5	101		

Source : office des statistiques du gouvernement chinois (<http://www.stats.gov.cn>) et Wikipedia

Motorisation: Le cas Suisse

- Taux de motorisation en 2017 par cantons, plus faible là où les réseaux TC sont denses.
- En moyenne, plus d'une voiture pour deux habitants

Niveau géographique: cantons



Voitures de tourisme pour 1 000 habitants

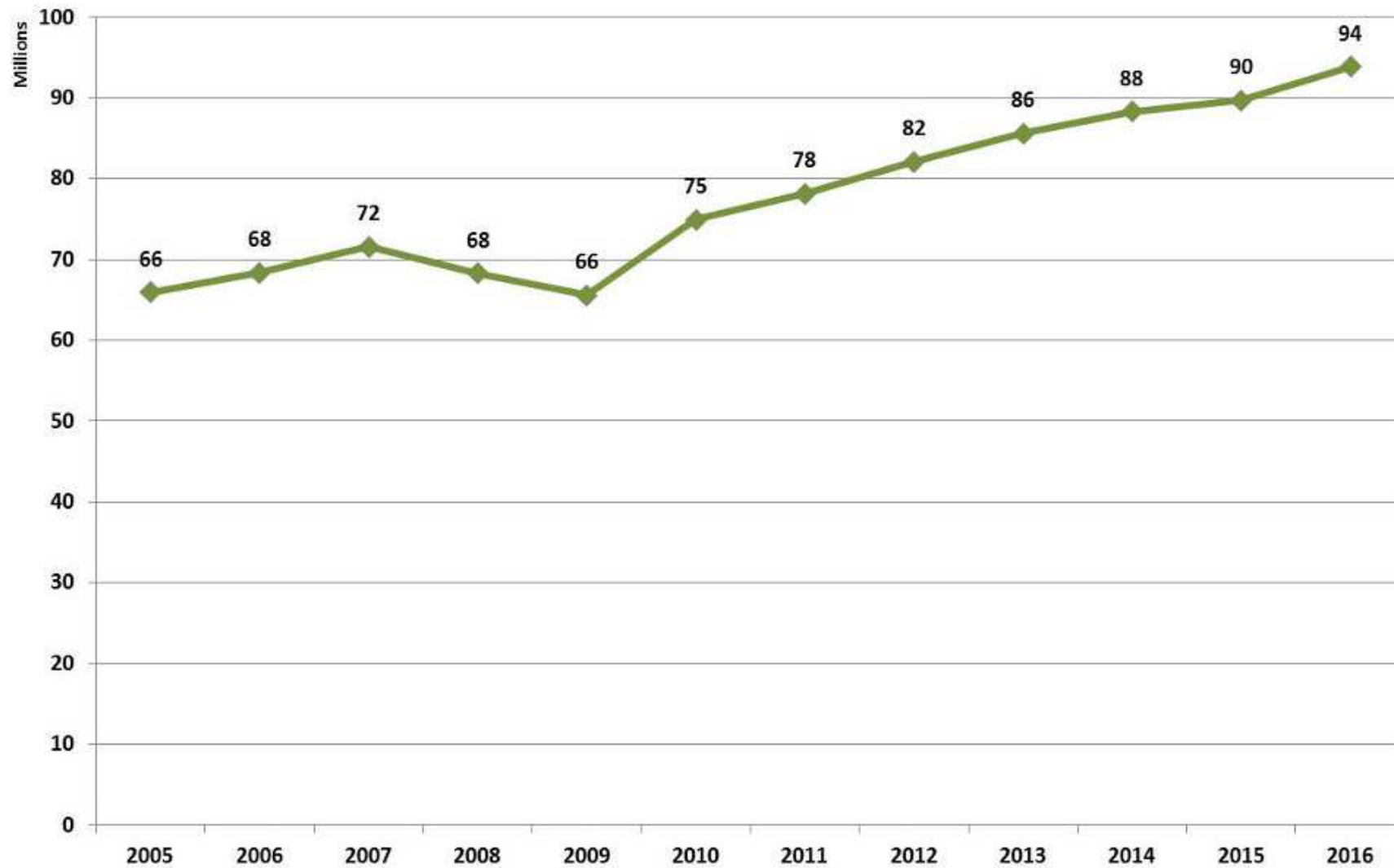


Sources: OFS – STATPOP; OFS, OFROU – MFZ

© OFS 2018

Motorisation: Evolution du nombre de voitures en circulation (en mio)

Nombre de voitures, ventes annuelles

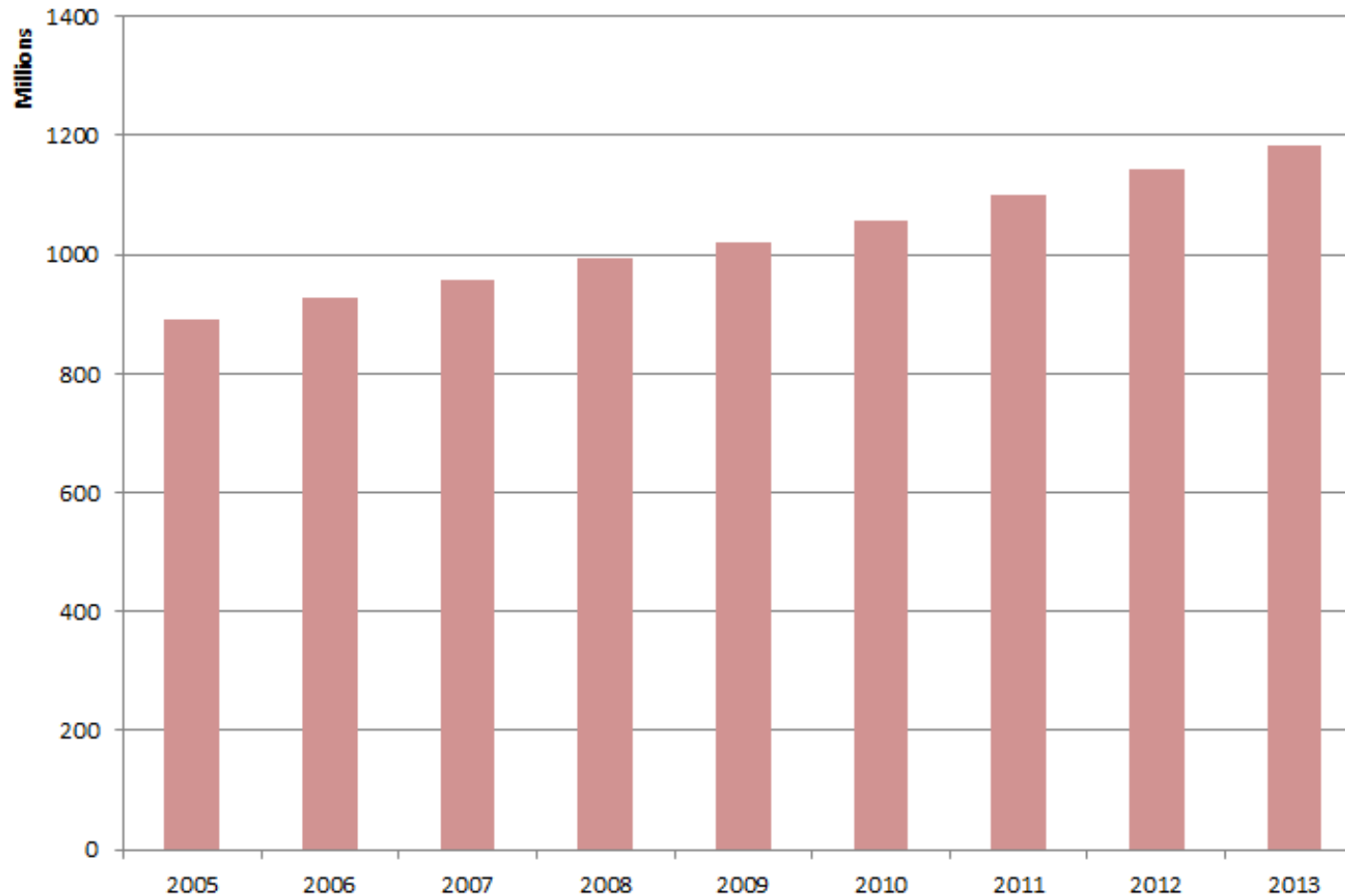


90 millions 2019
78 millions 2020

Organisation Internationale des Constructeurs d'Automobiles www.oica.net

Motorisation: Nombre de voitures en circulation dans le monde

- Evolution du nombre de voitures en circulation (en millions de véhicules) dans le monde de 2005 à 2013.
- En 2017, **1.4 milliards**. Selon la tendance actuelle, on estime à plus de **3 milliards le nombre de voitures en circulation en 2050**. Chiffre dopé par les actuels pays en développement



**Avec 3 milliards
d'ici 2050 il y aura deux
fois plus de voiture en
circulation dans le monde**

Selon OICA

Nombre de voitures en circulation: Indicateurs

Monde

- En 2017, une moyenne de production de 2,9 voitures par seconde dans le monde.
- Depuis 2014, La Chine est le pays qui produit le plus devant les USA et l'UE

Suisse

- Le nombre de nouvelles mises en circulation en 2015, en hausse de 7,7% par rapport à 2014, avoisine le record établi en 2012 (430'973 véhicules)
- Un peu plus de trois quarts des véhicules routiers à moteur en Suisse sont des voitures de tourisme. En 2015, leur effectif a progressé de 1,7% pour atteindre 4'458'069.

Production d'environ 100 millions de voiture par an

Environ 400'000 nouvelle immatriculation par an en Suisse

La pandémie de coronavirus a fortement touché le marché automobile suisse en 2020. Sur l'ensemble de l'année, **336 841 véhicules à moteur ont été mis en circulation dans le pays, soit le niveau le plus bas depuis 24 ans et une baisse de 17,8% par rapport à 2019**. Les nouvelles immatriculations de voitures de tourisme ont même diminué de 23,7%.

Malgré cette chute historique, le nombre de voitures de tourisme électriques (+49,8%) et celui des hybrides rechargeables (+225,7%) mises en circulation a une nouvelle fois augmenté en 2020. Ensemble, ces deux groupes ont représenté une part de 14,3% du total des nouvelles voitures. En 2020, **6,2 millions de véhicules routiers à moteur (sans les cyclomoteurs) étaient immatriculés en Suisse**.

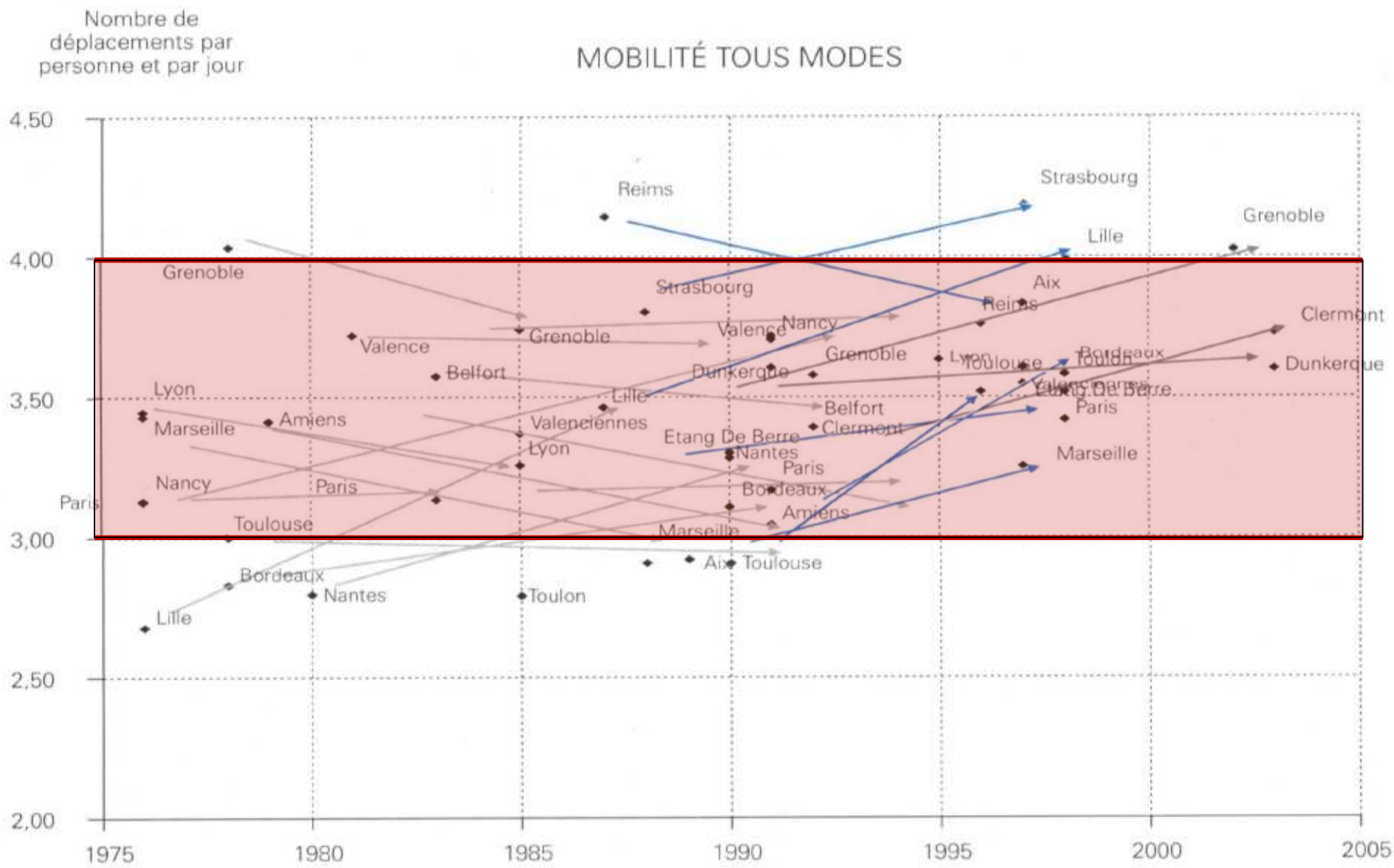
Nombre de voitures en circulation: En Suisse

Véhicules routiers en Suisse

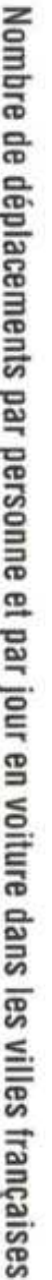
	2000	2020	2021
Total (sans les cyclomoteurs)	<u>4 584 718</u>	<u>6 241 141</u>	<u>6 312 055</u>
▼ Voitures de tourisme	<u>3 545 247</u>	<u>4 658 335</u>	<u>4 688 235</u>
dont véhicules à essence	3 402 309	3 087 390	3 046 645
dont véhicules diesel	141 863	1 379 077	1 355 901
dont véhicules hybrides normaux ¹	0	109 920	158 121
dont véhicules hybrides rechargeables ¹	0	23 788	43 223
dont véhicules purement électriques	754	43 396	70 223
âge moyen des voitures de tourisme (années)	6,9	9,0	9,3

Déplacement

Déplacement par jour: Une «constante» qui varie entre 3 et 4

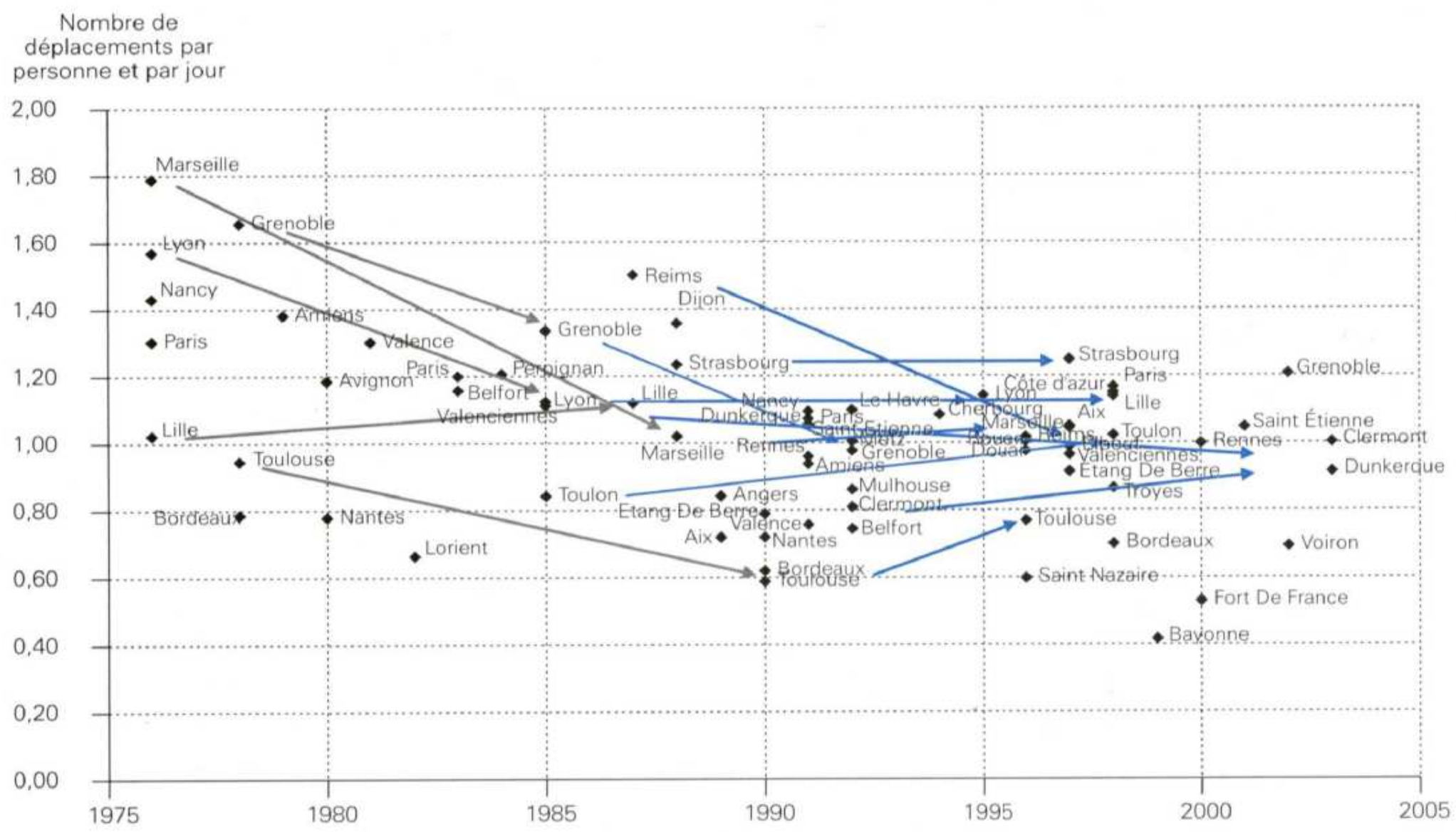


Nombre de déplacements par personne et par jour en voiture dans les villes françaises

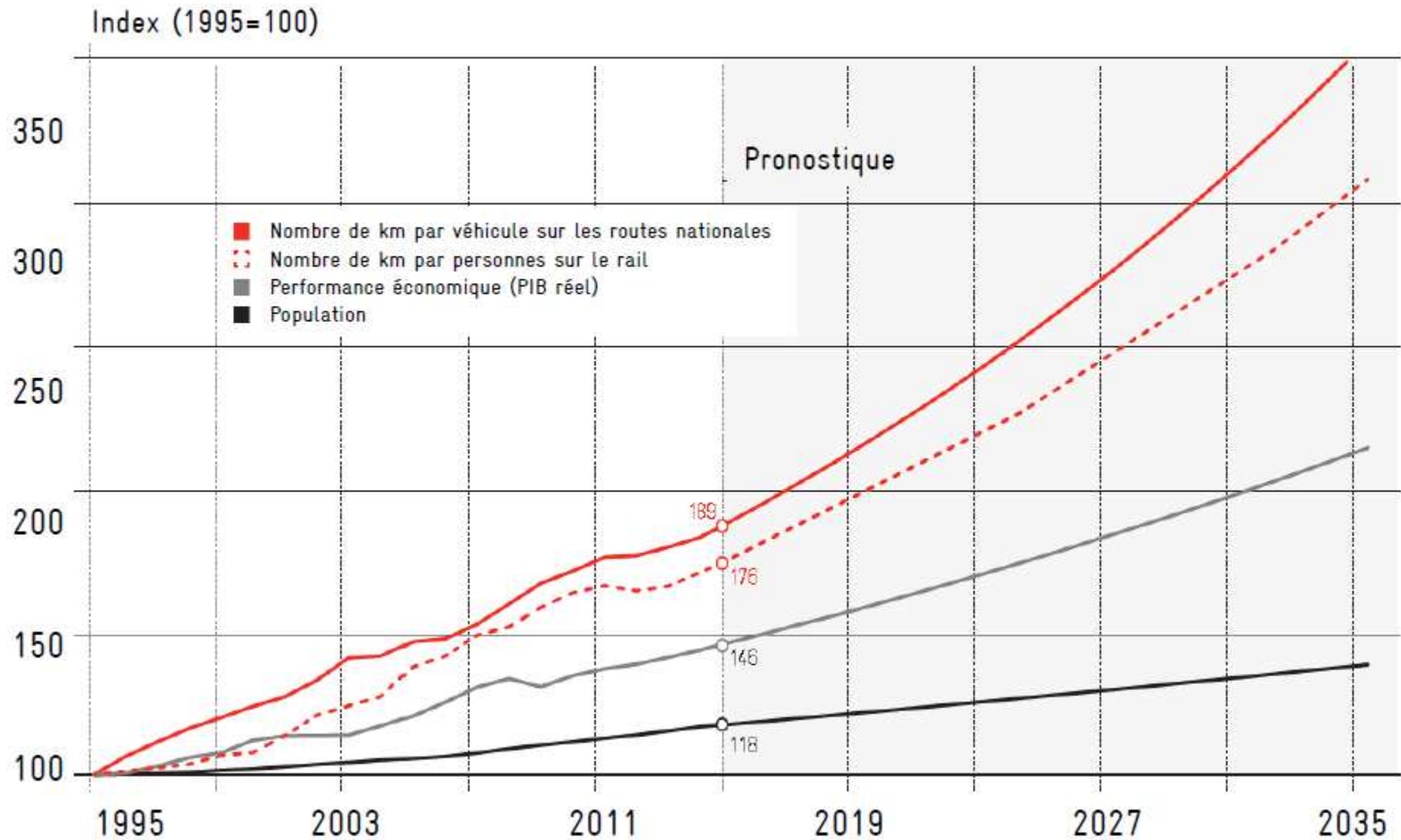


Déplacement par jour: La marche perd des parts de marché

Nombre de déplacements par personne et par jour réalisés exclusivement à pied dans les villes françaises

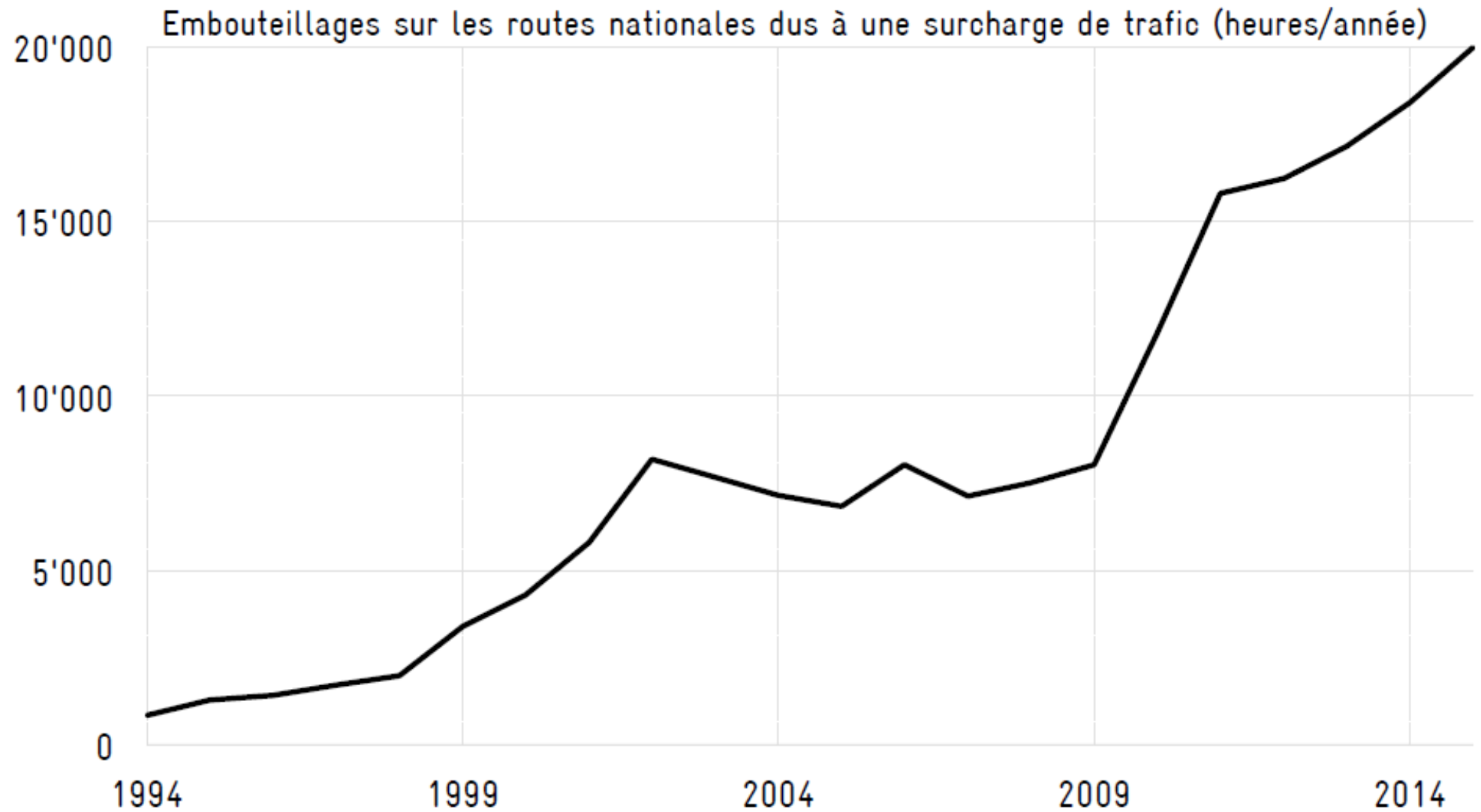


Le trafic: Augmente plus rapidement que l'économie et la population



Source: OFS

Heures passées dans les bouchons: **Sans limite...?**



Source: OFROU, OFS

Smart city

Smart city: **Les objectifs**

- Améliorer la qualité de vie des habitants et réduire l'empreinte écologique grâce à l'utilisation des TIC
- 4 axes principaux :
 - Optimiser les infrastructures existantes
 - Améliorer le fonctionnement des institutions de la ville : mise en place d'une politique du numérique
 - Encourager l'e-participation des habitants
 - Utiliser un processus d'amélioration continu

Smart city : **Les enjeux**

- Des enjeux environnementaux ...
 - Préservation de la biodiversité
 - Réduire l'empreinte carbone
 - Maîtriser la consommation énergétique

- ... et économiques ...
 - Réduire les temps de trajet
 - Limiter les investissements

- ...mais aussi politiques et juridiques
 - Protection de la vie privée et anonymisation des données
 - Question de responsabilité (véhicules autonomes)

Smart city: Exemple de ville engagées

Europe

1. *Copenhague*, avec le **smart parking**, le smart building et la participation citoyenne
2. *Stockholm*, avec la digitalisation du gouvernement et la gestion des déchets
3. *Zurich* (Genève 5^{ème}), avec le smart building et la gestion des déchets

Amérique du Nord

1. *Boston*, avec son système d'éducation et d'innovations
2. *San Francisco*, avec son écosystème d'innovations
3. *Vancouver*, avec son **car sharing**

Asie/Pacifique

1. *Singapour*, avec **ses transports publics**
2. *Tokyo*, avec son **smart parking**
3. *Melbourne*, avec sa connectivité mobile 4G (to 5G)

Amérique latine/Afrique

1. *Panama*, avec sa politique de protection de l'environnement
2. *Sao Paulo*, avec sa politique d'intégration citoyenne
3. *Cape Town*, avec ses **transports publics**

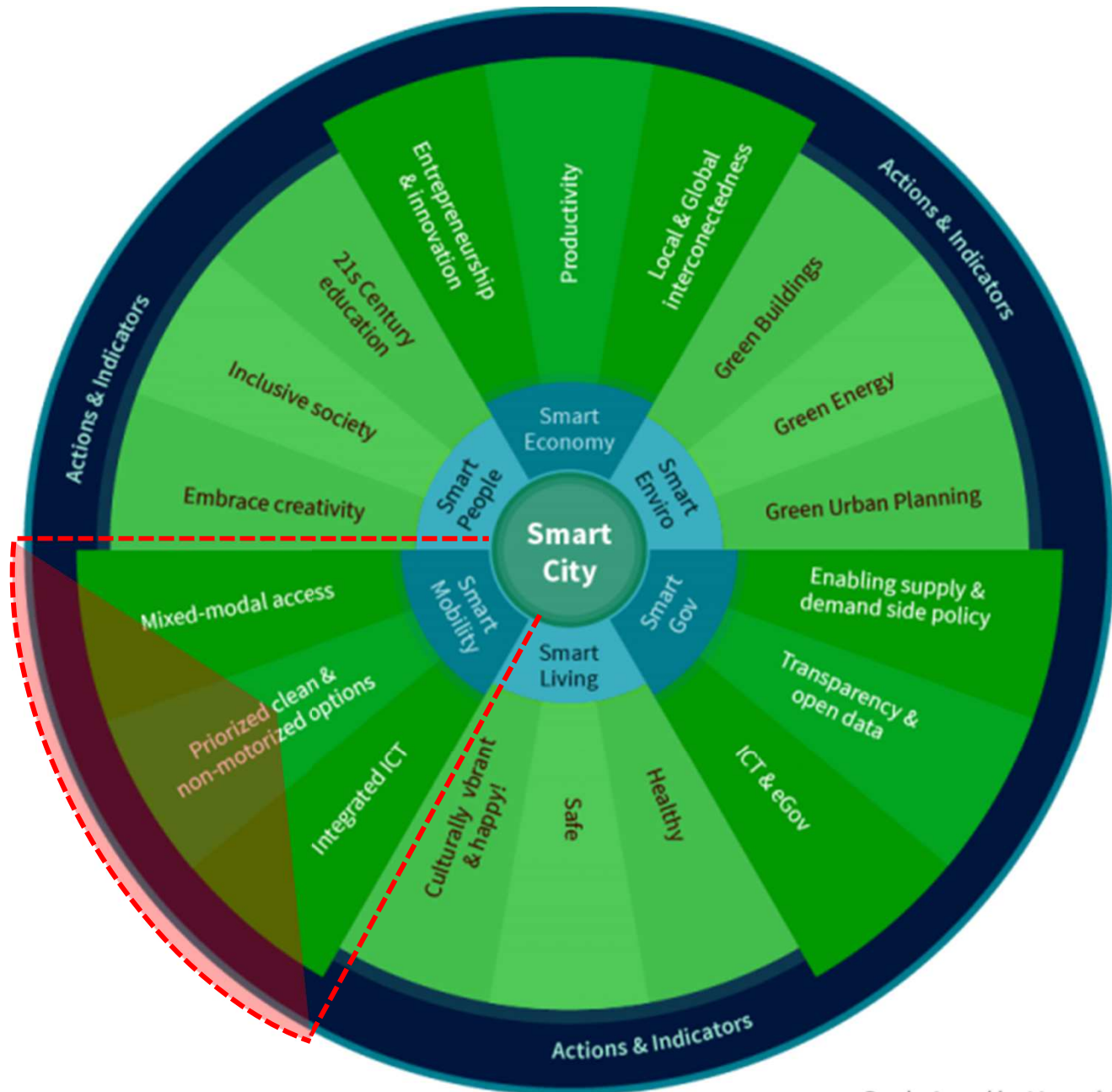
* De nombreux classements existent avec des critères et un système d'évaluation souvent confus. [EasyPark](#) se démarque avec une première étude complète (2017) privilégiant le volet Smart Mobility

Smart city: Démarches et engagements en matière de mobilité

Engagement de mobilité évalué dans l'étude :

- Smart Parking
- Car Sharing
- Saturation du trafic
- Efficience des TC

Selon EasyPark



Re-designed by Manuchis.

Smart city: **Ambition Genève Smart Canton inspiré d'autres exemples**

Centre de recherche de l'habitat

- «Logement connecté aux mobilités multimodales» A-C Cosandey
- «Toronto, un no-man's land transformé en espace cobaye hyper connecté, du sol au ciel pour tester entre autres les véhicules autonomes de Google»

Logistique et énergie

- «Smart Port à Hambourg : 12% de gain de productivité en surveillant la circulation, informant les usagers sur les stationnements libres, sur l'heure d'arrivée des navires

Optimisation du trafic

- «Des senseurs pour mesurer le remplissage des containers ou l'occupation des places de parking, information envoyée à l'utilisateur via App» G. Praz
- «Un observatoire de la mobilité pour récolter les données du trafic pendulaire» M. Chenal
- Etre rémunéré si l'on emprunte un itinéraire conseillé à Rotterdam
- Etre informé en temps réel de la progression des déneigeuses à Montréal

Extrait du dossier Immorama Smart City (automne 2017), à noter que Bâle est considérée comme fer de lance des Smart Cities suisses, par les acteurs suisses (contrairement au classement EasyPark)

http://www.immorama.ch/fr/wp-content/uploads/2017/10/41_immorama_dossier_complet_021.pdf

Smart city : **Singapour**

Ville la plus intelligente selon le classement Juniper Research 2016

Systèmes intelligents en place actuellement :

- **CEPAS (Contactless e-Purse Application Standard)** : Carte qui débite automatiquement en fonction du trajet effectué en bus, métro ou taxi et qui dépend de la distance réalisée
- **ERP (Electronic Road Pricing)** : Taxe appliquée lors de trajets en voiture et variant selon l'heure de la journée, l'état de circulation, la route et le type de véhicule
- **PGS (Parking Guidance System)** : Collecte de données sur les places de parking disponibles et transmission sur environ 30 panneaux situés à travers la ville (implique une réduction du temps de recherche et des émissions polluantes)

Smart city : **Singapour**

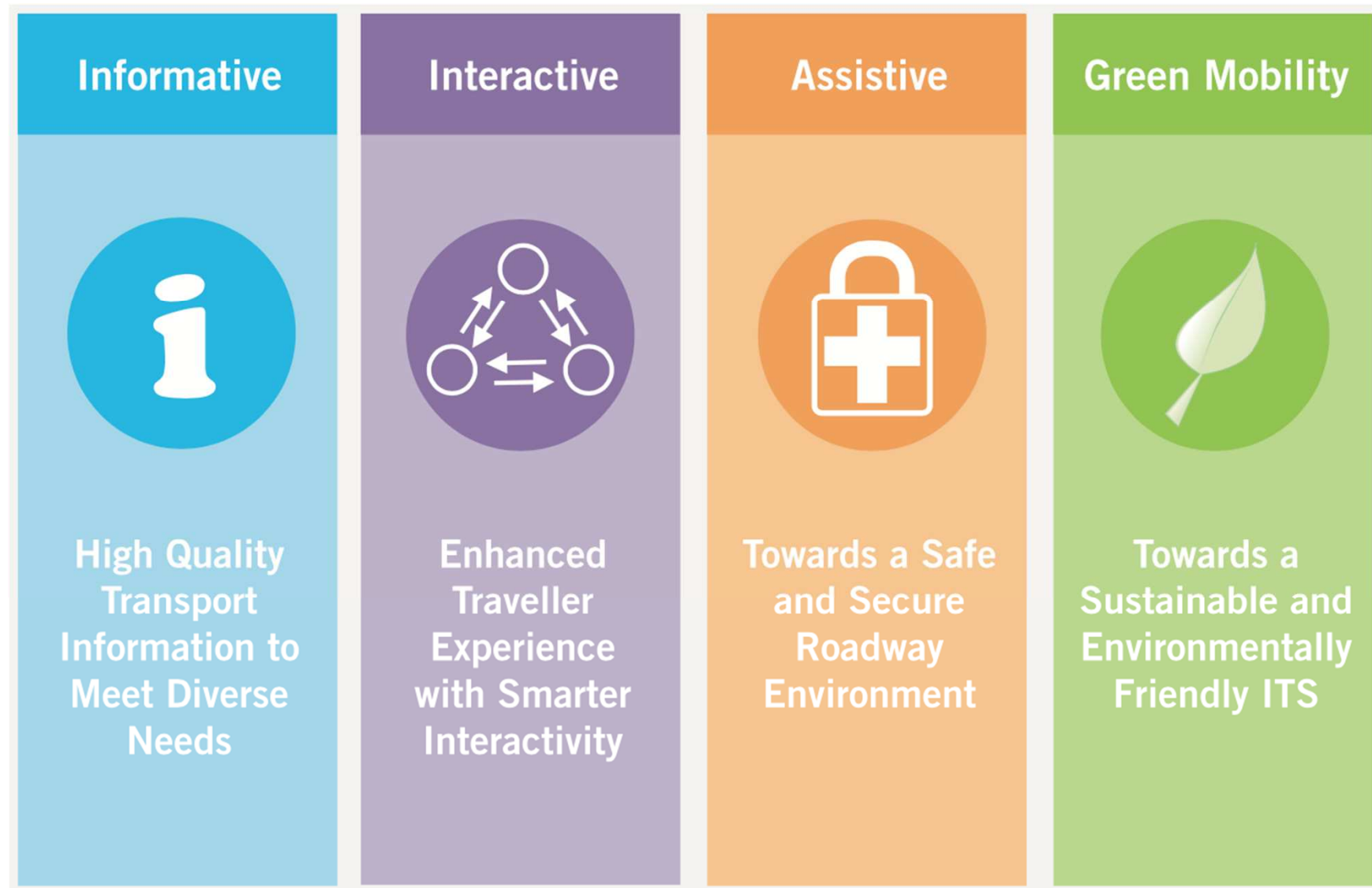
Objectif : Réduire l'empreinte carbone de 36% à l'horizon 2030 (par rapport à 2005) :

- Réduire l'utilisation de la **voiture individuelle**
 - Dissuader l'achat (taxes et frais importants, env. 80'000 euros pour l'achat d'un véhicule) : dissocier la possession à l'accès à une voiture
 - Favoriser l'autopartage : véhicules électriques partagés (Blue SG)
- Favoriser l'utilisation des **transports publics et des modes doux** :
 - Extension du réseau **MRT** (Mass Rapid Transit) à 540 km d'ici à 2030
 - Nouvelles stations MRT qui rapprochent la population des TP et encourage la **marche** pour les courtes distances
 - Développement de pistes cyclables, déploiement de **vélos** à assistance électrique et programme de « Bike sharing »
- **Décongestion** des axes routiers et du métro aux heures de pointes
 - Gratuité des transports publics si l'arrivée à destination est avant 7h45

Source : https://www.mfa.gov.sg/content/mfa/overseasmission/geneva/press_statements_speeches/2015/201507/press_20150703.html

Smart city : **Singapour**

4 focus pour une vision ITS :



Source: Land Transport Authority and Intelligent Transport Society Singapore, 2014

Smart city : **Singapour**



High Quality Transport Information to Meet Diverse Needs

- Adopt new transport data collection technologies
- Dynamic processing of big data and use of intelligent data analytics
- Enhance delivery of relevant and high quality transport information
- Adopt common standards
- Enhance data security and privacy



Enhanced Traveller Experience with Smarter Interactivity

- Intelligent fleet management system
- Apply advanced road usage demand management
- Smart junction management
- Enhance integration between public transport and road operations
- Enhance spatial contextual awareness for smart mobility
- Crowdsourcing



Towards a Sustainable and Environmentally Friendly ITS

- Promote use of public transport
- Promote green vehicles
- Promote use of green infrastructure and alternative energy sources



Towards a Safe and Secure Roadway Environment

- Enhance safety at traffic junctions
- Promote connected vehicles and infrastructure
- Facilitate creation of in-vehicle ITS telematics
- Test-bed autonomous vehicles

Smart city : **Singapour**

Déploiement des **véhicules autonomes**, utilisation en complément des modes de transport actuels pour les premiers ou derniers kilomètres :

- **Taxis autonomes** (*pour 2018*) : Application pour smartphone de réservation de taxi autonome de la société nuTonomy. D'abord avec un opérateur puis, à terme sans présence humaine.
- **Véhicules autonomes à grande capacité** (*projet*) : routes et horaires fixes en HP et mobilité à la demande en HC (flexibilité)



Aptiv.com then bought the self-driving startup [NuTonomy](#) for \$450 Million in October 2017.^[18] The company spun off its powertrain division and aftermarket related businesses (now [Delphi Technologies](#)) in December 2017 and changed its name to **Aptiv plc**.^[19] In August 2020, Aptiv and [Hyundai Motor Group](#) expanded a joint autonomous driving venture and named it **Motional**.^[20] In January 2021, Aptiv revealed a new platform for automated driving that can be applied on various vehicles and that carmakers can upgrade wirelessly.^[21]

Source : <https://www.tech.gov.sg/TechNews/Innovation/2018/03/Smart-Mobility>

Electromobilité

Le clin d'œil historique: Les véhicules électriques

LES VÉHICULES ÉLECTRIQUES SONT APPELÉS A SE MULTIPLIER EN FRANCE

Par Jean MARCHAND

Le 5 juin, ont eu lieu, à Bellevue, les essais annuels de véhicules électriques organisés par l'Office national des Inventions. Contrairement à ce qui s'était produit les années précédentes, l'itinéraire prévu avait été moins pénible, car on a fini par se rendre compte, en France, qu'il faut demander à l'électricité ce qu'elle peut donner et ne pas exagérer ses possibilités. D'ailleurs, l'exemple de l'étranger, et, plus récemment, celui qui nous a été fourni par la ville de Lyon, prouve que la traction électrique est possible et avantageuse. C'est à nous à savoir l'adapter à nos besoins.

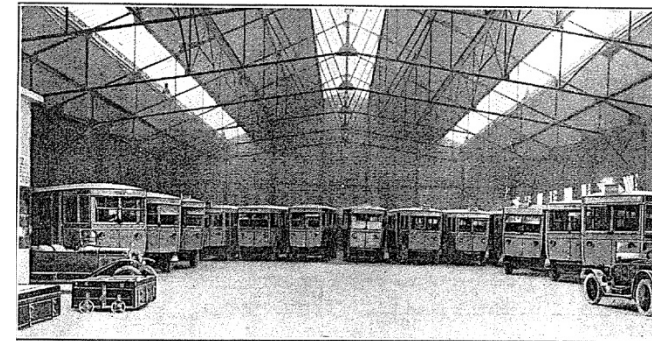
Les ressources électriques de la France doivent compenser son manque de car- burant

LA France et ses colonies ne produisent pratiquement pas de pétrole. L'importation de ce carburant et de ses dérivés est très onéreuse et même, en cas de crise, pourrait devenir très difficile. Il est donc d'une grande importance pour elle de pouvoir substituer à cet hydrocarbure un carburant national. De nombreux essais ont été entrepris pour substituer l'alcool à l'essence dans les moteurs d'automobile, mais la question n'est pas encore définitivement au point. Par ailleurs, peut-on qualifier de

carburant national le mélange d'alcool et d'essence importée ?

Restent les gazogènes, dont l'emploi a donné, il faut le reconnaître, des résultats encourageants. Mais il semble que le gazogène doive être réservé aux transports à grande distance et aux camions.

Est-ce à dire que la France ne peut produire elle-même l'énergie nécessaire aux véhicules automobiles ? Non, car ses ressources en houille blanche, encore qu'insuffisamment captées, sont considérables, et leur exploitation s'accroît de jour en jour. Or, l'électricité peut, dans de nombreux cas, être un agent merveilleux pour la propulsion des voitures automobiles. Les essais annuels,



Garage d'autobus électrique de la Ville de Lyon

Avril 1926 in Science et Vie

Electromobilité: Evolution du parc mondial en nombre

■ Juin 2017

- 2 millions de véhicules électriques (y compris hybrides) en circulation dans le monde
- +40% en une année

■ Décembre 2017

- 3 millions de véhicules électriques (y compris hybrides) en circulation dans le monde
- +50% en 6 mois

■ Fin 2018

- Prévisions de 5 millions
- +150% en une année

■ Fin 2021

- Parc mondial de véhicules électriques et hybrides rechargeables estimé à **16,5 millions** d'unités fin 2021, soit trois fois plus qu'en 2018.
Dans le détail, les ventes ont quasi triplé en Chine pour atteindre 3,3 millions d'unités en 2021, contre 2,3 millions en Europe (+ 65 %) et 630 000 aux États-Unis (soit plus du double comparé à 2020).

A mettre en relation avec les 1.4 milliards de véhicules en circulation en 2017

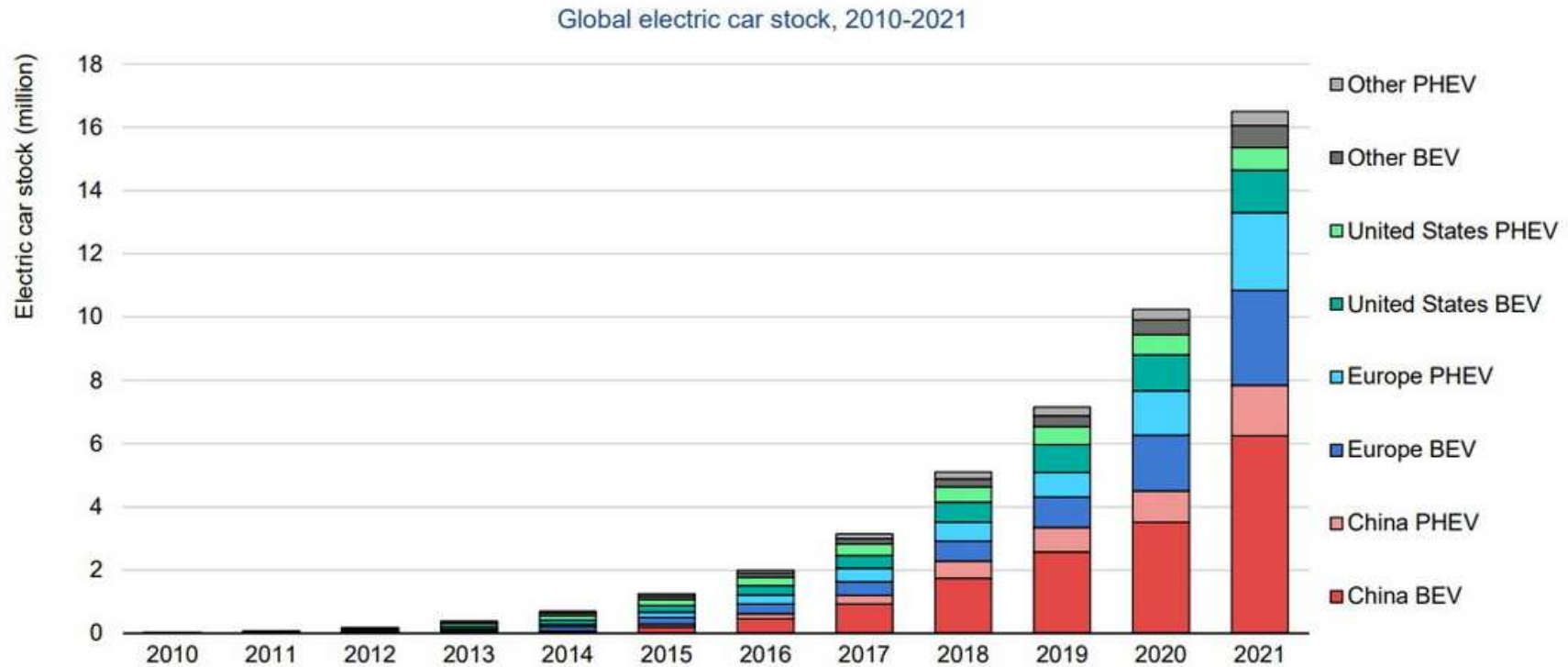
<http://www.cnewsmatin.fr/monde/2017-12-27/3-millions-de-voitures-electriques-roulent-dans-le-monde-771747>

Electromobilité: Evolution du parc mondial en nombre

Global Electric Vehicle Outlook 2022

Trends and developments in EV markets

Over 16.5 million electric cars were on the road in 2021, a tripling in just three years



IEA. All rights reserved.

Notes: BEV = battery electric vehicle; PHEV = plug-in hybrid electric vehicle. Electric car stock in this figure refers to passenger light-duty vehicles.

Electromobilité: Les subventions à l'achat d'un véhicule électrique

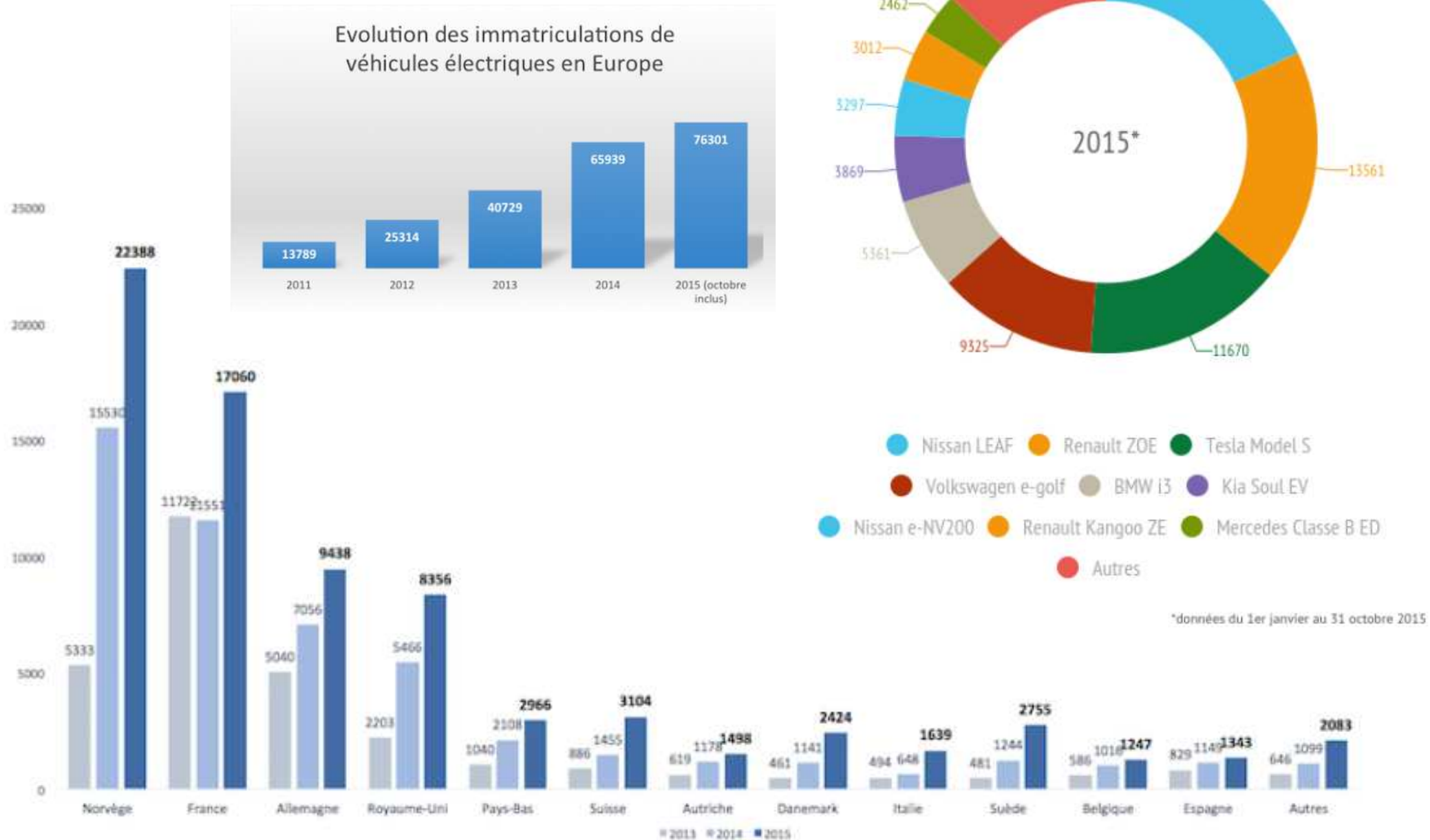
NORVÈGE		16'910
DANEMARK		15'650
FRANCE		6'500
ROYAUME-UNI		6'022
PAYS-BAS		5'365
ALLEMAGNE		4'000
ITALIE		3'810
PORTUGAL		1'014
SUISSE		0

Pas à jour mais reste illustratif des politiques de subvention

*en euros

L'électromobilité: 75'000 immatriculation par an en Europe!

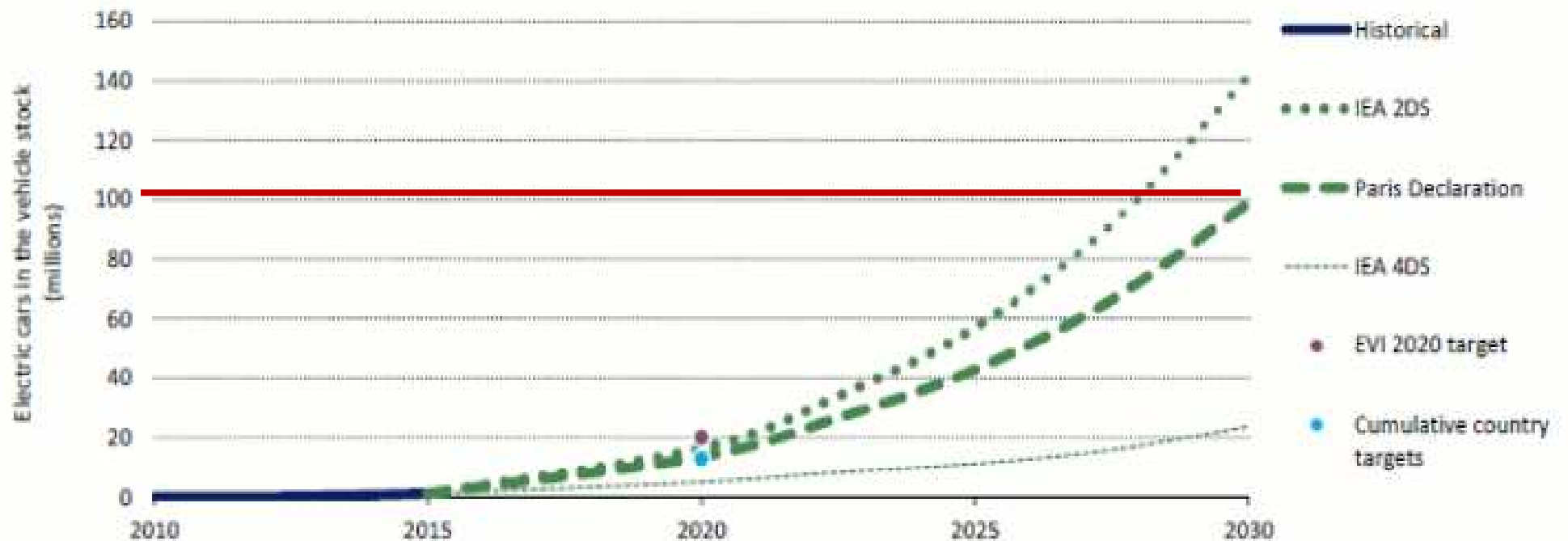
Immatriculation de véhicules électriques en Europe de janvier à octobre entre 2013 et 2015



Electromobilité: Evolution mondiale du parc en nombre

- 3 millions de véhicules électriques actuellement
- 15 millions de véhicules électriques en 2020
- 100 millions de véhicules électriques en 2030

Figure 9 • Deployment scenarios for the stock of electric cars to 2030



Sources: IEA analysis based on IEA (2016b), UNFCCC (2015b), the EVI 2020 target and the assessment made in Table 3.

<http://www.ecoconso.be/fr/content/voiture-electrique-ses-avantages-et-inconvenients>

Electromobilité: **La situation ailleurs**

Allemagne

- L'Allemagne s'est fixé des objectifs ambitieux. A l'horizon **2020, un million de véhicules électriques et 500 000 véhicules à hydrogène et pile à combustible** devraient circuler sur les routes allemandes (ventes 2012: env. 3000 véhicules électriques). L'aide financière provient comme jusqu'ici du programme conjoncturel II. D'ici 2016, les pouvoirs publics et l'industrie verseront au minimum deux milliards d'euros pour la promotion de technologies de propulsion innovantes. L'accent est mis surtout sur l'encouragement de la recherche et du développement appliqués. De plus, cet objectif doit être soutenu par des conditions-cadres adéquates (Deutsche Bundesregierung 2009).

Chine

- La Chine mise beaucoup sur la mobilité électrique pour diminuer sa dépendance au pétrole. Or, **l'électricité chinoise étant essentiellement produite à partir de charbon**, la promotion de l'électromobilité à l'échelle nationale est contestable sur le plan de la politique climatique. Néanmoins, les efforts déployés par la Chine encouragent l'innovation et ont un effet favorable sur les développement à l'échelle internationale

Electromobilité: **La situation ailleurs**

ANALYSE. Le gouvernement indien a lancé un véritable défi aux industriels : électrifier à 100 % le parc automobile d'ici à 2030. De ce fait, les initiatives des constructeurs bourgeonnent. Mais la question des infrastructures reste encore en suspens.

Confronté à une pollution alarmante - selon l'OMS, six villes indiennes figurent parmi les plus polluées au monde -, le gouvernement indien s'est lancé, dès 2016, dans un pari fou : faire rouler le pays à 100 % à l'électricité plutôt qu'au diesel ou à l'essence, et ce dès 2030. Jugé plus qu'ambitieux, cet objectif, qui laisse perplexe, a cependant le mérite d'enclencher une dynamique. Selon les pronostics publics, d'ici à 2020, ce sont près de 6 millions de véhicules électriques qui pourraient rouler sur les routes indiennes. Un bond fulgurant alors que, chaque année, 3 millions de véhicules, toutes énergies confondues, sont mis en circulation dans le pays.

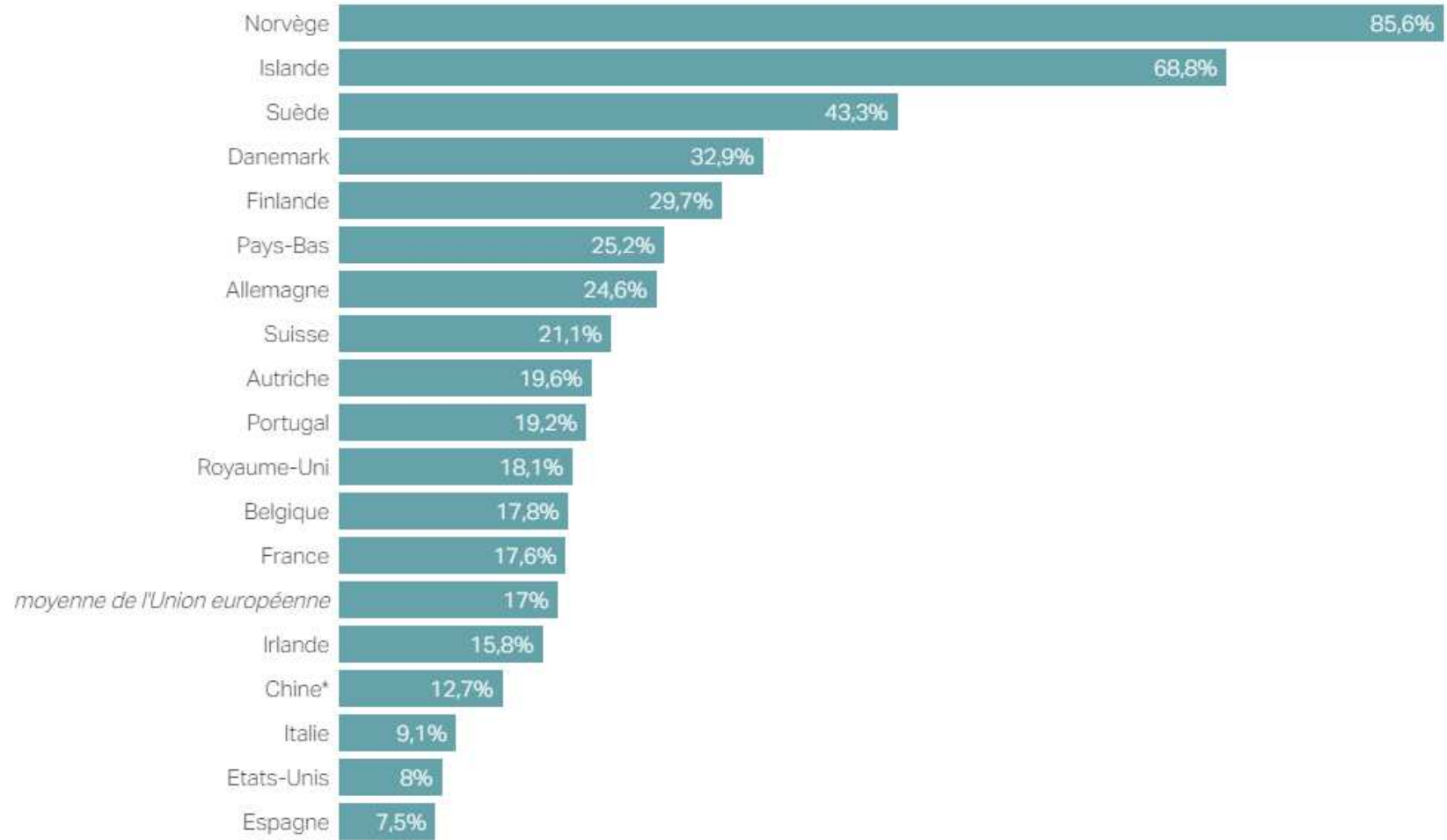
Electromobilité : La situation en Norvège

- Part de marché de la voiture électrique > 20 % ces deux dernières années
- Nombreuses avantages : exonération de la redevance d'immatriculation (env. 10'000 euros), de la TVA (à 25%), parkings, recharges et ferries gratuits, usage des voies réservées aux bus

En Norvège, la production électrique est presque exclusivement hydroélectrique, donc vertueuse en matière d'émission de gaz à effet de serre. Pourtant, certains universitaires sont plus critiques, à l'instar d'Anders Skonhoft ¹, parce que les deux tiers des propriétaires de voiture électrique ont une seconde voiture ; ce professeur à l'université des sciences de Trondheim estime que la flotte électrique norvégienne a permis d'économiser 130 000 tonnes de CO₂ en 2016 alors que le pays en a émis 53 millions de tonnes cette année-là. L'effort d'électrification de la mobilité a coûté deux milliards d'euros à l'État mais n'a pas réduit les embouteillages qui se sont étendus aux voies de bus. Dorénavant, la voiture électrique devra transporter un passager aux heures de pointe pour pouvoir utiliser la voie de bus ; et la saturation des points de recharge pourrait rendre l'électricité payante...

Electromobilité : L'effet des subventions?

Proportion de voitures électriques rechargeables par rapport au total des ventes de voitures neuves en 2021, dans une sélection de pays.



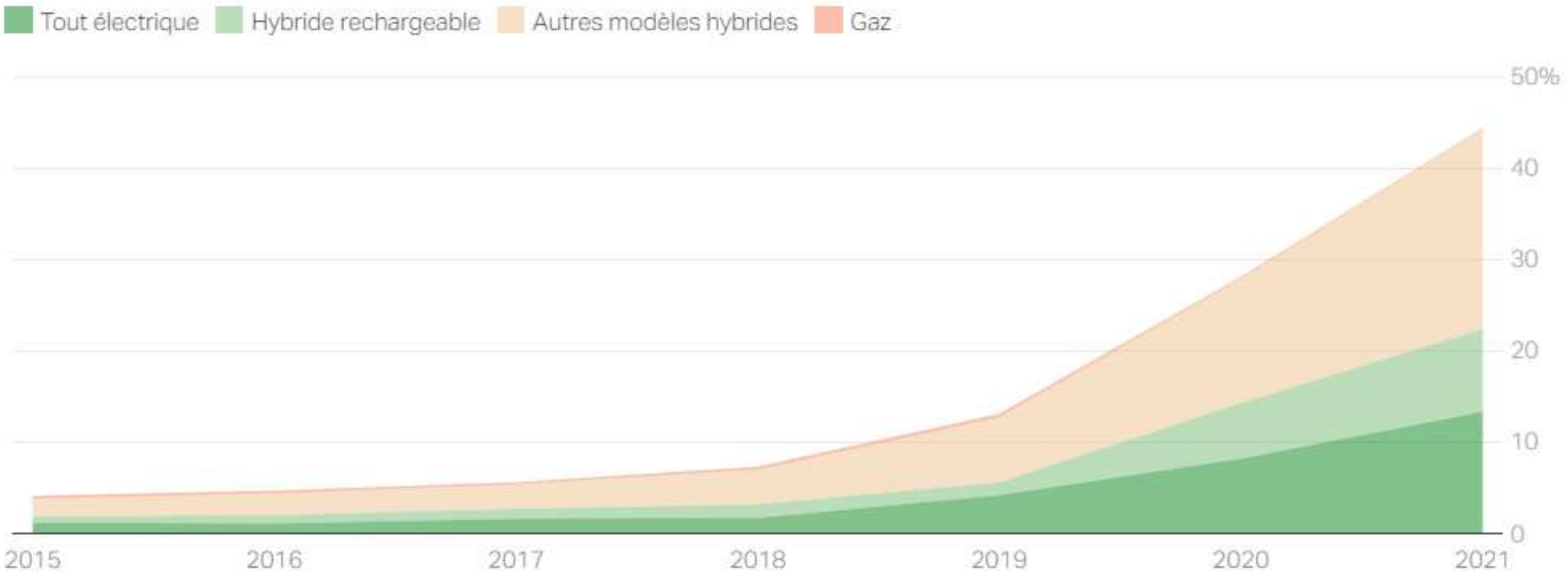
Les véhicules électriques à batterie (BEV) et les véhicules électriques hybrides rechargeables (PHEV) sont inclus, les véhicules commerciaux sont exclus. *Les statistiques de la Chine couvrent la période janvier-novembre 2021 et se rapportent aux véhicules à énergie nouvelle, qui comprennent les véhicules précités ainsi que ceux fonctionnant avec une pile à combustible.

Graphique: ptur/sb • Source: [Observatoire européen des carburants alternatifs](#) • [Récupérer les données](#)

Electromobilité : En Suisse une part de plus en plus importante

Ventes de véhicules neufs à propulsion alternative en Suisse (2015-2021)

En % du total des ventes de véhicules neufs (Suisse et Liechtenstein)



Graphique: sb • Source: [Auto-Suisse](#) • [Récupérer les données](#)



Electromobilité: La situation Suisse

- Une forte progression, mais toujours une valeur absolue faible en 2014
- Avec une nouvelle politique énergétique (NPE) 40% du parc à l'horizon 2050

Nouvelles immatriculations de véhicules électriques
2010-2014

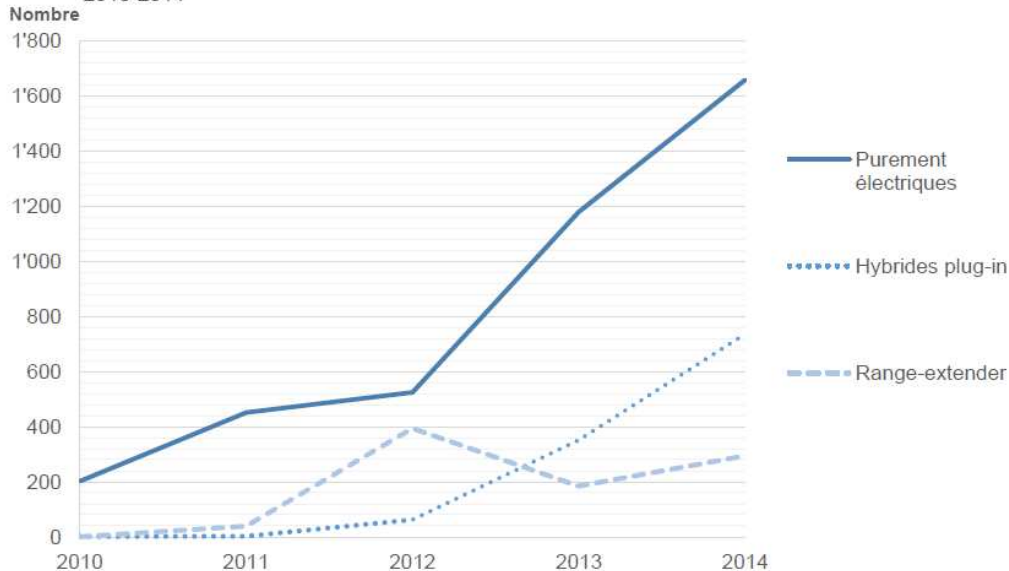


Figure 4 : Nouvelles immatriculations de voitures rechargeables (BEV, PHEV, REX) 2010-2014 (source: Registre automatisé des véhicules et des détenteurs de véhicules MOFIS).

Pourcentage de véhicules électriques par rapport à l'ensemble
du parc automobile 2000-2050

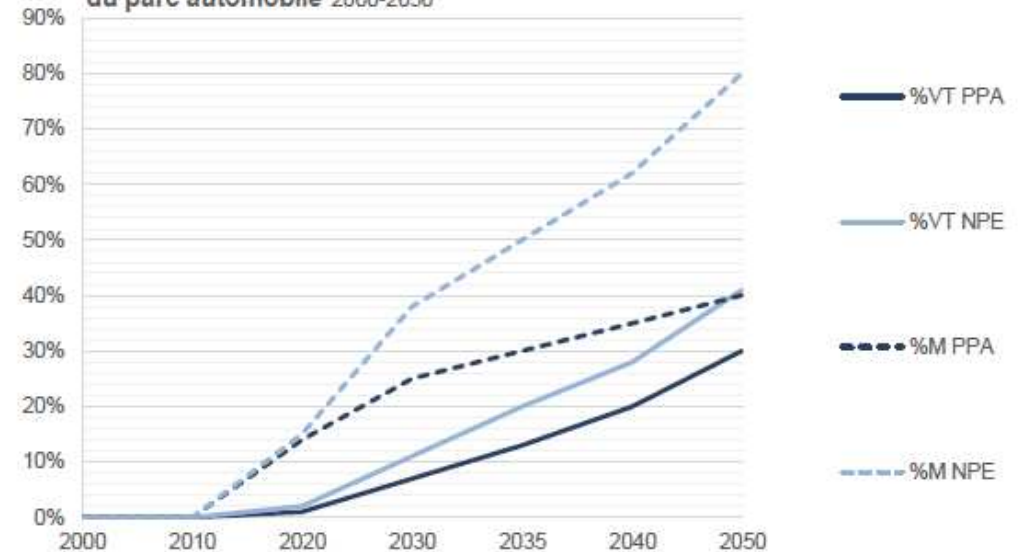


Figure 5 : Part des véhicules électriques en fonction des scénarios «Poursuite de la politique énergétique actuelle (PPA)» et «Nouvelle politique énergétique (NPE)» M: motos; VT: voitures de tourisme (source: Prognos 2012, Tableaux 7-38 et 8-30, p. 420).

A mettre en relation avec les 400'000 immatriculations annuelles

En 2021, 350 056 véhicules à moteur ont été mis en circulation en Suisse

Source: **Rapport donnant suite à la motion 12.3652** Elaboration d'un plan directeur pour un développement intelligent de l'électromobilité

Electromobilité : Performances économiques et « géopolitique »

- Dans les voitures 100% électriques, 40 litres d'essence sont remplacés par 400 à 600 kg de batterie pour une même autonomie impliquant une **consommation d'énergie et des émissions** de particules fines accrues.
- La **batterie** est souvent limitée à 1'000 cycles. Pour assurer l'**amortissement** du véhicule, il faudrait parcourir 50 à 80 km sur 300 jours/an alors que l'utilisateur commun ne roule que 25.2 km et 200 jours/an.
- Report des **taxes** sur le carburant qui ne seront plus perçues par l'Etat vers le prix du kilowattheure ?
- En 2022, on estime à **30 milliards les subventions mondiales** liées à l'achat d'un véhicule électrique
- La **Chine produit** aujourd'hui les **trois quarts des batteries lithium-ion**, tout en concentrant plus de la moitié des capacités mondiales de traitement et de raffinage du lithium, du cobalt et du graphite.

Electromobilité : **Infrastructures suffisantes**

- Existence sur tout le territoire de bornes de recharge rapide : recharge partielle en 20 minutes ou totale en quelques heures (borne 150kW « superchargeur » qui permet de récupérer 270 kilomètres d'autonomie en 30 minutes)

Contrairement aux pompes à essence, qui permettent de faire un plein en trois minutes, le problème des bornes de recharge est la durée des files d'attente. Le premier remède est la multiplication des bornes disponibles, ce qui soulève un sérieux problème d'investissement et d'empreinte au sol. Le second remède est la facturation des recharges à la durée, et non au kWh ou au forfait, pour accélérer la rotation des véhicules.

(Source : association Avere France, 12.01.2017)

- Implique une importante demande énergétique
- Recharge nocturne qui transformera les heures creuses en heures de pointe en terme de demande énergétique
- Plus vulnérable aux cyberattaques qu'une mobilité au pétrole

Electromobilité : **Le transport lourd de fret**

- Deux projets en cours:



Pour du transport urbain : la camion de **Cummins** prévu pour une commercialisation en 2019 avec une autonomie de 160 kilomètres

Pour du transport inter-urbain : le camion de **Tesla** attendu pour fin 2019 qui aurait une autonomie de 800 kilomètres (à pleine charge de fret)



Electromobilité : **Les voitures sans permis**

- Développement en Chine surtout depuis 2011
- Véhicules avec une vitesse maximale entre 40 et 70 km/h et avec autonomie de 40 à 120 kilomètres
- Marché très important lié au prix faible (1'500 à 10'000 US\$) et au peu de réglementation existant (pas d'immatriculation, pas de permis) : 1.2 à 1.5 millions d'unités vendues en 2016



Modèle européen comparable : la Renault Twizy



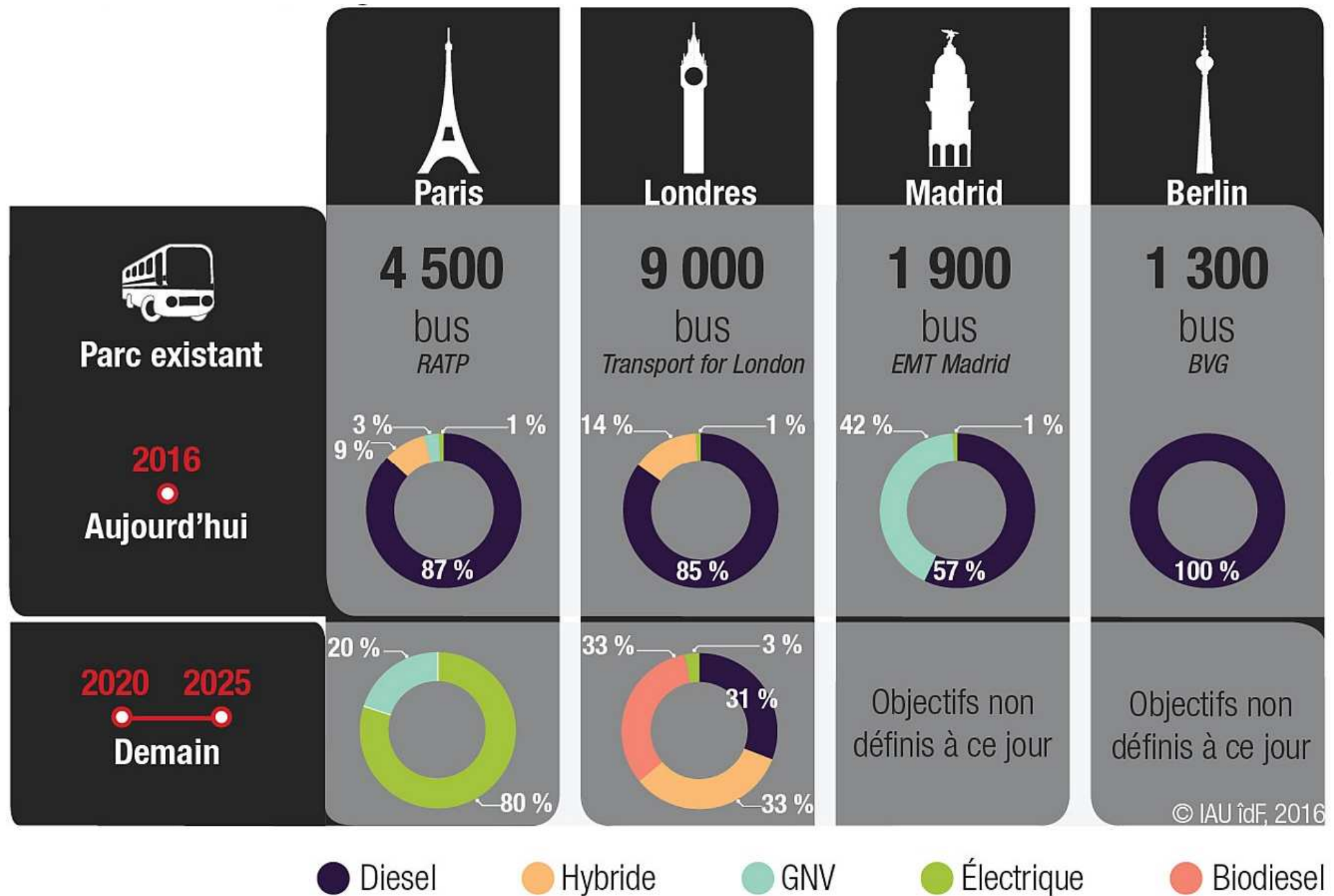
Les transports publics: **Nouveaux bus 100% électriques** (exemple de Nantes)

- Construit par l'entreprise suisse Hess. Dès 2018 à Nantes.
- 100 % électrique sur le trajet de 20 minutes.
- Ce « busway » mesure 24 mètres de long (18 mètres pour un bus articulé).

Objectif : accueillir d'avantage de passagers (+35 %). En passant de 110 à 150 places il permettra à 55'000 voyageurs d'être transportés chaque jour.

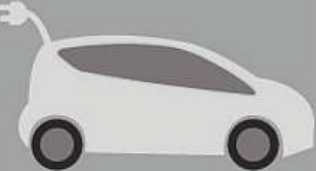


L'électromobilité: L'adaptation des flottes bus des métropoles



© IAU îdF, 2016

L'électromobilité: L'offre tout public

	Paris	Londres	Madrid	Berlin
 Voitures électriques en libre service	 ± 4 000	 ± 250	 ± 500	 ± 500
 Vélos à assistance électrique en libre service			 ± 2 000	 ± 500
 Bornes de recharge publiques (quantité, qualité)				

© IAU îdE 2016

Electromobilité: Avantages et inconvénients

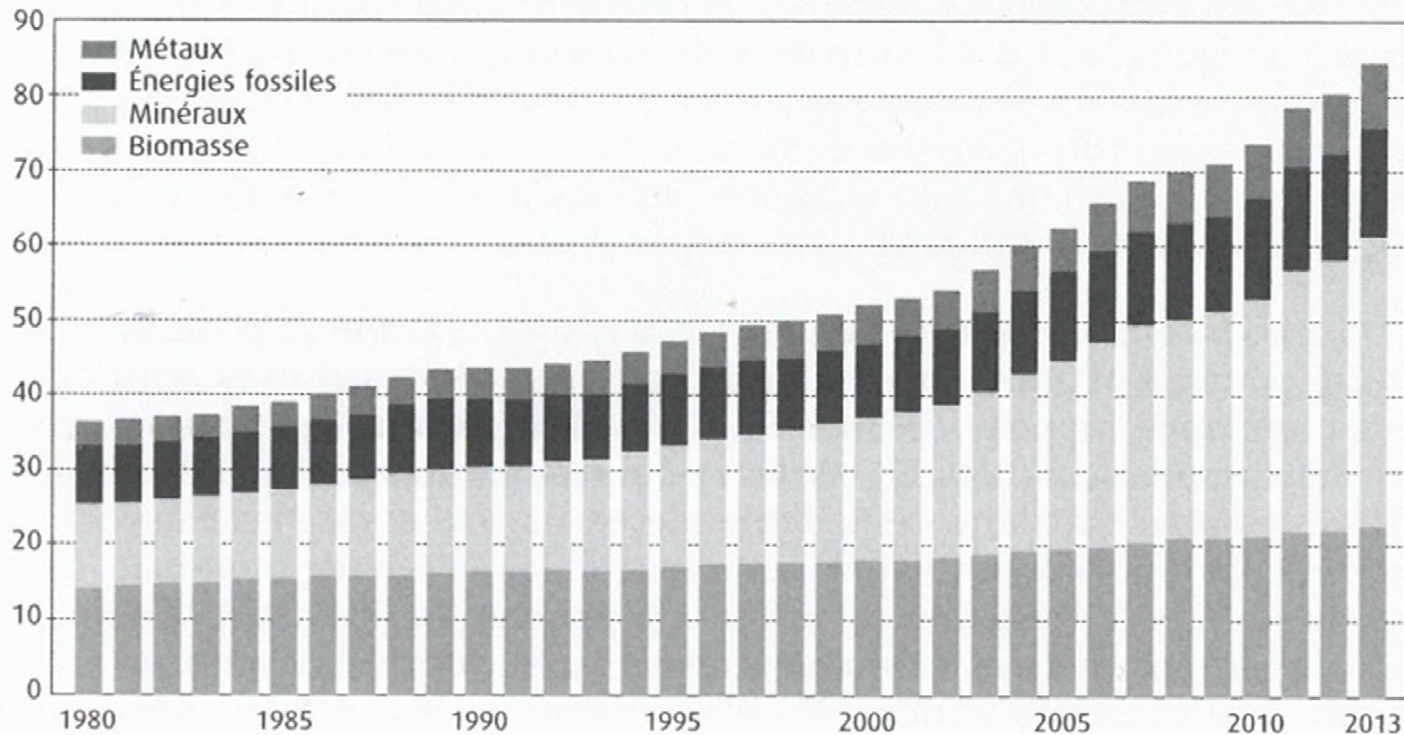
Voiture électrique	avantages	inconvénients
Batterie	Batterie entièrement ou semi électrique	Nécessite un temps de recharge plus ou moins conséquent
Pollution	Sa fabrication pollue mais son utilisation pollue très peu	
	Pollution centralisé (usines) : environnements plus sains	
Bruits	<u>Silencieuse</u>	On ne l'entend pas arriver (défaut en cours de correction)
Composition	Plus petits composants donc voitures plus petites	
Moteur	Permet une accélération rapide	
Rechargement	Possibilité de recharge chez soi	Chargement long et courant nécessitant une grande quantité électrique

A relativiser avec la supercharge

<http://www.ecoconso.be/fr/content/voiture-electrique-ses-avantages-et-inconvenients>

Electromobilité: Reste le problème des ressources

Graphique 1 — Extraction mondiale de ressources matérielles, 1980-2013 (en milliards de tonnes)



Source : « Trends in Global Material Extraction, GDP and Material Intensity, 1980-2013 », *MaterialFlows.net*.
 URL : <http://www.materialflows.net/trends/analyses-1980-2013/global-material-extraction-by-material-category-1980-2013/>. Consulté le 5 septembre 2016.

A propos de l'impact écologique du modèle électrique.

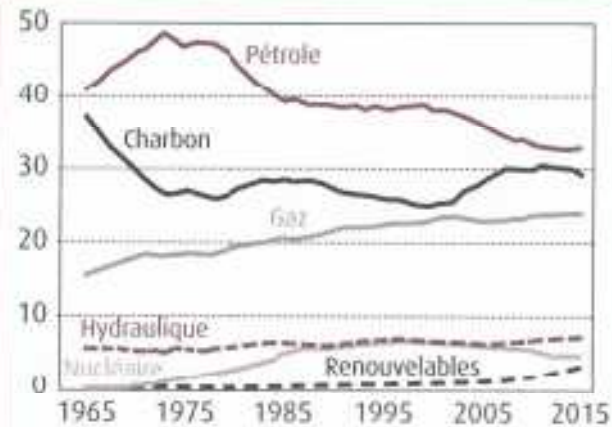
« Ces nouvelles batteries de lithium-ion sont très toxiques et doivent être recyclées », souligne le patron de Mercedes-Benz, interrogé par la presse indienne.

« Or, le processus de recyclage est si exigeant que même en Allemagne nous avons des doutes sur leur usage. C'est aussi très cher »,

L'an dernier, China Molybdenum s'est payé les mines de Tenke en République démocratique du Congo pour 2,65 milliards de dollars. Sur le marché mondial, le prix du lithium a triplé en cinq ans, se situant désormais aux alentours de 10 000 dollars la tonne.

Electromobilité: Reste le problème des ressources

Graphique 1 — Part des énergies primaires mondiales 1965-2015 (en %)



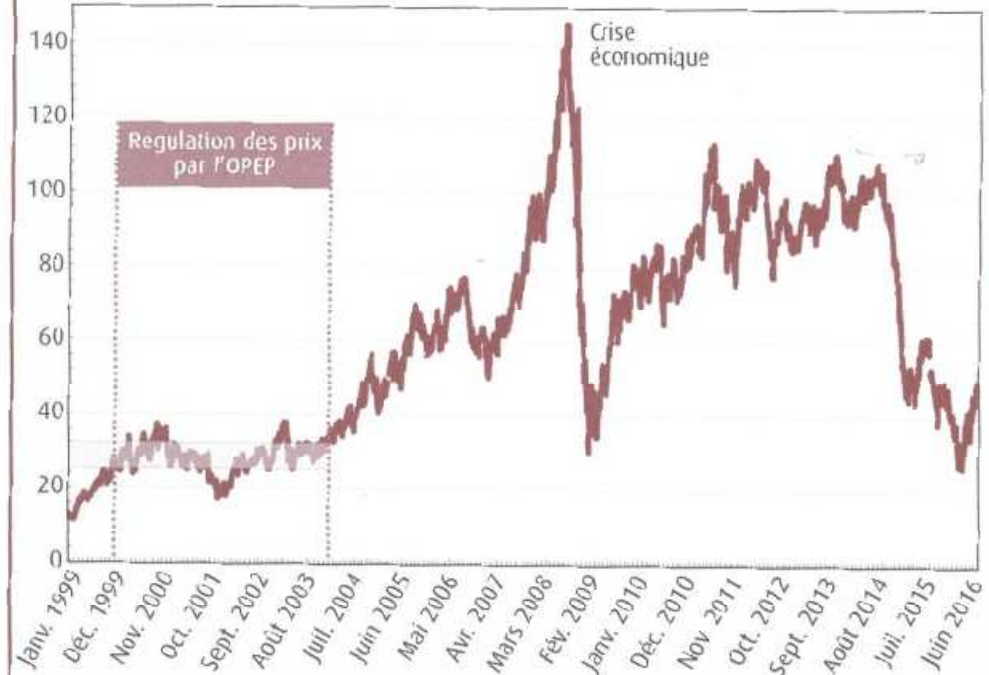
Source : BP Statistical Review of World Energy 2016, Londres : BP, juin 2016.

Graphique 2 — Évolution des prix par combustible (base 100 en janvier 2014)



Source : BP Statistical Review of World Energy 2016, op. cit.

Graphique 3 — Évolution du prix du baril de pétrole WTI[®] 1999-2016 (en dollars US)

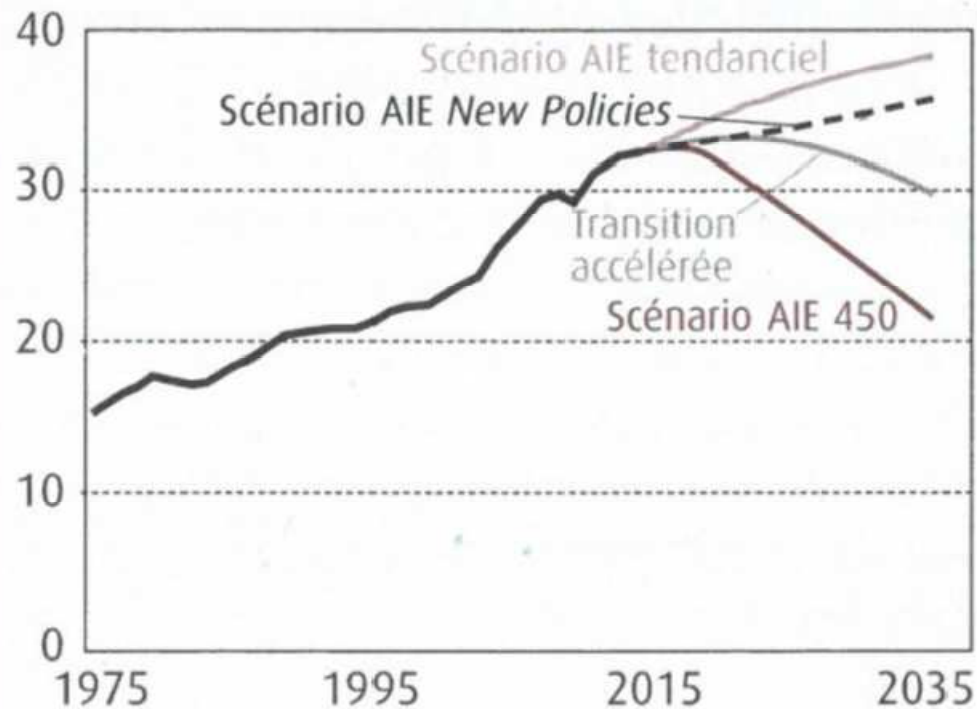


[®]West Texas Intermediate.

Source : CGEMP (Centre de géopolitique de l'énergie et des matières premières, université Paris-Dauphine), à partir des prix du pétrole brut mondial EIA (Energy Information Administration), 2016.

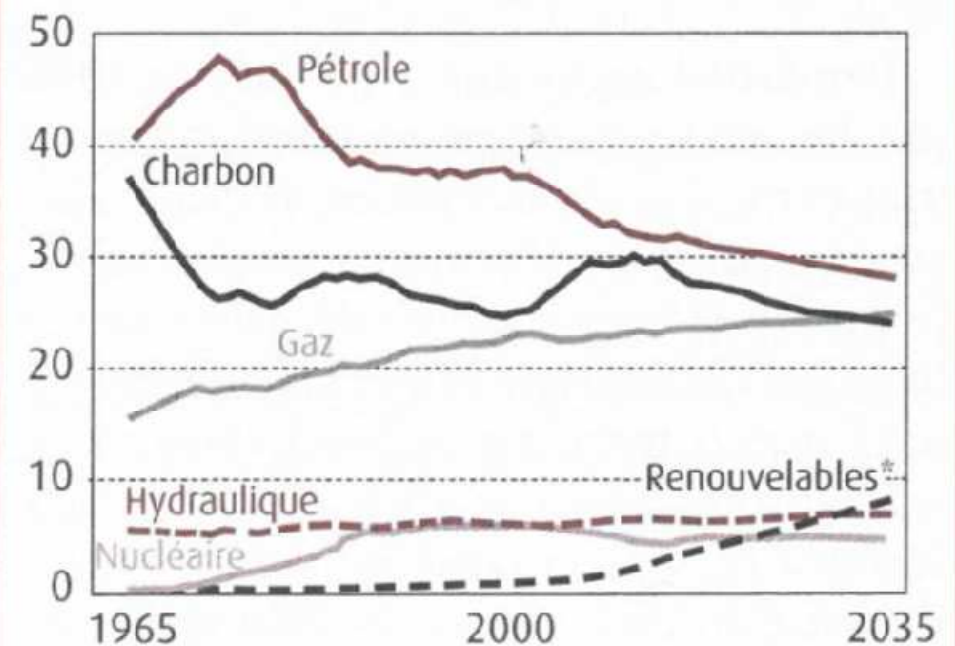
Electromobilité: Effet carbone et ressource de base

**Graphique 4 — Émissions de carbone
(en milliards de tonnes de CO₂)**



Source : AIE, 2016 Energy Outlook.

**Graphique 5 — Part des énergies
primaires mondiales 1965-2035 (en %)**



*Dont biocarburants.

Source : AIE, 2016 Energy Outlook.

Electromobilité: Le Cobalt un élément central

Principaux pays producteur de cobalt dans le monde entre 2013-2020 (en tonnes)

Prod mondiale environ 125'000 tonnes/an

Les batteries lithium actuelles ont en moyenne une composition NCM 811 :
80 % Nickel – 10 % de Cobalt – 10 % Manganèse.

Une batterie de voiture électrique pèse environ 300 kg pour une moyenne de 75 kWh. La plupart des voitures électriques actuelles embarquent au minimum 50 kg de cobalt

Renault Zoé batterie lithium pèse 326 kg pour 79 kWh

Tesla Model Y batterie lithium pour 77 kWh

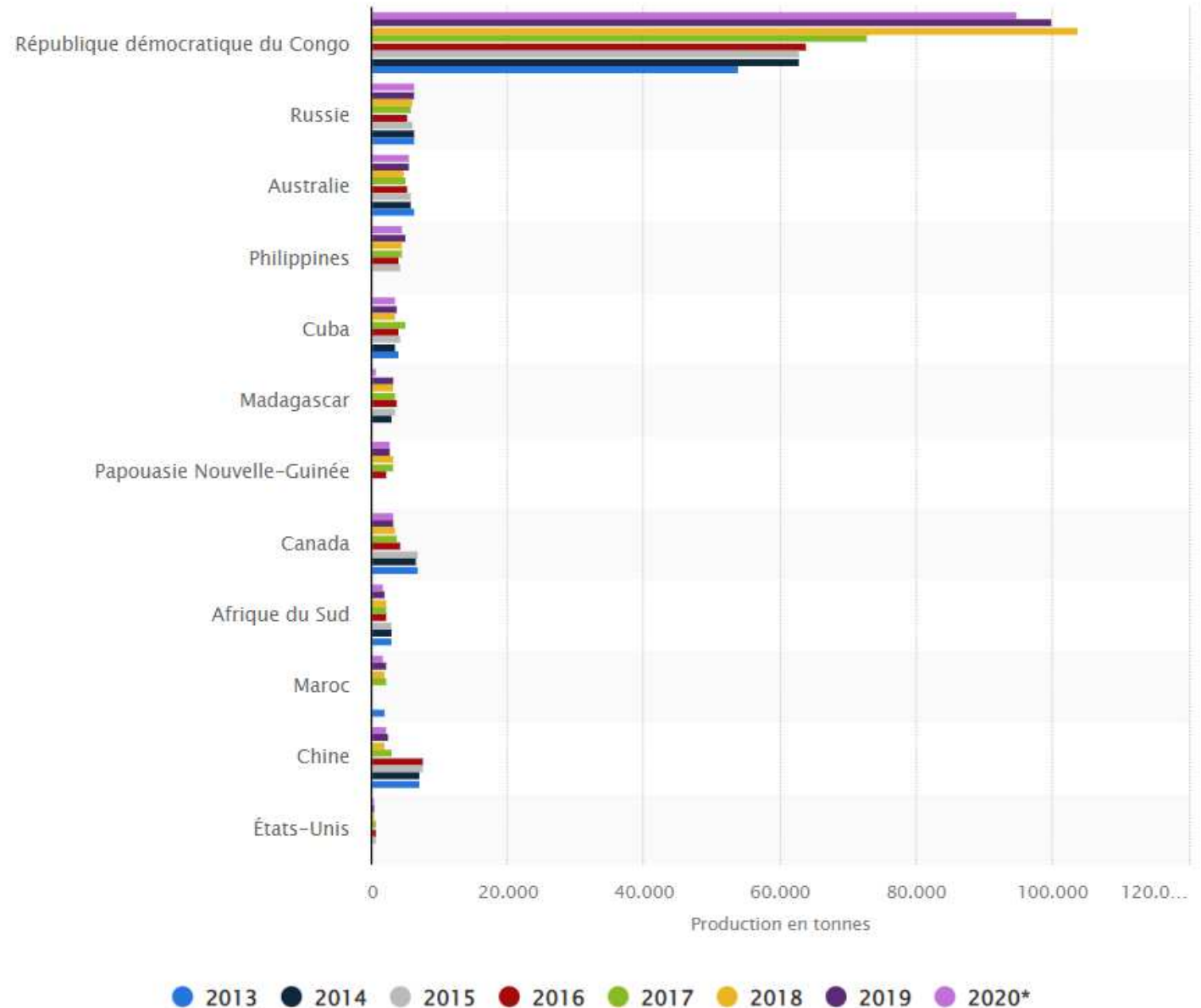
Cellules : 305 kg

Assemblage : 45 kg

Systèmes électriques : 50 kg

Armature : 55 kg

Total : 455 kg



Véhicules autonomes

Véhicule autonome: Annoncé pour 1975, ...il arrive

Dates et chiffres clefs

1977 Le laboratoire de robotique de Tsukuba (Japon) fait rouler une automobile automatique à 30 km/h en suivant le marquage au sol.

1987 Consacré à la fluidité du trafic automobile et à la sécurité, le projet européen Eureka Prometheus fait une large place aux systèmes d'aide à la conduite et aux véhicules autonomes.

2009 Google se lance dans le développement d'automobiles autonomes. D'abord en adaptant des véhicules classiques (Lexus, Toyota Prius...), puis en mettant au point un petit véhicule urbain à deux places.

En savoir plus sur <http://www.lesechos.fr/idees-debats/sciences-prospective/021351201535-queelles-routes-pour-la-voiture-autonome-1160106.php?ZHJzC8gPQD02Eopk.99#xtor=EPR-3038>

MONDAY, JUNE 6, 1960.

The New York Times.

ELECTRONIC ROADS CALLED PRACTICAL

New System of Guiding Cars Safely on Highways Is Shown at Princeton

FRUIT OF 7 YEARS' STUDY

R. C. A. and G. M. Jointly Conducted It—Full Use Seen 15 Years Away

By JOSEPH C. INGRAHAM
Special to The New York Times.

PRINCETON, N. J., June 5—The practicality of fully automatic electronic cars and roads was demonstrated here today.

The system, opening a new world of highway safety, was demonstrated by General Motors and the Radio Corporation of America as the culmination of seven years of cooperative research. It was presented at R. C. A.'s David Sarnoff Research Center.

While scientists hailed the proof of the system's technical feasibility, they pondered the key question: "Where do we go from here, now that the principle has been established?"

Dr. James Hillier, vice president in charge of R. C. A. Laboratories, said the system had reached the point "where it's time to bring in the highway and traffic engineers."

Many engineers attending the tests gave the opinion that the complex multiple-stage system was about fifteen years away from mass expressway use. Moreover they agreed that the overriding problem was economic.

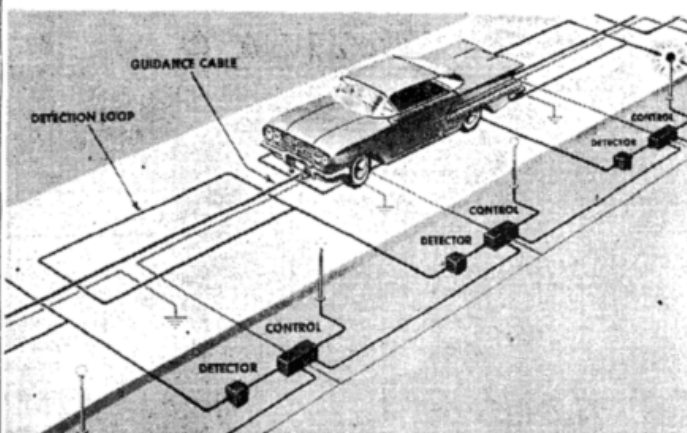
Big Road Cost Rise Seen
The best "educated guesses" were that the electronic car and road system would add about 5 to 7 per cent to road-building costs. This could run as high as \$150,000 a mile and would be not less than \$30,000.

The system is a combination of "talking" drivers out of trouble or warning them of hazards; preventing collisions by taking over drivers' functions of braking, accelerating, maintaining safe spacing between cars, and ultimately providing steer-

Automobile Control System Eliminates the Driver



In test at R. C. A. Laboratories, Princeton, N. J., driverless car, foreground, is guided by impulses from wires buried in road. It will remain safe distance behind car ahead.



Schematic drawing shows how system works. Car is kept in lane by guidance cable. Detection loops control speed, starting and stopping when activated by a preceding car.

NEW PLAN FOR AID TO AGED ASSAILED

Social Welfare Group Hears Attack on Latest House Bill by Its Head and Meyner

By EMMA HARRISON
Special to The New York Times.

ATLANTIC CITY, June 5—The most recent House bill for medical assistance to the aged—approved in committee Thursday—was attacked here today as "just another relief program."

Gov. Robert B. Meyner of New Jersey and Dr. Charles I. Schottland, former Social Security Administrator, said it would merely set up another group of people on relief. It would apply a means test for medical care for the aged, with the burden of proof on the states—which would or would not subscribe to it.

The bill, which provides for matching Federal-state funds for the medical care of persons over 65 unable to provide for themselves, would create a whole new category of public assistance, Dr. Schottland, president of the National Conference on Social Welfare, said here tonight.

Effect in Various States
So-called wealthy states, which already provide many benefits, would be obliged to add an entirely new category of public assistance programs, while the voluntary nature of the program would permit poorer states without public assistance programs to continue their negligence, according to Dr. Schottland.

At a press conference preceding the opening session of the National Conference on Social Welfare, which they both addressed, Dr. Schottland and Governor Meyner said they felt that only a program rooted in the Social Security mechanism would really be workable and dignified and make statistical sense.

People are entitled to more than relief, said Dr. Schottland, who is dean of the Florence Heller Graduate School for Advanced Studies in Social Welfare, Waltham, Mass.

Dr. Schottland said he felt the latest bill had been approved because it was part of some

Jewish A For Dis

Dr. Glueck Given His 60th Birthday New Israel Cent

By IRVING SE
A lean Biblical s acknowledged an friends and associat at the Officers' Club al Shipyard in Bro

The occasion was birthday of the s Nelson Glueck, Bibliologist and presiden Union College-Jewi

of Religion, theologian for Reform Judaism The seminary, An est institution of R ism, which was fou late Rabbi Isaac A has its main campu nati with institution in Los Angeles.

An audience of paid tribute to Dr. spiritual leader a archaeologist whose the Holy Land ex thirty years.

His Main Pri
In that time, Dr. adhered to one princ cover sites to bring clarity and beauty the Bible.

One of his disc King Solomon's cop 1934, which are Deuteronomy as a stones are of iron whose hills thou brass."

For the record, Government has bu ing works on the si Dr. Glueck's latest is the Hebrew Ur center, now nearin in Jerusalem. "It center," he said, "f tice of Liberal Ju equally important, archaeological res study. It will be t of its kind in the

Overcame Op
Despite oppositio dox Judaism, the do ligious force in Glueck convinced that such a center The center will h for those devoted Judaism.

Dr. William F. A ed archaeologist, w center's academic a Albright was Dr. e

Planification: La difficile prise en compte de la vitesse technologique



2000

2015

2030

- Google (1998)

- Ipod (2001)



- Skype (2003)



- Iphone (2007)



- Facebook (2006)



- Uber (2009)



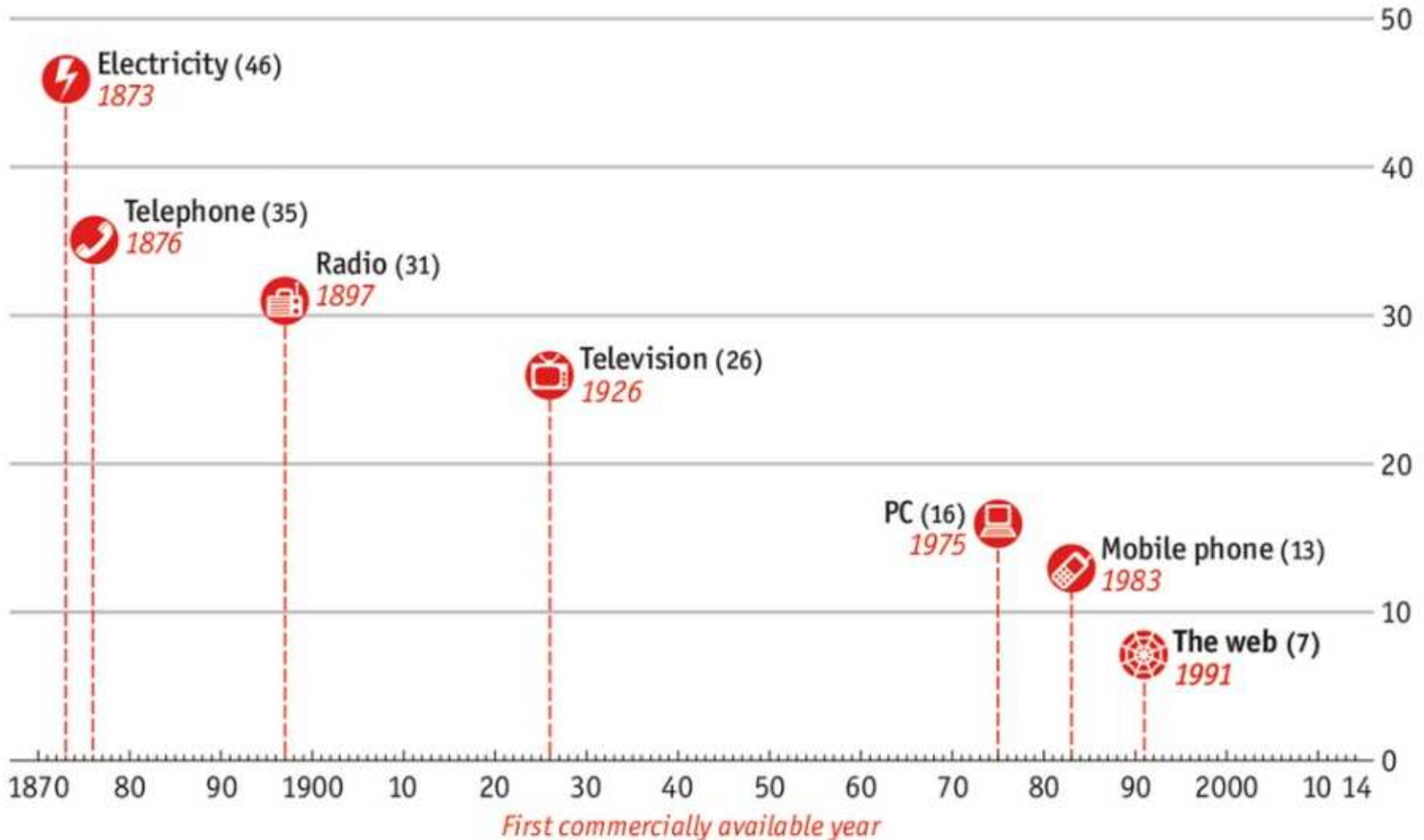
- Ipad (2010)



Planification: La difficile prise en compte de la vitesse technologique

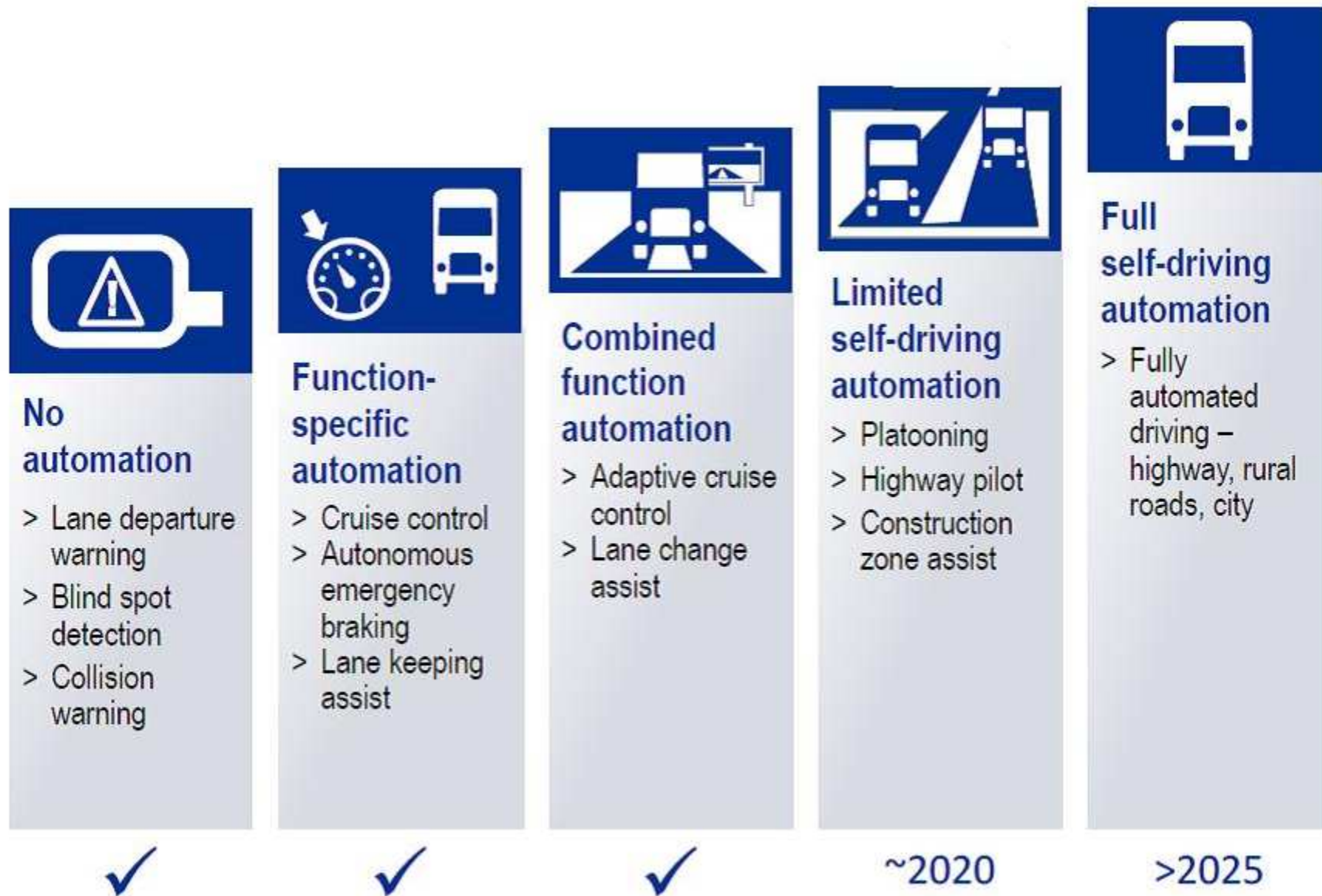
Technology adoption

Years until used by one-quarter of American population

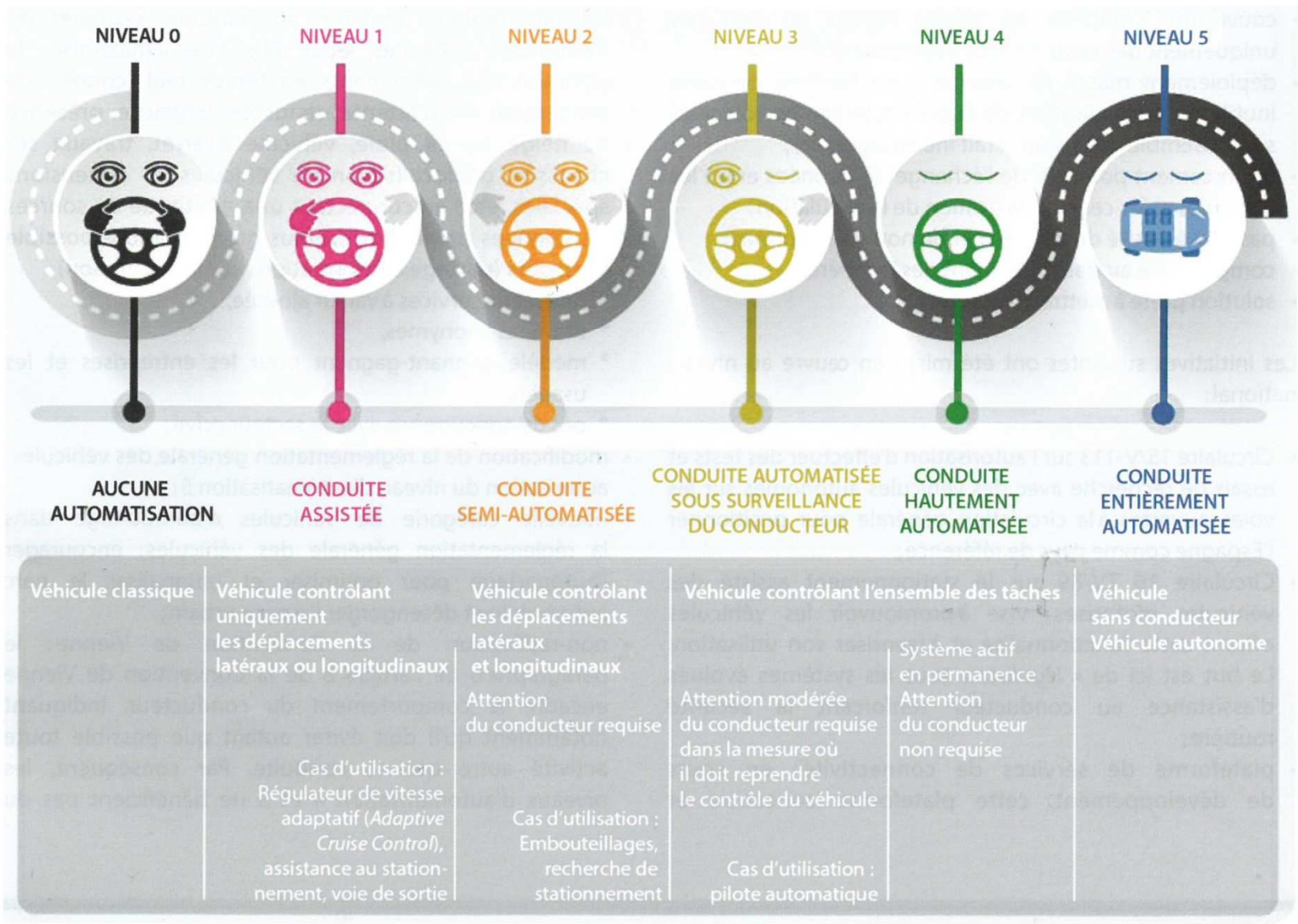


Source: Singularitytv.com

Véhicules autonomes: Evolution de l'autonomie



Véhicules autonomes: Evolution de l'autonomie



Niveaux d'automatisation des véhicules et cas d'utilisation escomptés

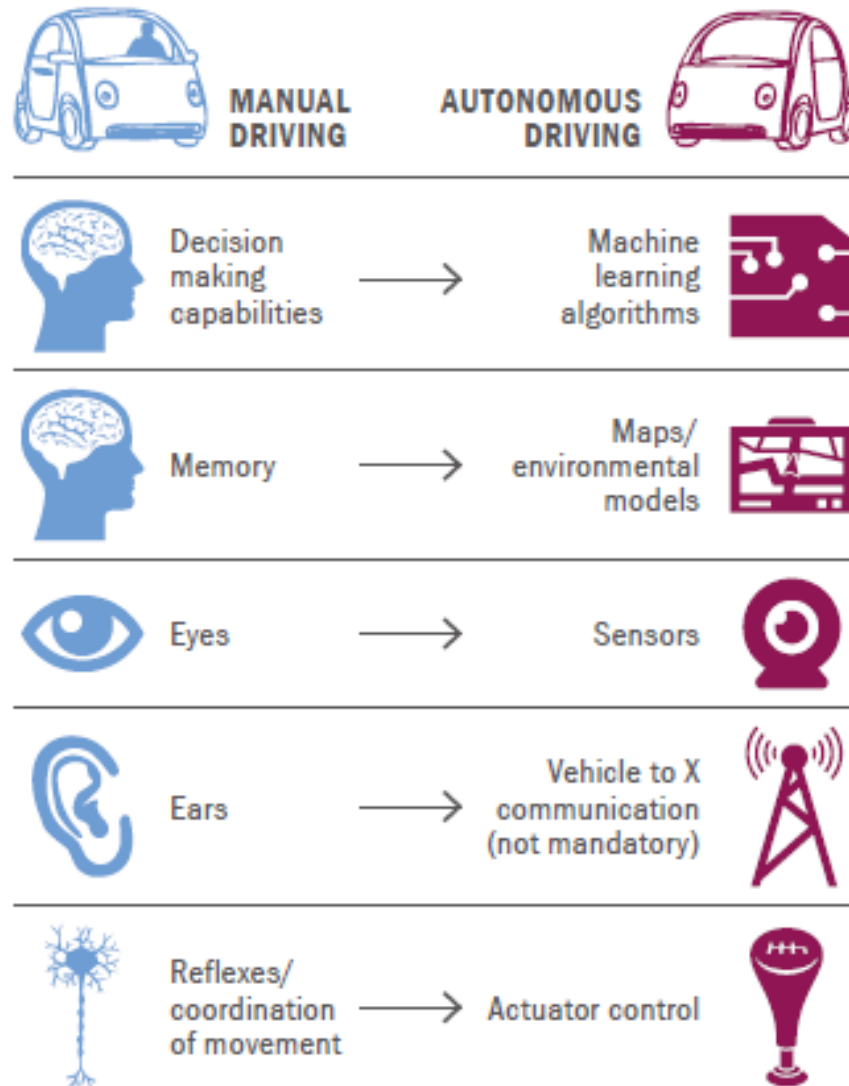
Véhicules autonomes: Evolution de l'autonomie

TABLEAU 1 - DÉFINITIONS DES NIVEAUX DES SYSTÈMES D'AIDE À UNE CONDUITE SÛRE ET DES SYSTÈMES DE CONDUITE AUTOMATISÉE					
Catégories		Présentation	Responsabilités*	Système visant à réaliser les objectifs indiqués à gauche	
Contrôle automatique	Transmission d'informations	Système transmettant des messages d'alerte au conducteur, etc.	Le conducteur est responsable de la conduite	Systèmes d'aide à une conduite sûre	
	Niveau 1 Système autonome	Système activant la fonction d'accélération, de direction ou de contrôle	Le conducteur est responsable de la conduite		
	Niveau 2 Systèmes mixtes	Système activant certaines des fonctions d'accélération, de direction et de contrôle	Le conducteur est responsable de la conduite * Le conducteur doit rester vigilant et être prêt à reprendre la main à tout moment	Systèmes de conduite semi-automatisée	Systèmes de conduite automatisée
	Niveau 3 Systèmes avancés	Système activant toutes les fonctions d'accélération, de direction et de contrôle, et nécessitant l'intervention du conducteur lorsque nécessaire	Le système est responsable de la conduite (mode conduite automatisée) * Conduite automatisée dans des conditions de circulation spécifiques (mode conduite automatisée) * Aucune surveillance requise (mode conduite automatisée : avant que le système ne demande l'intervention du conducteur)		
	Niveau 4 Conduite entièrement automatisée	Système activant toutes les fonctions d'accélération, de direction et de contrôle sans le conducteur Aucune intervention du conducteur n'est demandée	Le système est responsable de la conduite * Tous les processus sont effectués en conduite automatisée	Systèmes de conduite entièrement automatisée	
* Quel que soit le niveau, le conducteur peut reprendre la main sur le système à tout moment					

Véhicules autonomes: Evolution de l'autonomie

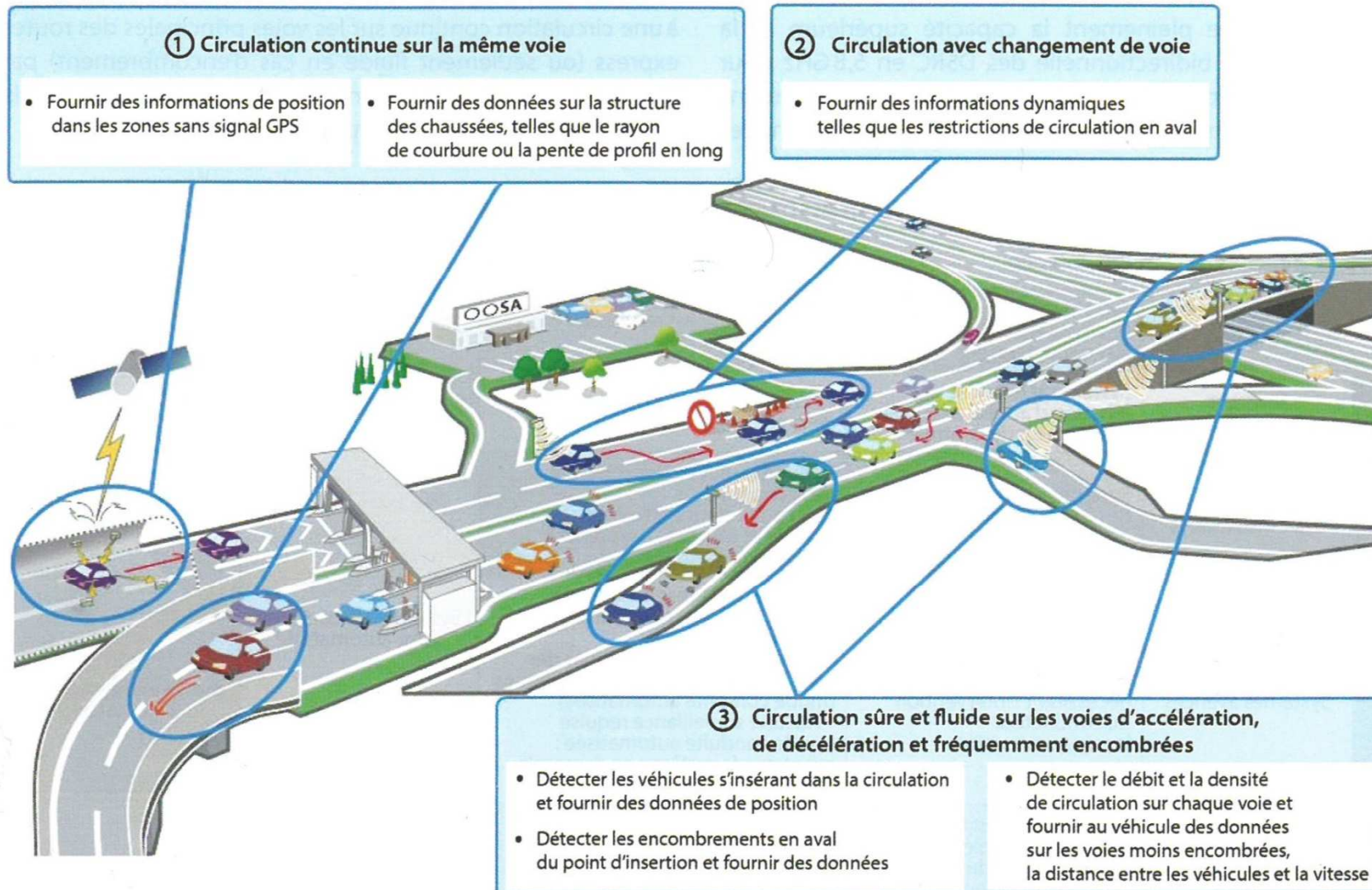
REMOVING THE HUMAN FROM THE DRIVER'S SEAT

Replacing sensory functions with technology



Source: Roland Berger

Véhicules autonomes: Evolution de l'autonomie

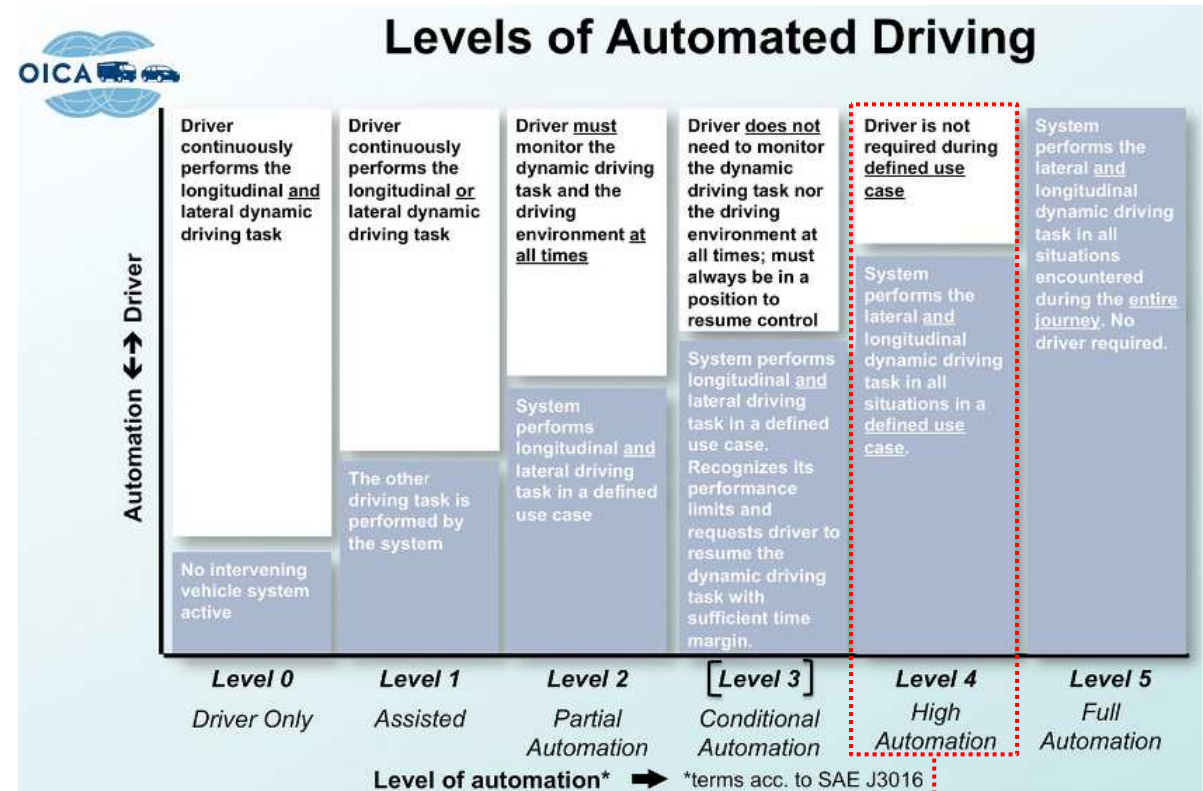


Véhicules autonomes: Evolution du parc en nombre

- Actuellement, aucun véhicule autonome commercialisé (tests en cours)

Niveau d'autonomie 4 espéré en 2035

«En 2035, 25% des ventes de voitures concerneront des voitures autonomes» - J Saussier-Clément
Analyste Crédit Suisse



- Prévisions de constructeurs (http://www.driverless-future.com/?page_id=384) :
 - 2022 : véhicules complètement autonomes sur le marché (selon NVIDIA). Audi espère débuter sa commercialisation en 2020, en 2021 pour Ford avec des voitures sans volant ni pédales, idem 2021 pour Tesla.
 - 2020 : NuTonomy avec ses softwares driveless espère faire rouler une flotte de taxis autonomes au North Square à Singapour.

Véhicules autonomes: Navette, TC et réseau complet V2X

- **Navette autonome** (www.bestmile.com)
 - Véhicule électrique sans chauffeur, rechargeable (par induction)
 - Caméras, détecteurs, GPS et App connectée aux usagers
 - Site connu mais pas propre: points d'arrêt souples, trajectoire souple (évite les obstacles)
 - Véhicule sur demande via l'App
 - **Plateforme cloud** pour gérer en réseau l'ensemble d'une **flotte de navette autonomes**

<https://www.letemps.ch> › économie › exclusif-fin-parcour...

[Fin de parcours brutale pour Bestmile, le grand espoir romand ...](#)

25 juin 2021 — «Bestmile, c'est fini. Nous avons lancé une procédure de licenciement collectif il y a deux semaines et venons de déposer le bilan.».

- **V2X : vehicles to everything**
 1. Vers le tout connecté. Du domicile, aux TIM, aux piétons, aux TC, aux véhicules marchandises, aux carrefours (finis les feux ?), aux places de stationnement, aux bâtiments, aux usagers... <https://www.u-blox.com/en/blog/innovation/how-v2x-can-make-our-cars-smarter-and-our-streets-safer>
 2. A la manière du corps humain, le plus sophistiqué système de transport... TC et TIM confondus, dans un flux constant ? <https://www.youtube.com/watch?v=OILFK8oSNEM>
 3. Pour cela, il faut que l'IA parvienne au même résultat que des millions d'années d'évolution. Quelle intelligence ? Ambition Bestmile: programmer un «cerveau» lui aussi autonome (IA) ? <https://www.youtube.com/watch?v=IcD16XrtLWs>

Véhicules autonomes: **Sûrs et efficaces avec l'IA et le deep learning ?**

Véhicules autonomes,

- **Voitures** (déjà ou en cours de commercialisation)
 - Audi A8: voiture individuelle autonome avec technologies apprentissage continu intégré
<https://www.youtube.com/watch?v=ifoFOXRBiHM>
 - Mercedes F015 (véhicule de recherche, 2035 ?) <https://www.youtube.com/watch?v=kMD7Vc2Kjkh>
- **Camions (2025) et bus TC**
 - Mercedes Future Truck <https://www.youtube.com/watch?v=o43nqvq4BOA>
 - Iveco Z Emission
 - Walmart Advanced Truck
 - Mercedes Future Bus (n°3 dans cette vidéo <https://www.youtube.com/watch?v=Yhj4-pwi0sg>)
- **Sprinter/navette** (déjà ou en cours de commercialisation)
 - Mercedes Vision Minivan avec logistique connecté à d'autres objets de logistique (drones, stock, Apps)
<https://www.youtube.com/watch?v=ZFJseez2ZJM>
 - Navettes Navya, Induct, Olli

Dans la catégorie moins autonomes, moins réalisables...

- **3D transportation**
 - (signée Elon Musk) <https://www.youtube.com/watch?v=zlwLWfaAg-8>
 - Transit Elevated Bus (Chine) <https://www.youtube.com/watch?v=ZFJseez2ZJM>

Véhicules autonomes: Les transport publics

4 applications utilisant des petits véhicules autonomes (navettes, minibus). L'autonomie de conduite permet d'optimiser le coût investissement + exploitation de l'offre de transport et de maintenir un ratio recettes / dépenses acceptable malgré le faible nombre de passagers par véhicule.



La desserte interne des grands sites

Véhicule permettant une desserte interne de grands sites industriels, hospitaliers, universitaires, etc.



La navette du dernier kilomètre

Mode permettant de se rabattre sur une gare ou station de mode lourd (ou de terminer son trajet à partir de là), dans un secteur peu dense.

Véhicules autonomes: Les transport publics



Le minibus périurbain

Desserte interne de zones résidentielles périurbaines, sous forme de minibus à trajet fixe ou en adaptation dynamique à la demande.



La navette d'interstice

Petit véhicule collectif venant compléter les transports en commun structurants pour des déplacements intra-quartier ou en complément de parkings de protection d'hypercentre

Véhicules autonomes: Les transport publics

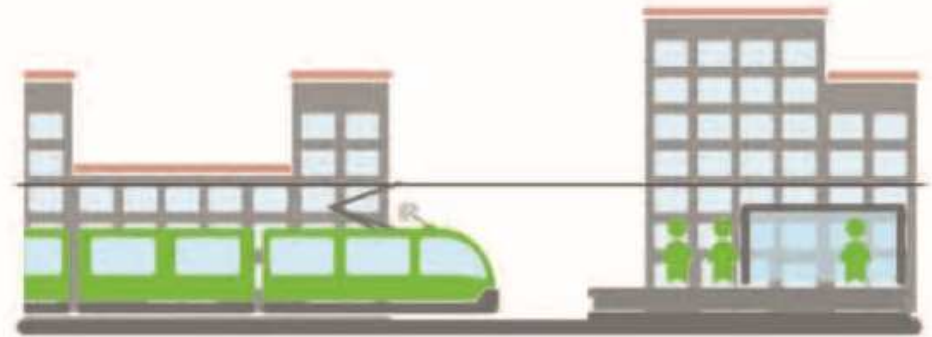
Une application utilisant des autobus autonomes pour permettre un fort renforcement de l'offre à coût constant, sur des axes à potentiel de report modal



L'axe urbain renforcé

Ligne de bus pré-existante dont l'autonomisation permet d'augmenter les fréquences et l'amplitude de service, et d'attirer des non-captifs

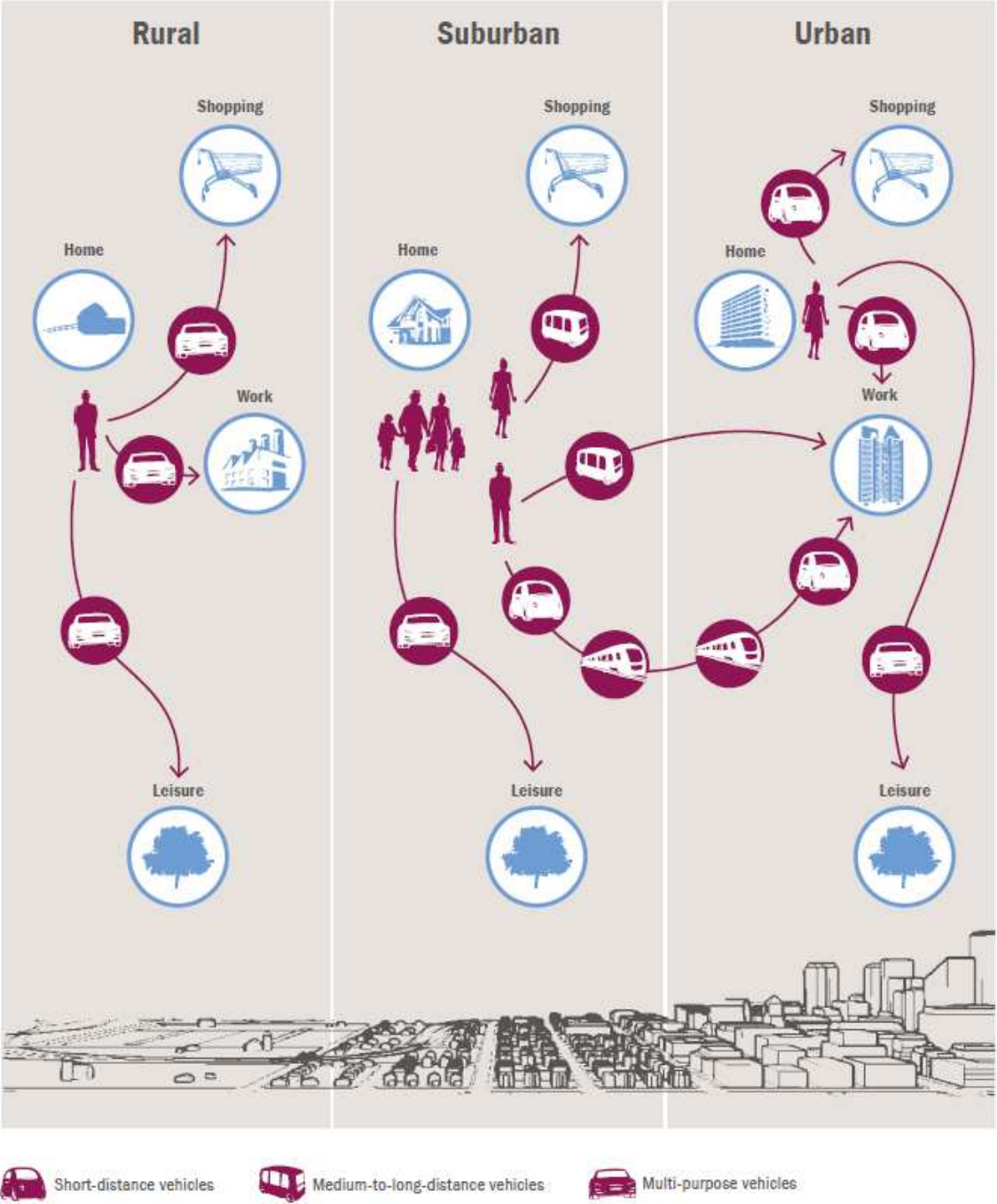
Une application basée sur l'autonomisation de conduite de lignes fortes (TCSP, tramway), permettant de diminuer les coûts tout en élargissant les amplitudes de service



La ligne forte autonome

Autonomisation de ligne de transport en commun structurante, voire de transport collectif en site propre

Véhicules autonomes: Exemple possible



Source: Roland Berger

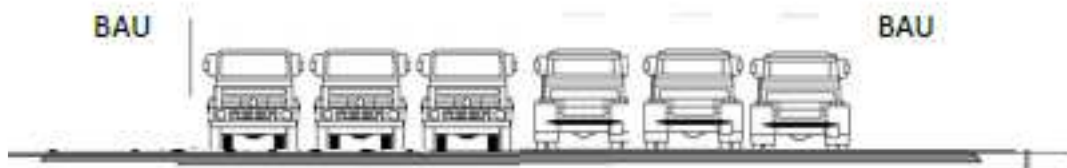
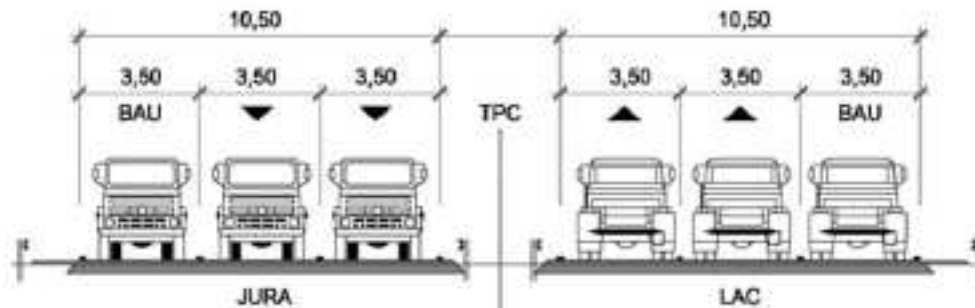
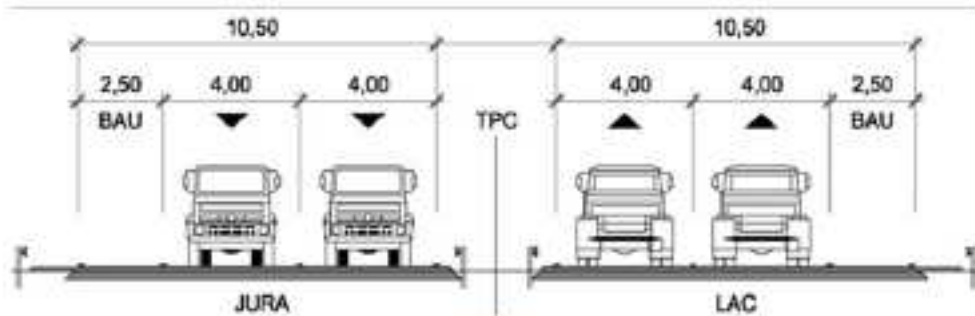
Véhicules autonomes: **Avantage et inconvénients**

«90 % des accidents de la route sont liés à une erreur humaine» - Stéphanie Olivero (PSA Peugeot)

Avantages	Inconvénients
Actualisation immédiate	Prix
Sécurité renforcée	Risque de piratage
Assurances	Responsabilité ? //Assurances
Confort	Aliénation informatique
Diminution de la consommation	Forfait supplémentaire ?
Gain de temps	Perte d'emplois non spécialisés

<http://tech4auto.unblog.fr>

Véhicules autonomes: Influence sur les gabarits



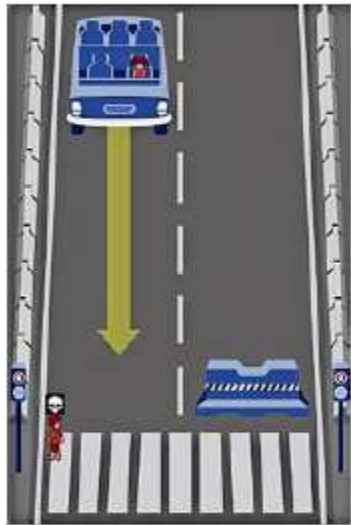
Autoroute à 2x2 voies
Conduite manuelle
avec bandes d'arrêt d'urgence
 $V=120 \text{ km/h}$

Autoroute à 2x3 voies
Conduite manuelle
sans bande d'arrêt d'urgence
 $V=100 \text{ km/h}$

Autoroute à 2x3 voies
Conduite automatique
avec bandes d'arrêt d'urgence
 $V=120 \text{ km/h}$

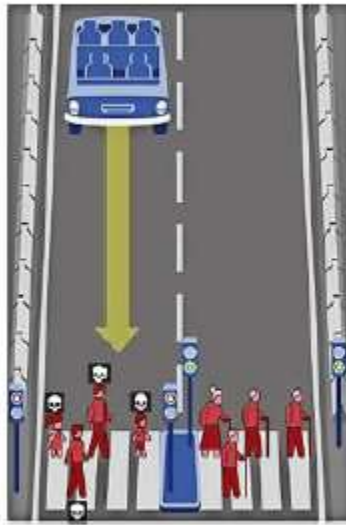
La mobilité autonome: Et l'éthique?

Et vous, que feriez-vous dans cette situation?



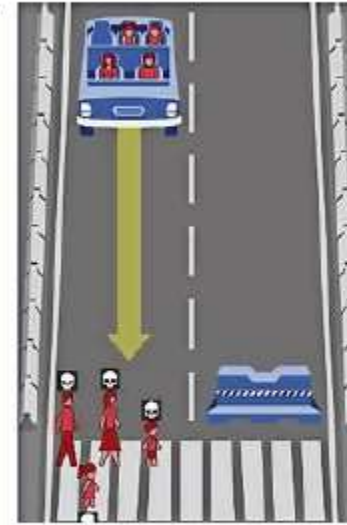
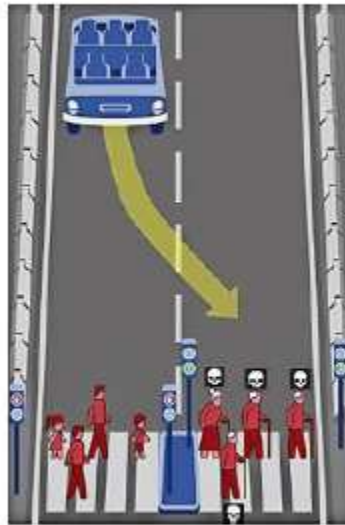
Un enfant traverse la route imprudemment, alors que le petit bonhomme est au rouge...

- 1) Vous l'écrasez. Il décède.
- 2) Vous braquez le volant et allez percuter violemment une barrière. C'est vous qui mourrez.



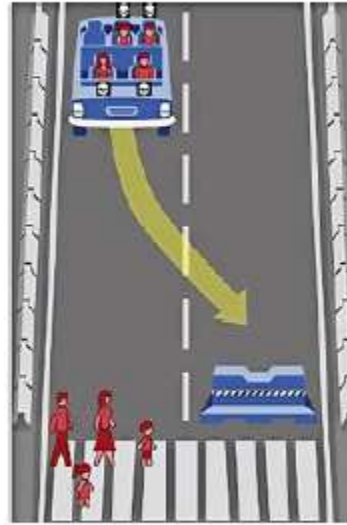
Deux enfants et leurs parents traversent la voie alors que le petit bonhomme est au rouge...

- 1) Vous les écrasez et les tuez tous les quatre.
- 2) Vous vous déportez et renversez quatre personnes âgées qui, elles, étaient dans leur bon droit.



Une famille traverse la route légalement sur un passage piéton...

- 1) Vous les écrasez et les tuez tous les quatre
 - 2) Vous percutez un mur. Vous, votre conjoint et vos enfants décédez.
- Ces trois exemples sont tirés d'une étude scientifique à laquelle vous pouvez participer sur le site «<http://moralmachine.mit.edu>»*



Véhicules autonomes: Self driving work space



WOW [Work on Wheels] pods might occupy a location between two offices, splitting travel times for both teams," said the designers. "Or it could be parked by a site-specific project, like a building under construction."

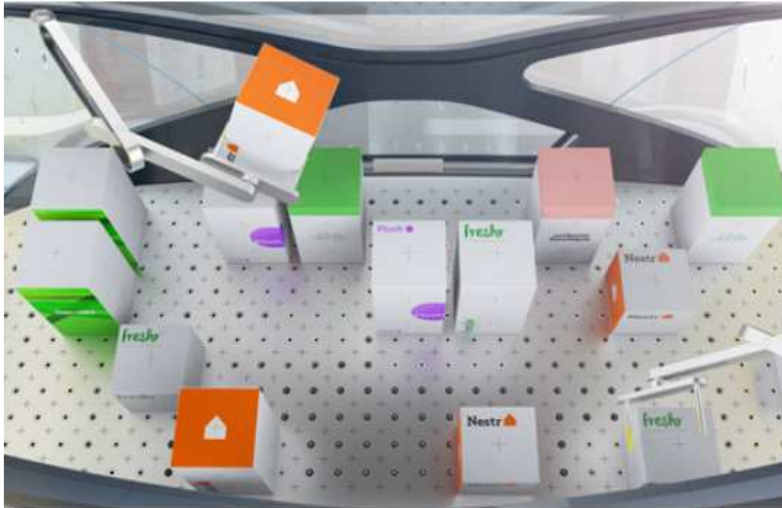


IDEO imagines how autonomous vehicles could transform the way we work

Véhicules autonomes: La livraison du futur **Cody delivery truck**



Equipped with the same technologies as the driverless cars, a delivery truck called Cody would use algorithms and GPS to plan the best routes for neighbourhood deliveries, as well as adjusting and responding to requests on the go.



Véhicules autonomes: **La livraison par drone**



Livraison d'objets légers par voie aérienne directement chez la personne ou dans des hubs de réception : plus rapide, plus rentable, plus écologique

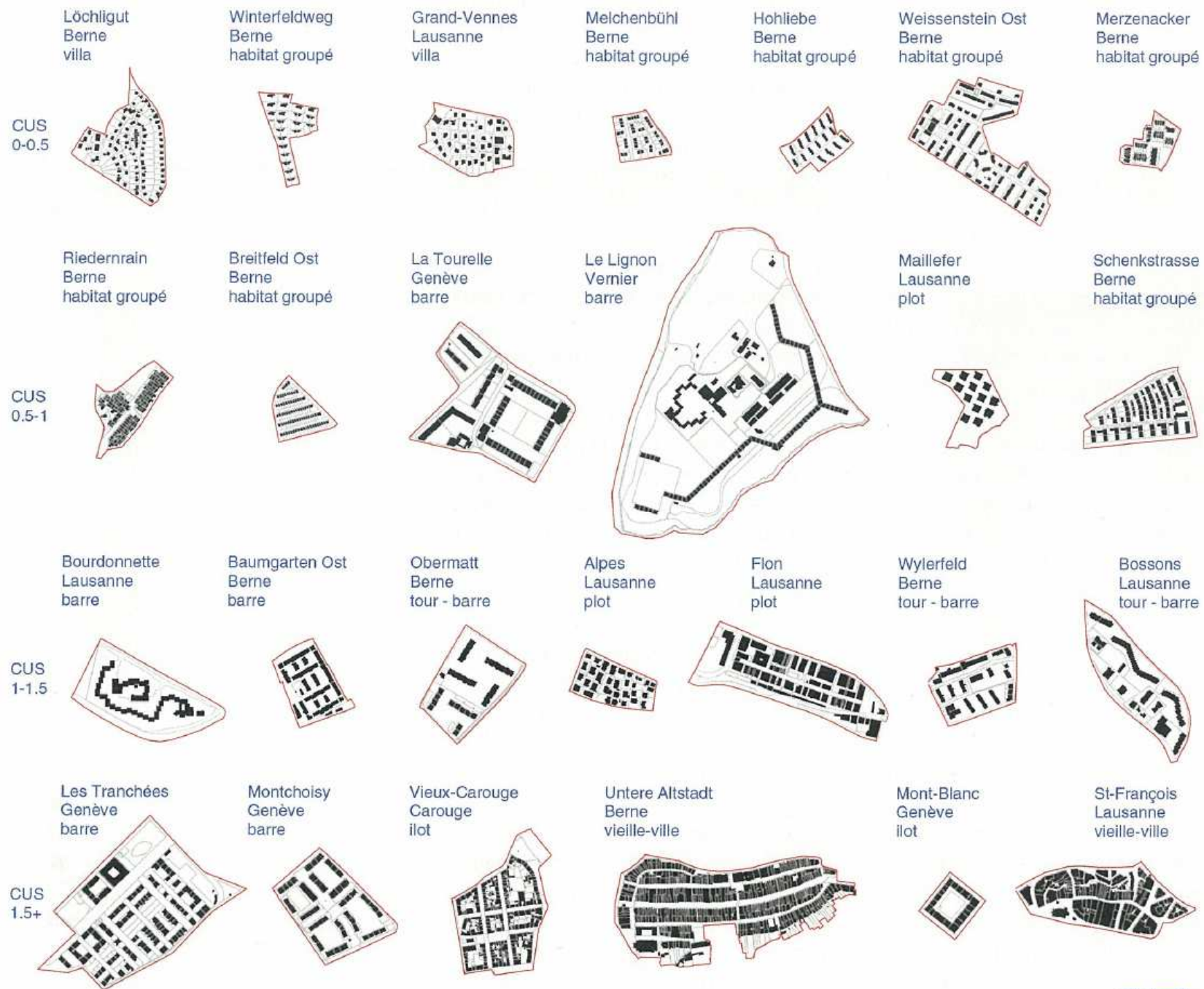
« Amazon hopes to operate in a slice of airspace above 200 ft (61 m) and beneath 500 ft (152 m), where general aviation begins. It plans to fly drones weighing a maximum of 55 lb (25 kg) within a 10 mi (16 km) radius of its warehouses, at speeds of up to 50 mph (80.5 km/h) with packages weighing up to 5 lb (2.26 kg) in tow»

Autres entreprises intéressées :

- La Poste
- DHL
- Wall-Mart

Formes urbaines et usages du sol

La densité: **Mêmes valeurs; forme urbaine différente**



La densité: **Un indice trompeur: Les Avenchets (GE)**



Coefficient d'occupation du sol (COS) [?] 0.22

Densité d'habitants (DH) (hab/Ha) [?] 279

*2013

<http://densite.ch/fr>

La densité: **Un indice trompeur: Le Lignon (GE)**



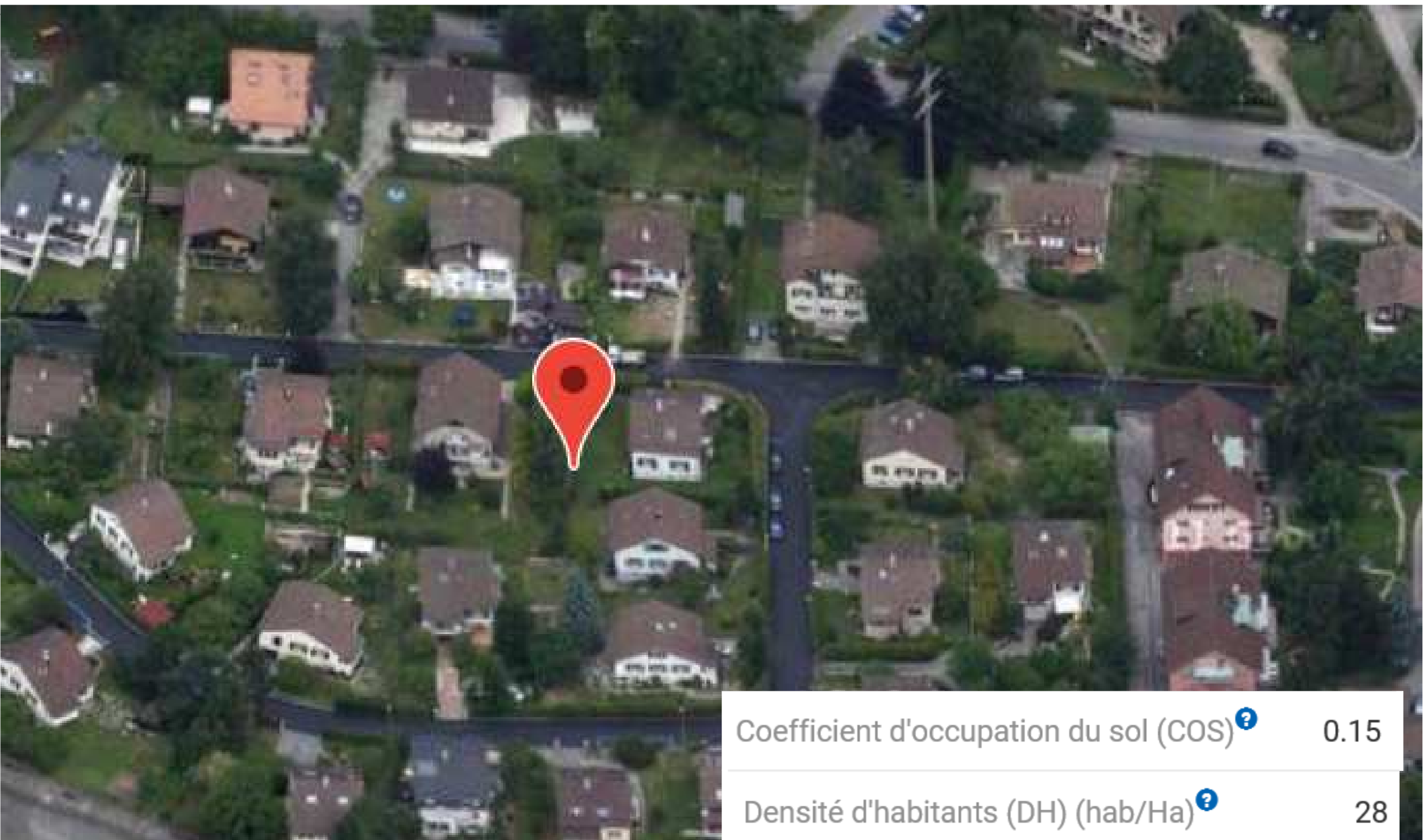
Coefficient d'occupation du sol (COS) [?] 0.1

Densité d'habitants (DH) (hab/Ha) [?] 137

*2013

<http://densite.ch/fr>

La densité: **Un indice trompeur: Grand-Vennes (VD)**

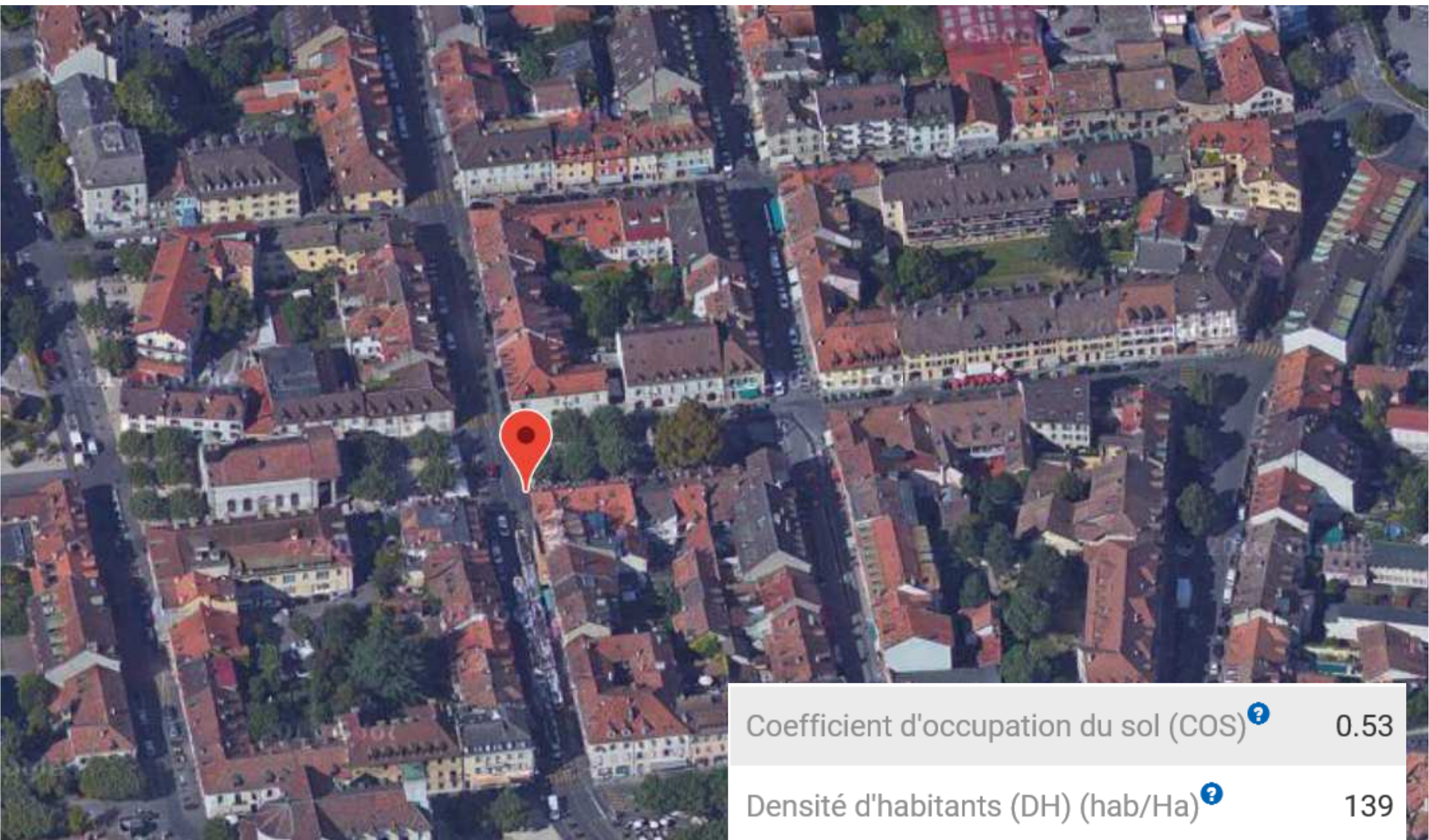


Coefficient d'occupation du sol (COS) [?] 0.15

Densité d'habitants (DH) (hab/Ha) [?] 28

<http://densite.ch/fr>

La densité: **Un indice trompeur: Vieux Carouge (GE)**



Coefficient d'occupation du sol (COS) [?] 0.53

Densité d'habitants (DH) (hab/Ha) [?] 139

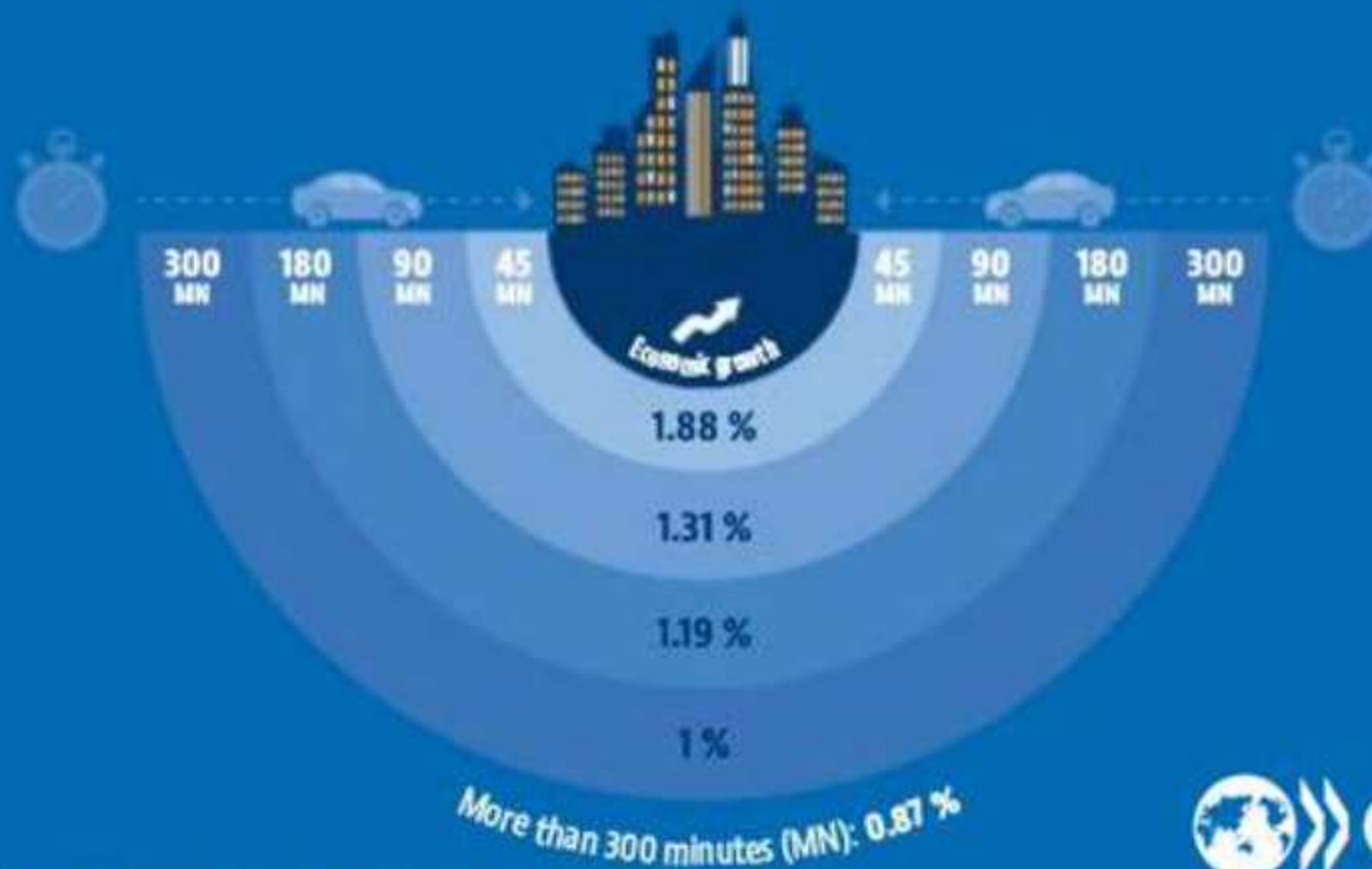
*2013

<http://densite.ch/fr>

Les villes: Le pourquoi elles sont condamnées à grandir?

Economic growth increases with nearness to large cities

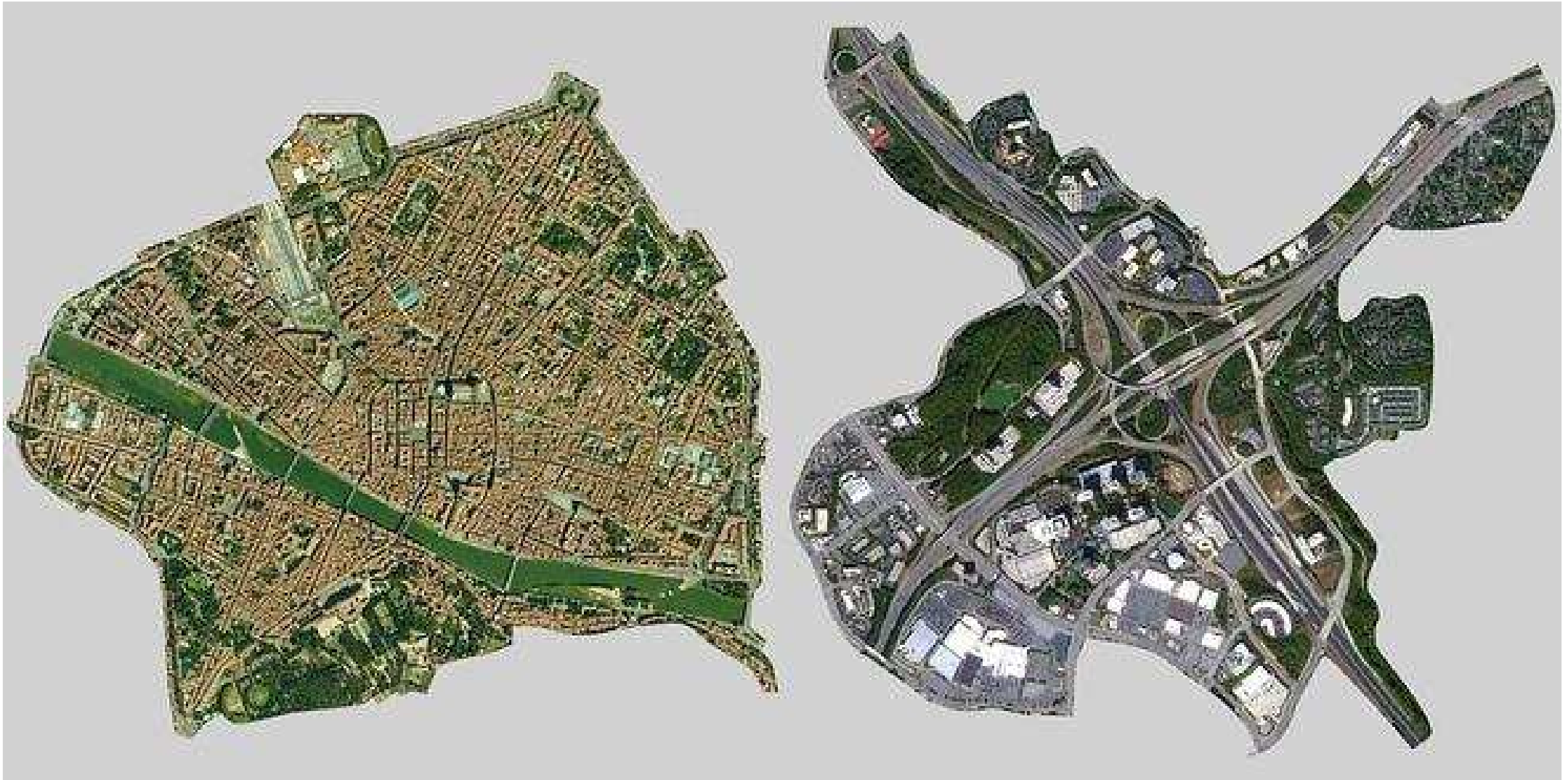
Regional yearly growth rates of GDP per head (1995-2010) and driving time to the closest large metropolitan area of 2 million or more inhabitants in OCDE countries



StatLink <http://dx.doi.org/10.1787/888933106667>

Usage du sol: **Les infrastructures consomment du sol**

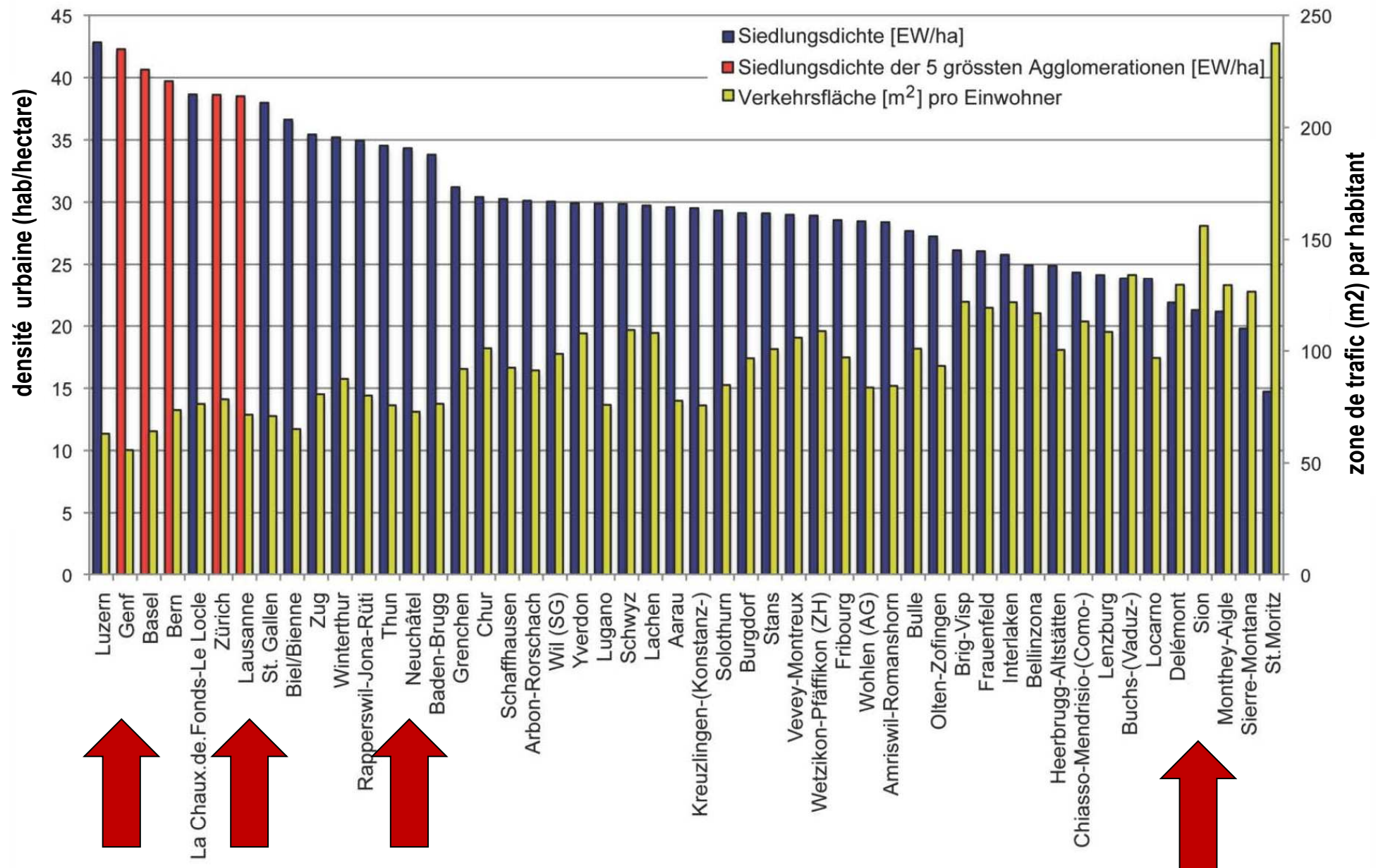
- Florence à gauche, un nœud autoroutier Atlanta (USA) à droite



Étalement urbain: L'île de Skye en Floride

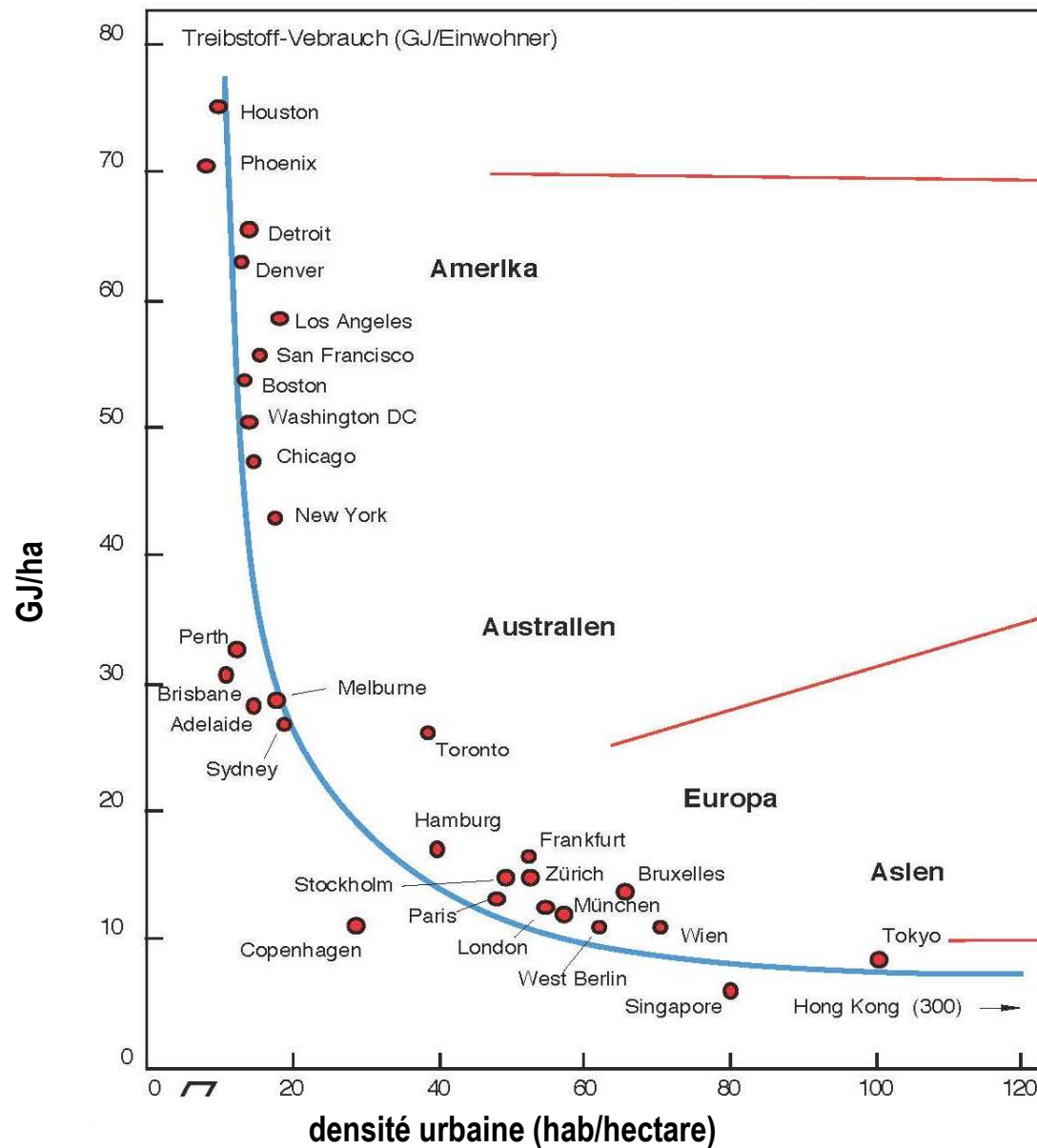


Projet Agglo en Suisse: **Densité urbaine et efficacité routière**



Source :IVT Weidmann_Ulrich

Projet Agglo en Suisse: Densité urbaine et efficacité énergétique



[Prof. Dr. Bernd Scholl, ETH Zürich, nach Newman 1989]

Source: Kenworthy&Newman 1989

Motorisation: Conséquence sur usage du sol

- La motorisation impose la construction d'infrastructure
- Ces infrastructures consomment de l'espace (Londres env 25m²/hab)

Table 3. Urban road density

City	Road Density (km/km ²)	Road Land Area (percent)	Road Area Per Capita (m ² /capita)
Beijing	6.8	11.4	4.7 (2000)
Shanghai	7.6	12.6	11.6 (2002)
Guangzhou	7	-	9.76 (2000)
Xi'an	5.5	7.9	5.12 (2002)
Tokyo	18.9	10.8	14.9 (1999)
New York	18.1	24.1	28.0 (1999)
London	8.0	16.6	26.3 (1999)

Notes: Beijing had the lowest road area per capita of all the compared cities. The year in which each road area per capita was measured is shown in parentheses.

Sources: Mao (2003) and Wuhan Metropolitan Transport Development Strategic Plan (2003).

Quelles pistes suivre?

Synthèse: Des constats et des options

- Une démographie qui augmente
 - Une population qui vieillit
 - Une population toujours mobile
 - Des ressources qui se raréfient : naturelle, financière, spatiale
 - La technologie au secours du maintien de nos habitudes
-
- Réduire les motifs de déplacement
 - Généraliser les véhicules peu gourmands
 - Favoriser la transition vers les mobilités actives
 - L'aménagement du territoire un allié sûr

The Shift project: Des options

THE SHIFT PROJECT

The Shift Project, association reconnue d'intérêt général, est un *think-tank* dont la mission est d'éclairer et influencer le débat sur la transition « bas carbone » en France et en Europe :

► **Éclairer** : nous constituons des groupes de travail autour des enjeux les plus délicats et les plus décisifs de la transition.

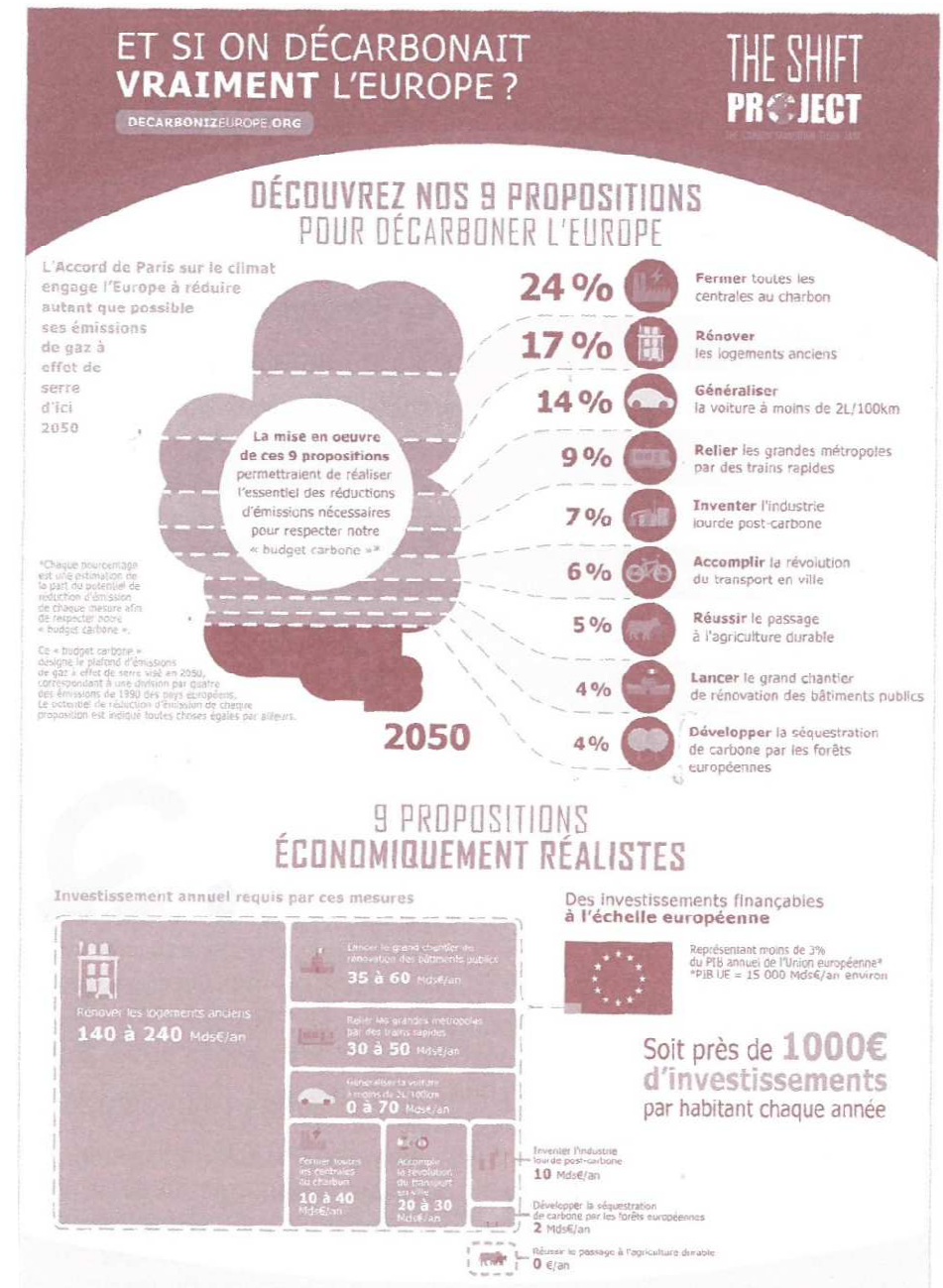
► **Influencer** : nous faisons la promotion des recommandations de ces groupes de travail auprès des décideurs politiques et économiques.

The Shift Project est soutenu par de grandes entreprises françaises et européennes qui veulent faire de la transition bas carbone leur priorité stratégique (SNCF, Vinci Autoroutes, SPIE, EDF, Bouygues, Saint-Gobain, Vicat, Rockwool, Klépierre, Thalys, Caisse des dépôts...).

Le manifeste compte à ce jour plus de 2 000 signataires dont notamment : Philippe Aghion (professeur, Collège de France), Martin Bouygues (PDG, Bouygues SA), François Brottes (président du directoire, RTE), Jean-Marie Chevalier (professeur émérite de sciences économiques à l'université Paris-Dauphine), Patrick Criqui (directeur de recherches émérite, CNRS), Nicolas Dufourcq (directeur général, BPI), Alain Grandjean (économiste, fondateur et associé, Carbone 4), François Hommeril (président du syndicat CFE-CGC), Jean Jouzel (directeur de recherches émérite, CEA, ancien vice-président du groupe I du GIEC, prix Vetlesen 2012), Brice Lalonde (président, Business and Climate Summit), Daniel Lebègue (président, Transparency International France), Alain Montarant (président, groupe MACIF), Christian de Perthuis (professeur, université Paris-Dauphine, fondateur de la chaire Économie du climat), André Renaudin (directeur général, AG2R La Mondiale), Stéphane Richard (PDG, Orange), Jean-Dominique Senard (président, Michelin), etc.

site Internet : <http://decarbonizeurope.org/>

Généraliser les véhicules peu gourmands
Favoriser la transition vers les mobilités actives



The Shift project: Des options

L'Accord de Paris sur le climat engage l'Europe à réduire autant que possible ses émissions de gaz à effet de serre d'ici 2050

La mise en oeuvre de ces 9 propositions permettrait de réaliser l'essentiel des réductions d'émissions nécessaires pour respecter notre « budget carbone »*

*Chaque pourcentage est une estimation de la part du potentiel de réduction d'émission de chaque mesure afin de respecter notre « budget carbone ».

Ce « budget carbone » désigne le plafond d'émissions de gaz à effet de serre visé en 2050, correspondant à une division par quatre des émissions de 1990 des pays européens. Le potentiel de réduction d'émission de chaque proposition est indiqué toutes choses égales par ailleurs.

2050

24 %



Fermer toutes les centrales au charbon

17 %



Rénover les logements anciens

14 %



Généraliser la voiture à moins de 2L/100km

9 %



Relier les grandes métropoles par des trains rapides

7 %



Inventer l'industrie lourde post-carbone

6 %



Accomplir la révolution du transport en ville

5 %



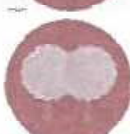
Réussir le passage à l'agriculture durable

4 %



Lancer le grand chantier de rénovation des bâtiments publics

4 %



Développer la séquestration de carbone par les forêts européennes

The Shift project: **Des options**

2. Généraliser les véhicules économes

Instaurer une politique réglementaire favorisant systématiquement les véhicules les plus économes (moins de deux litres aux 100 kilomètres), et bannissant les plus émetteurs de gaz à effet de serre.

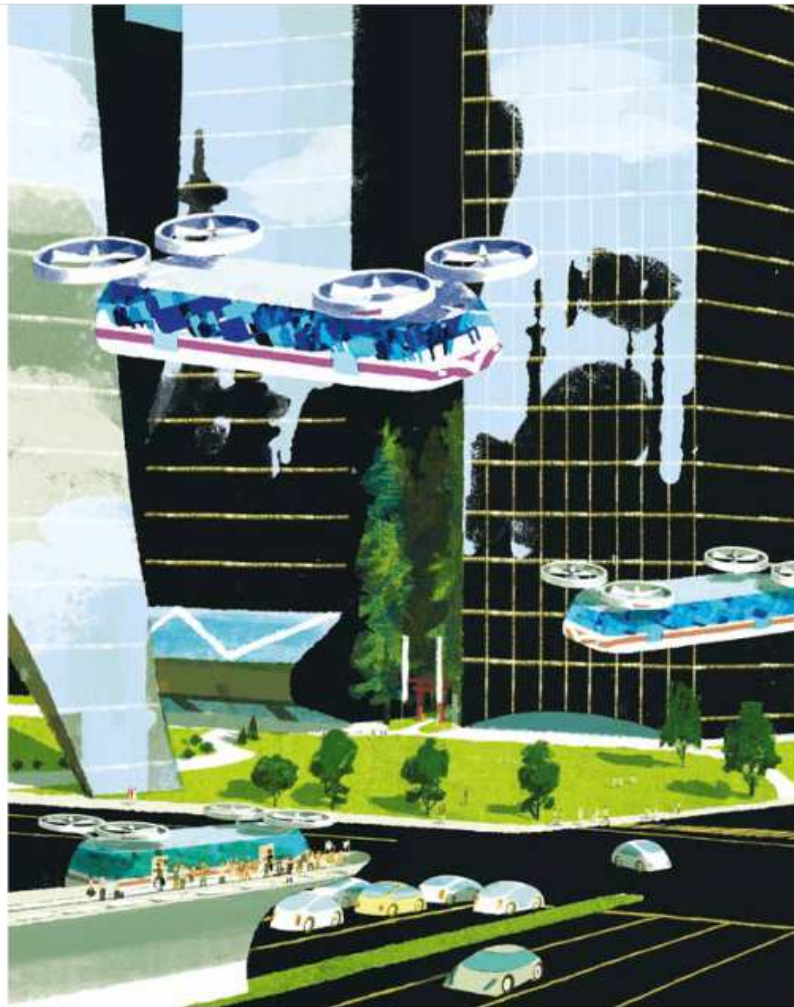
3. Favoriser une mobilité urbaine intelligente

Pour réussir la révolution du transport en ville, nous préconisons la poursuite du développement des transports collectifs en site propre, en synergie avec le vélo, le covoiturage, le développement des réseaux de bus express dans le périurbain, la limitation de l'étalement des villes. Le but : diviser par deux le recours aux véhicules particuliers en ville et autour des villes.

4. Redonner l'avantage au train

Donner la priorité au train pour le transport de passagers à moyenne distance, en particulier en améliorant les réseaux existants et en étendant les lignes à très grande vitesse (but : tripler le réseau des trains à grande vitesse).

La mobilité innove?: Le retour des voitures volantes



TATSURO KIUCHI

Quand je me projette en 2050, je pense évidemment aux véhicules volants !

Vu la popularité et le développement des drones aujourd'hui, il y a de fortes chances et toutes les eaux sales seront filtrées et réutilisées. Nous n'aurons pour que l'espace aérien soit occupé d'une manière ou d'une autre. Et ensuite je me demande quels véhicules cela peut bien concerner. Afin de ne pas encombrer le ciel, je pense qu'il sera réservé aux transports publics, sous la forme de grands bus volants.

Pulse-mag.com 18.2.2018

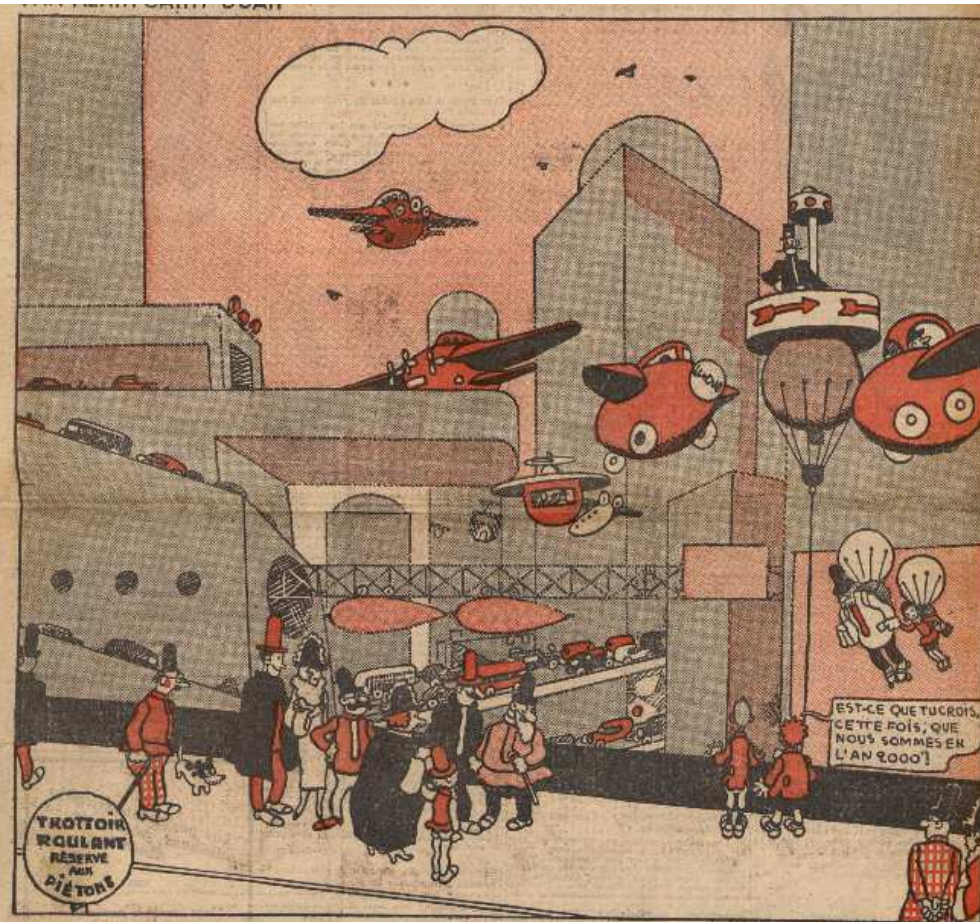
LES TRANSPORTS PUBLICS EN 2050



TIMO KUILDER

En 2050, je rêve que la plupart des transports publics soient électriques et durables. Beaucoup de gens seront en mesure de travailler à distance et auront de fait moins besoin de se déplacer au quotidien. La nature sera plus présente dans l'environnement autonomes et partagées. De larges bus, comparables à des trains, seront alimentés par les énergies solaire et éolienne. Leurs larges fenêtres pourront également servir d'écrans pour regarder un film ou trouver des renseignements.

La mobilité innove?: Le retour des voitures volantes



Zig et Puce en l'an 2000 (1933)

INTERVIEW

"LES GENS SOUS-ESTIMENT LES STARTUPS D'EUROPE DE L'EST"

Il suffit à l'Aeromobil d'une ligne droite de 200 m pour déployer des ailes et s'envoler. Sorti tout droit d'un film de science-fiction, l'engin mi-voiture, mi-avion peut alors couvrir une distance de 700 km, soit un trajet entre Lausanne et Copenhague. INTERVIEW PAR CLEMENT BURGE

TECHNOLOGISTE FABRIQUER UNE VOITURE VOLANTE. ÉTAIT-CE UN RÊVE D'ENFANT?

JURAJ VACULIK. Bien sûr! C'était celui de mon partenaire, Stefan Klein. Nous avons tous les deux grandi en Slovaquie communiste. Nous ne pouvions pas voyager librement et Stefan rêvait de découvrir le monde grâce à une voiture volante. Il a commencé à développer un premier prototype. Il y a 25 ans tout en travaillant dans l'industrie automobile. Il m'en a parlé un jour et je l'ai rejoint pour l'aider à réaliser ce rêve un peu fou.

QUELLES SONT LES RÉACTIONS QUAND VOUS PARLEZ DU PROJET?

J.V. Les gens pensaient que nous étions fous quand on leur parlait d'une voiture volante. Mais les choses ont commencé à changer en 2013, au lendemain du Congrès Aerotech de Montréal. Nous y avons dévoilé une vidéo dans laquelle ils ont découvert le premier modèle fonctionnel de l'Aeromobil en plein vol. Les gens étaient bluffés. L'industrie aéronautique nous a tout de suite montré davantage de respect.

COMMENT RENDRE UN TEL PROJET CRÉDIBLE AUX YEUX DES INVESTISSEURS?

J.V. Nous avons tout d'abord rassemblé une équipe



Juraj Vaculik, le CEO d'Aeromobil, rêve de voir sa voiture volante révolutionner le transport individuel.

composée d'experts de l'industrie aéronautique et automobile. Puis nous avons convaincu plusieurs stars, comme l'inventeur du Segway, Dean Kamen, de rejoindre notre conseil consultatif. Nous avons aussi établi des partenariats avec des entreprises et des universités.

QUAND COMPTEZ-VOUS COMMERCIALISER L'AEROMOBIL?

J.V. Nous voulons vendre nos premiers modèles en 2017 déjà. Le prix oscillera entre celui d'une super-voiture et celui d'un petit avion. Cela s'adressera à une clientèle

de passionnés d'automobiles et d'aviation. Mais sur le long terme, les économies d'échelle devraient permettre de réduire ce prix. Et je pense que l'économie partagée va permettre à tout le monde, non pas d'en posséder une, mais de l'utiliser. Déjà aujourd'hui, une voiture est perçue comme un encombrement. Certains préfèrent partager leurs moyens de transport.

EST-CE QUE LANCER UNE STARTUP EN EUROPE DE L'EST EST UN AVANTAGE OU UN INCONVÉNIENT?

J.V. Beaucoup nous sous-estiment à cause de ça. Mais ils

sont souvent surpris quand ils voient la qualité de notre projet. Pour Aeromobil, être en Slovaquie est un énorme avantage. Le pays est l'un des plus grands producteurs automobiles de la planète. Nous bénéficions de cette tradition et d'une grande expertise. Et si les Américains ont la majorité des parts de marché de l'innovation, ils n'en ont pas le monopole. C'est même Peter Thiel, le fondateur de PayPal, qui l'a dit: «Nous rêvions de voitures volantes. A la place, nous avons eu 140 caractères.» Aujourd'hui, c'est nous, les Slovaques, qui sommes en train de concrétiser ce rêve. ■



ÉCOLE POLYTECHNIQUE
FÉDÉRALE DE LAUSANNE



Villes et Transports

Cours réalisé avec le support de **citec**

EPFL
Génie Civil

Responsable du cours:
Franco Tufo, Ingénieur Transports EPFL
franco.tufo@epfl.ch et franco.tufo@citec.ch ■