

# Les enjeux environnementaux de la mobilité

**Jérôme Perrin**

DREAM - Direction de la Recherche, des Etudes Avancées, et des Matériaux  
Directeur des Projets Avancés « CO<sub>2</sub>, Energie, Environnement »

# La mobilité

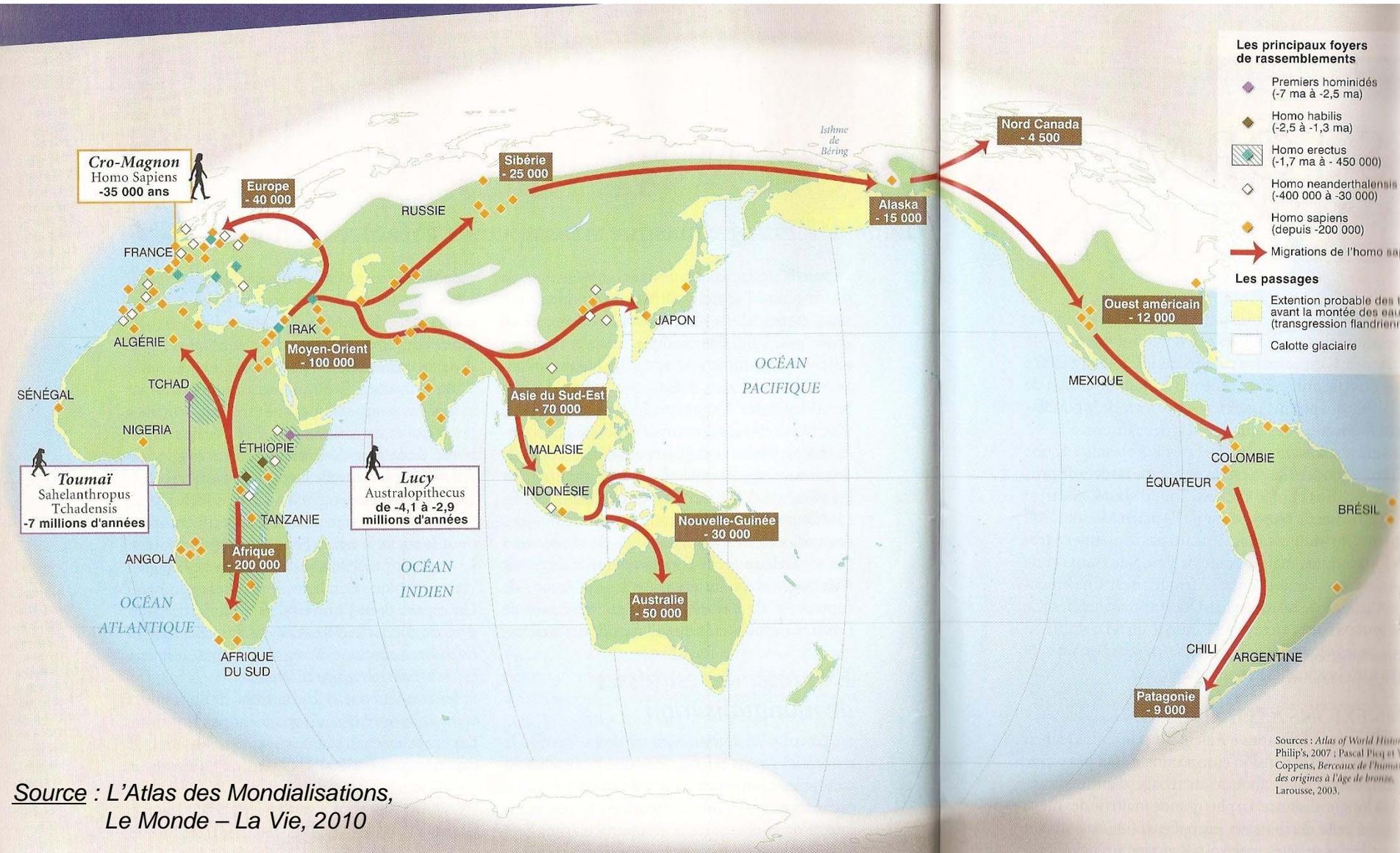
- Une aspiration irrépressible de l'humanité
- Vitesse et énergie
- Un coût environnemental et social
- Des signes de changement
- Un bouquet de technologies
- Le véhicule électrique comme nouveau paradigme
- De l'automobile ... à la mobilité multimodale

# Homo, erectus, sapiens ...

## et homo-mobilis (G. Amar)

- L'homme est appelé à la mobilité
- L'histoire des hommes est une histoire de « loco- motion » guidée par différentes aspirations et causes
  - Curiosité
    - exploration et découverte
  - Esthétique, connaissance et spiritualité
    - échanges culturels, scientifiques et religieux
  - Envie, pouvoir
    - échanges commerciaux, conquête et domination
  - Nécessité
    - migration pour raison économique ou pour fuir une persécution politique ou religieuse
- Le Seigneur dit à Abraham : *« Quitte ton pays, ta parenté, la maison de ton père, pour le pays que je t'indiquerai. Je ferai de toi un grand peuple, je te bénirai, je magnifierai ton nom; sois une bénédiction »* (Gen 12,1-2)

# Mobilité d'expansion : la longue marche de l'homme

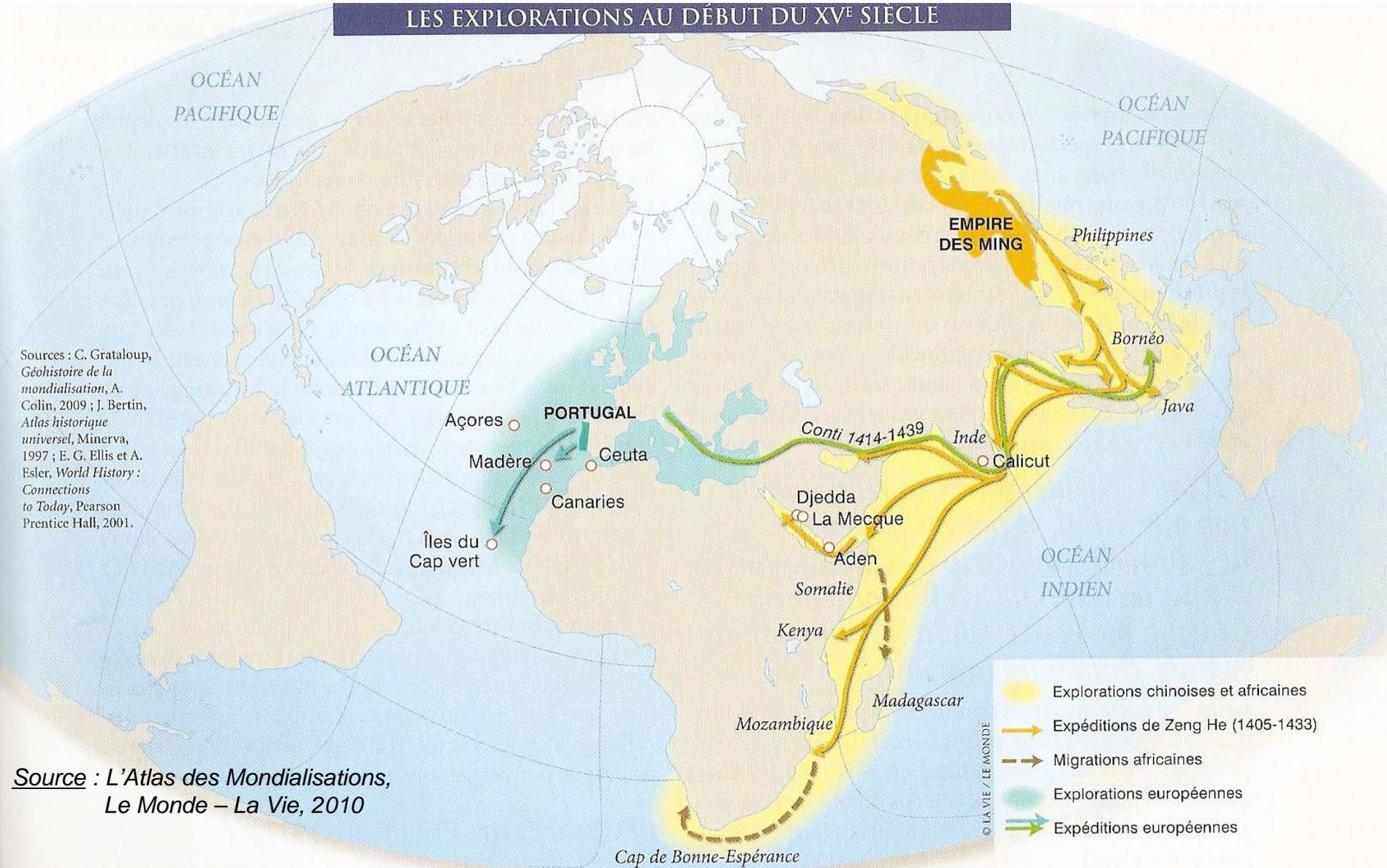


Sources : Atlas of World History Philip's, 2007 ; Pascal Picq et Y Coppens, *Berceaux de l'humanité des origines à l'âge de bronze*, Larousse, 2003.

Source : L'Atlas des Mondialisations, Le Monde – La Vie, 2010

# Mobilité d'exploration : découvertes et expéditions

## LES EXPLORATIONS AU DÉBUT DU XV<sup>E</sup> SIÈCLE



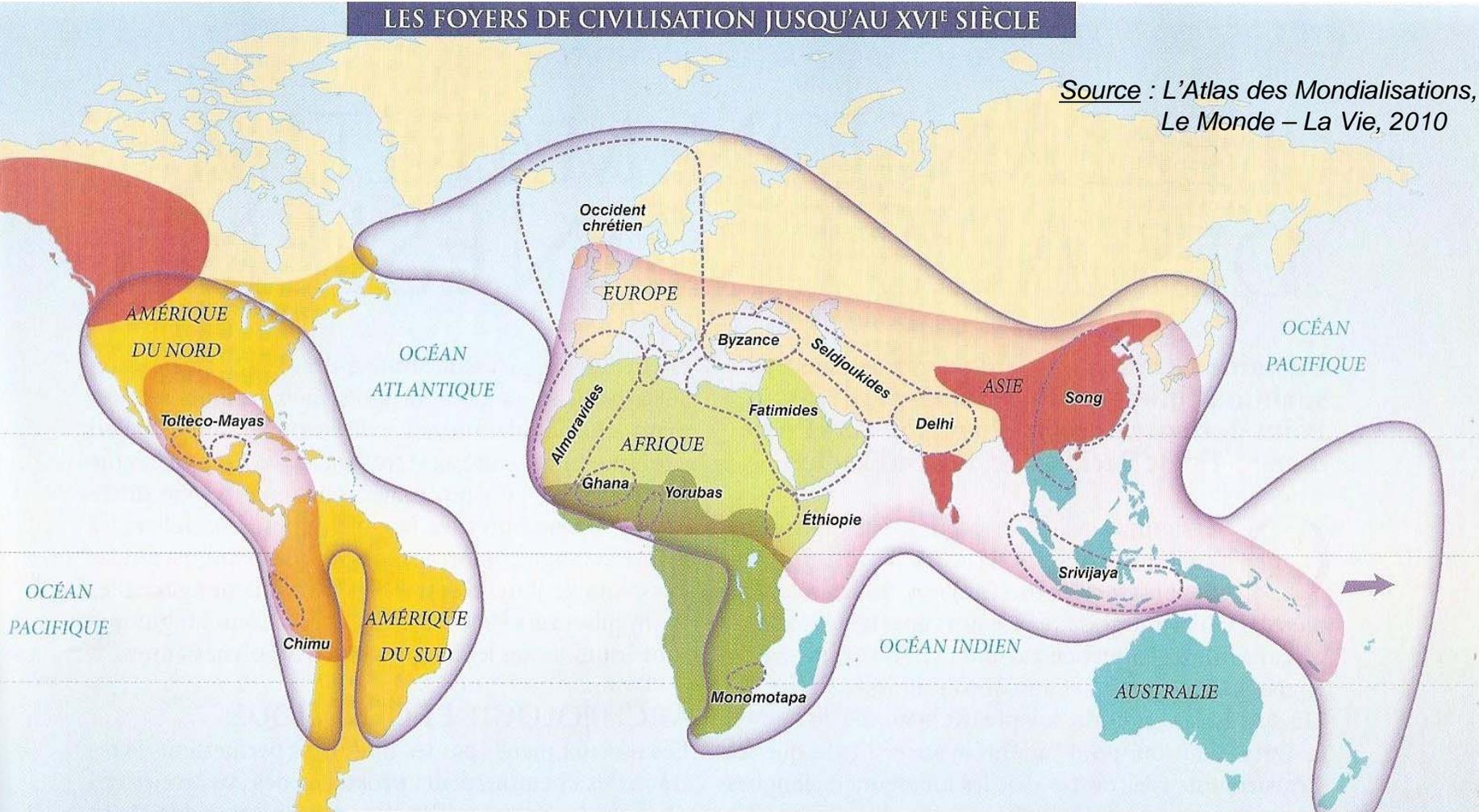
Sources : C. Grataloup, *Géohistoire de la mondialisation*, A. Colin, 2009 ; J. Bertin, *Atlas historique universel*, Minerva, 1997 ; E. G. Ellis et A. Esler, *World History : Connections to Today*, Pearson Prentice Hall, 2001.

Source : *L'Atlas des Mondialisations, Le Monde – La Vie, 2010*

# Mobilité de civilisation : échanges culturels et religieux

## LES FOYERS DE CIVILISATION JUSQU'AU XVI<sup>E</sup> SIÈCLE

Source : *L'Atlas des Mondialisations, Le Monde – La Vie, 2010*



### L'interconnexion généralisée des foyers de civilisation

- Diffusion des foyers de civilisation au II<sup>e</sup> millénaire av. J.-C.
- Diffusion des foyers de civilisation de 500 av. J.-C. à 1500
- Principales civilisations de 500 av. J.-C. à 1500
- Axe de diffusion

### Les macro-familles de langues avant le XVI<sup>e</sup> siècle

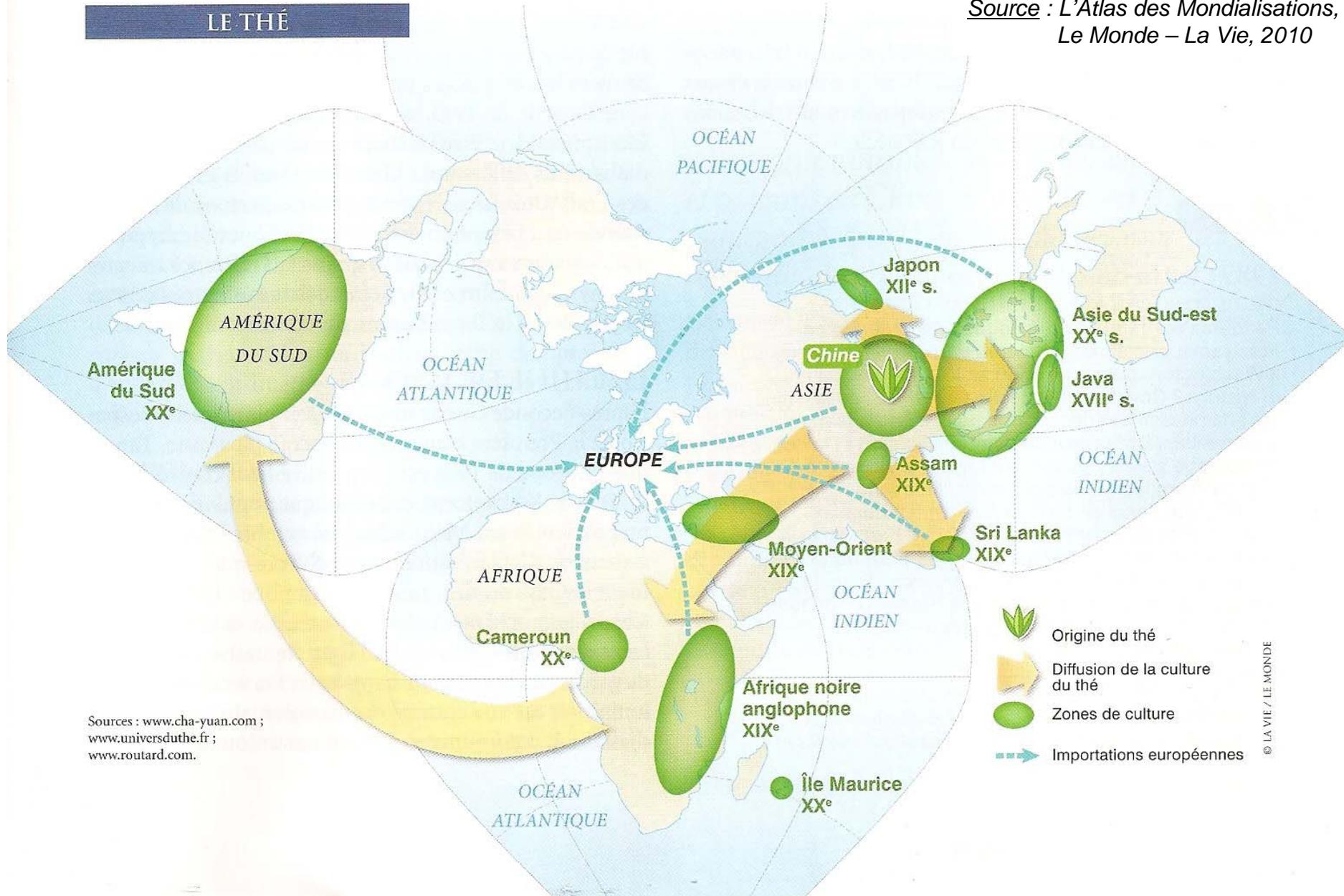
- Euro-Asiatique
- Afro-Asiatique
- Sud-Saharien
- Déné-Caucasien
- Austrique
- Amérinde

Source : R. Breton, K. Mazoyer et J.-A. Fishman, *Atlas des langues du monde*, Autrement, 2003.

# Mobilité commerciale

## LE THÉ

Source : *L'Atlas des Mondialisations, Le Monde – La Vie, 2010*



Sources : [www.cha-yuan.com](http://www.cha-yuan.com) ;  
[www.universduthé.fr](http://www.universduthé.fr) ;  
[www.routard.com](http://www.routard.com).

# Mobilité de colonisation : domination politique, économique et culturelle

L'HÉGÉMONIE EUROPÉENNE DU XV<sup>E</sup> AU MILIEU DU XX<sup>E</sup> SIÈCLE

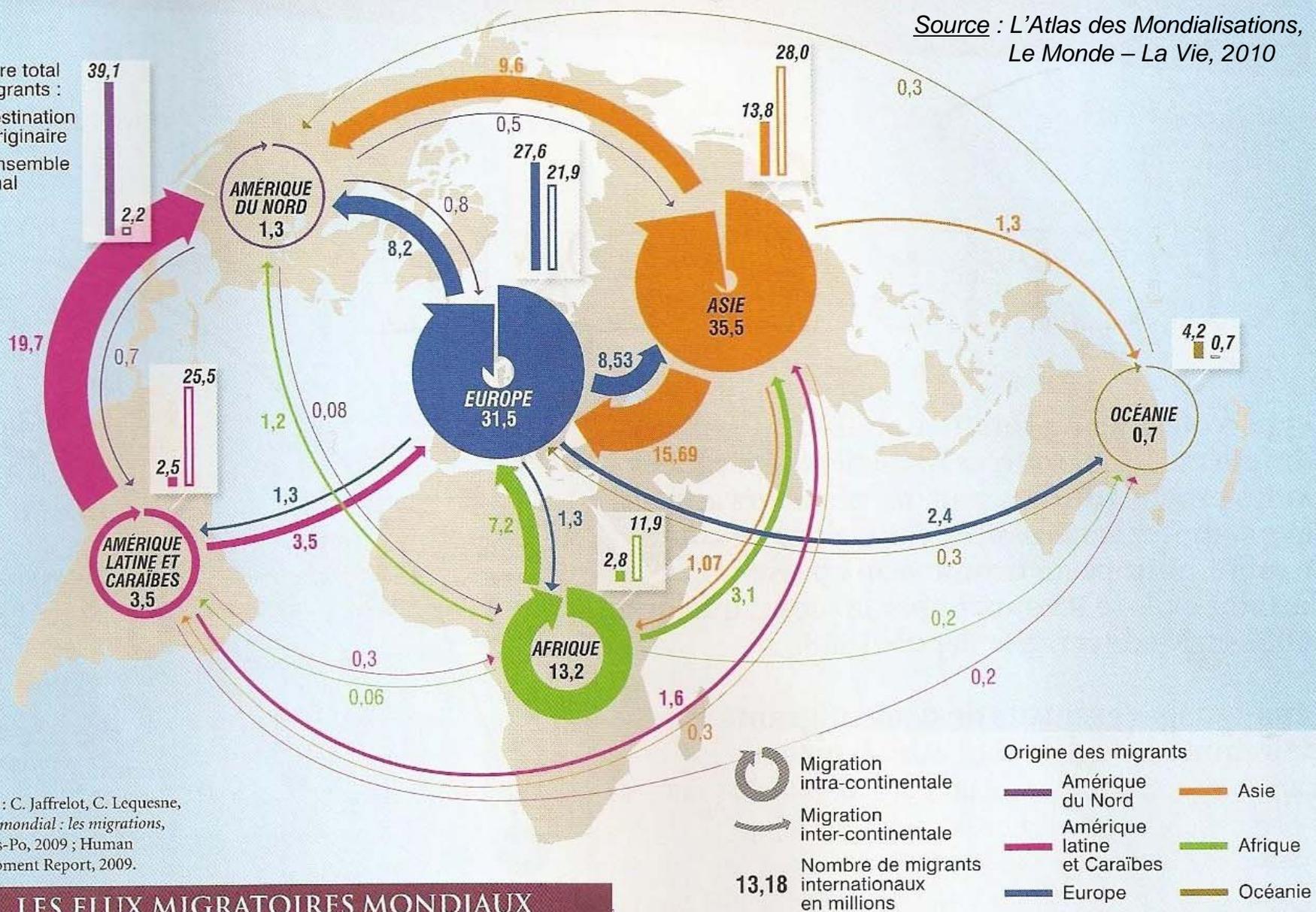


Source : *L'Atlas des Mondialisations, Le Monde – La Vie, 2010*

# Mobilité de migrations par nécessité économique, ou pour fuir des persécutions politiques ou religieuses

Source : L'Atlas des Mondialisations, Le Monde – La Vie, 2010

Nombre total de migrants :  
 ■ à destination  
 □ et originaire  
 de l'ensemble régional



Sources : C. Jaffrelot, C. Lequesne, L'Enjeu mondial : les migrations, Sciences-Po, 2009 ; Human Development Report, 2009.

# Le raccourcissement des temps de transport en France au XIXème siècle



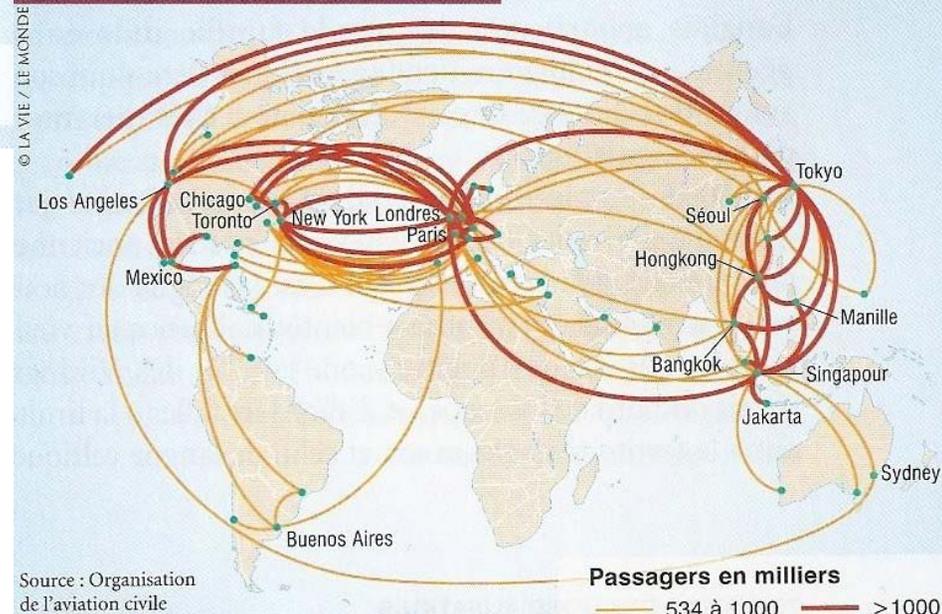
Source : *L'Atlas des Mondialisations, Le Monde – La Vie, 2010*

# Des transports de plus en plus rapides

## LES FLUX AÉRIENS EN 1981...



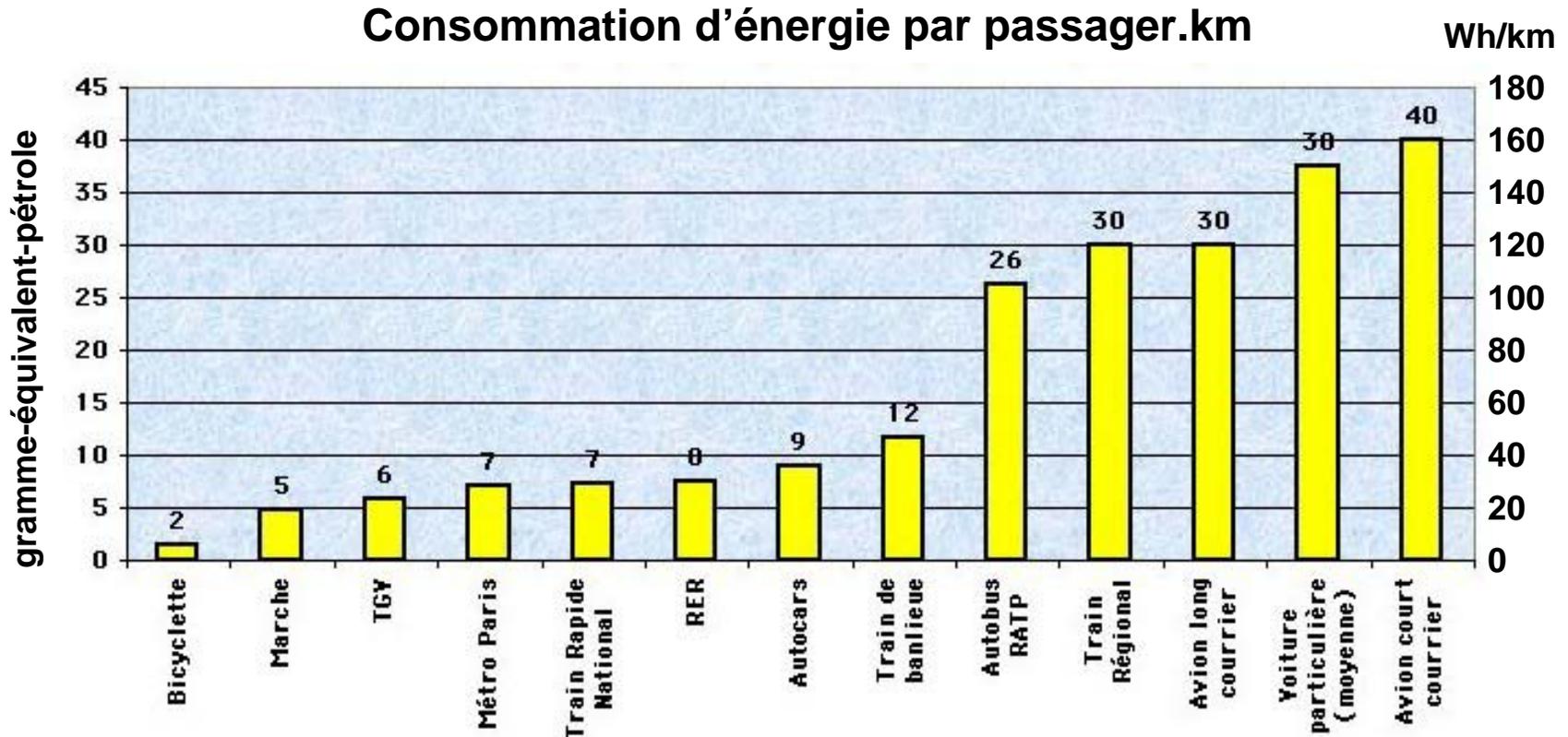
## ... ET EN 2000



Source : L'Atlas des Mondialisations, Le Monde – La Vie, 2010

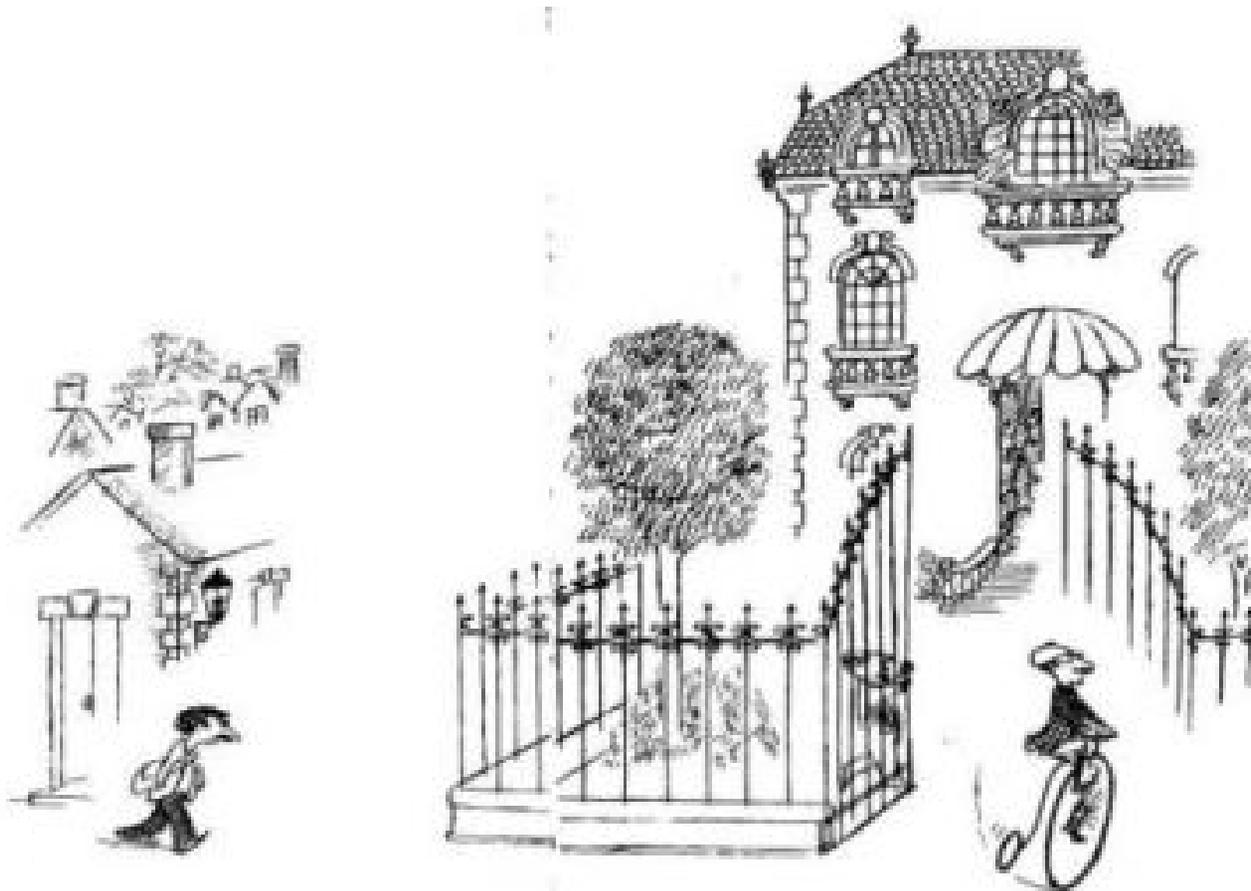
Source : Organisation de l'aviation civile internationale.

# Une vitesse et une intensité énergétique croissantes mais variables suivant le moyen de locomotion et le contexte



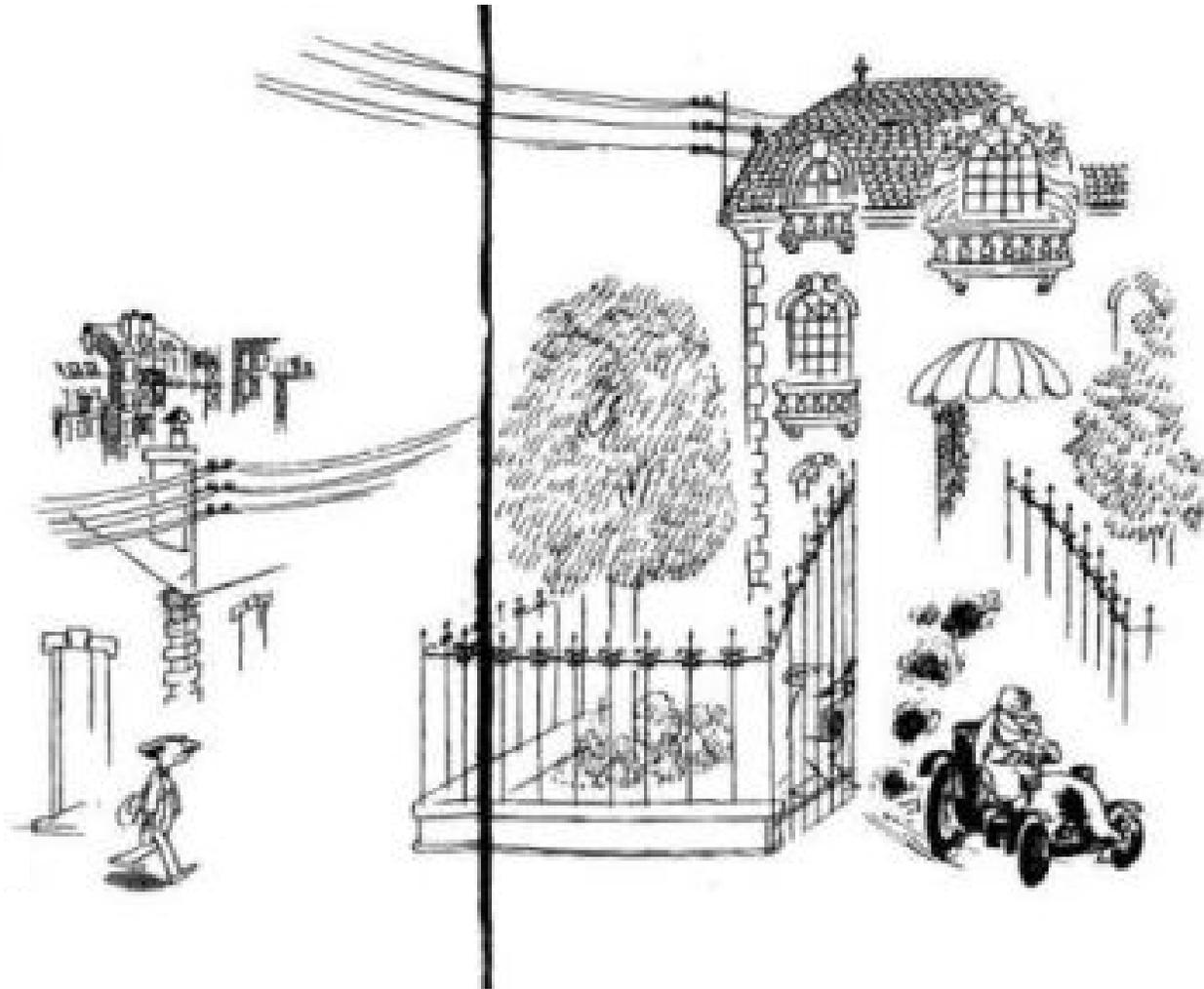
Source : Manicore : [www.manicore.com](http://www.manicore.com), d'après ADEME, Observatoire de l'Energie, INRETS,

# Brève histoire sociale de la mobilité (1/5)



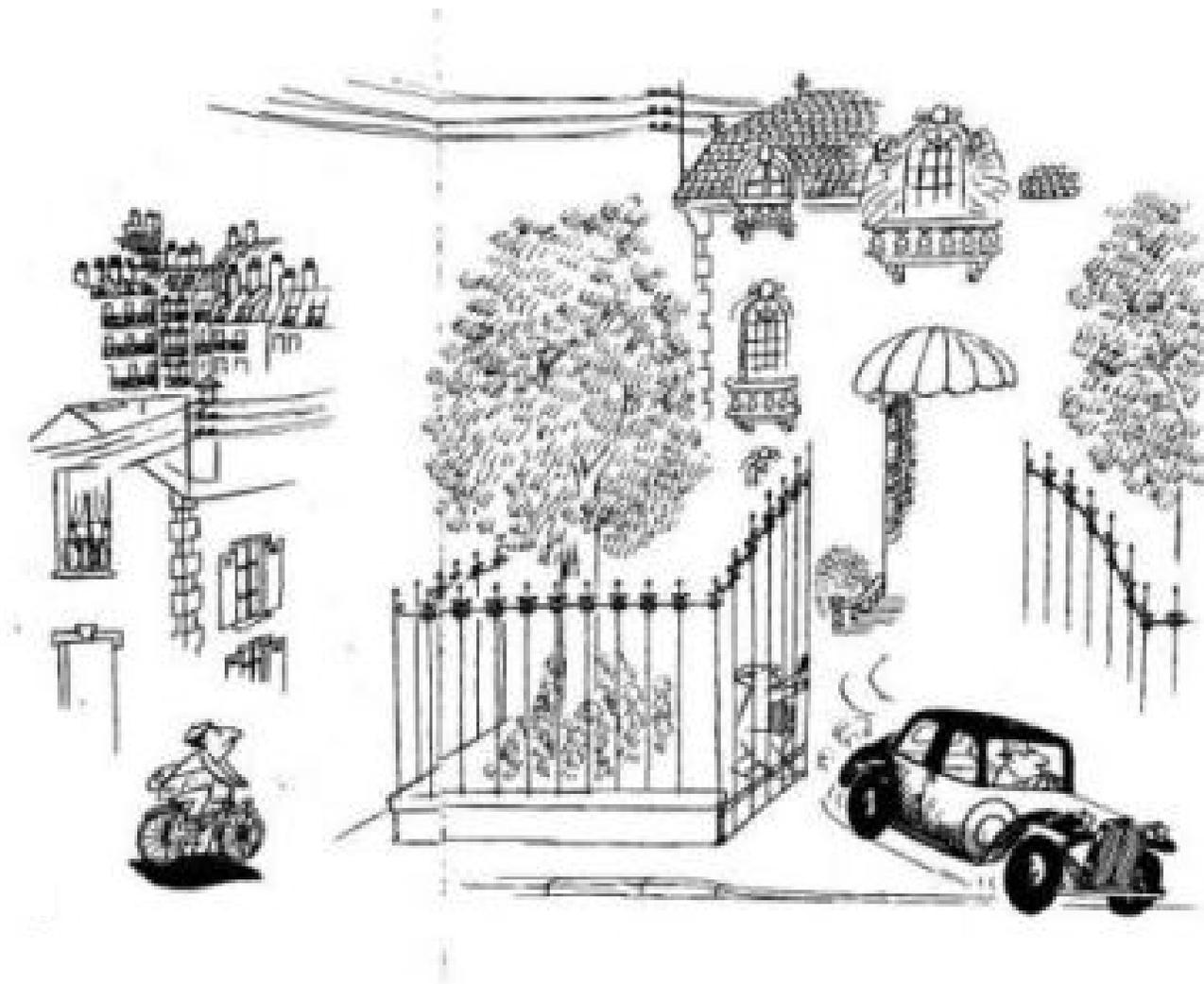
*Extrait de l'ouvrage « Rien n'est simple » par Sempé, paru en 1962*

# Brève histoire sociale de la mobilité (2/5)



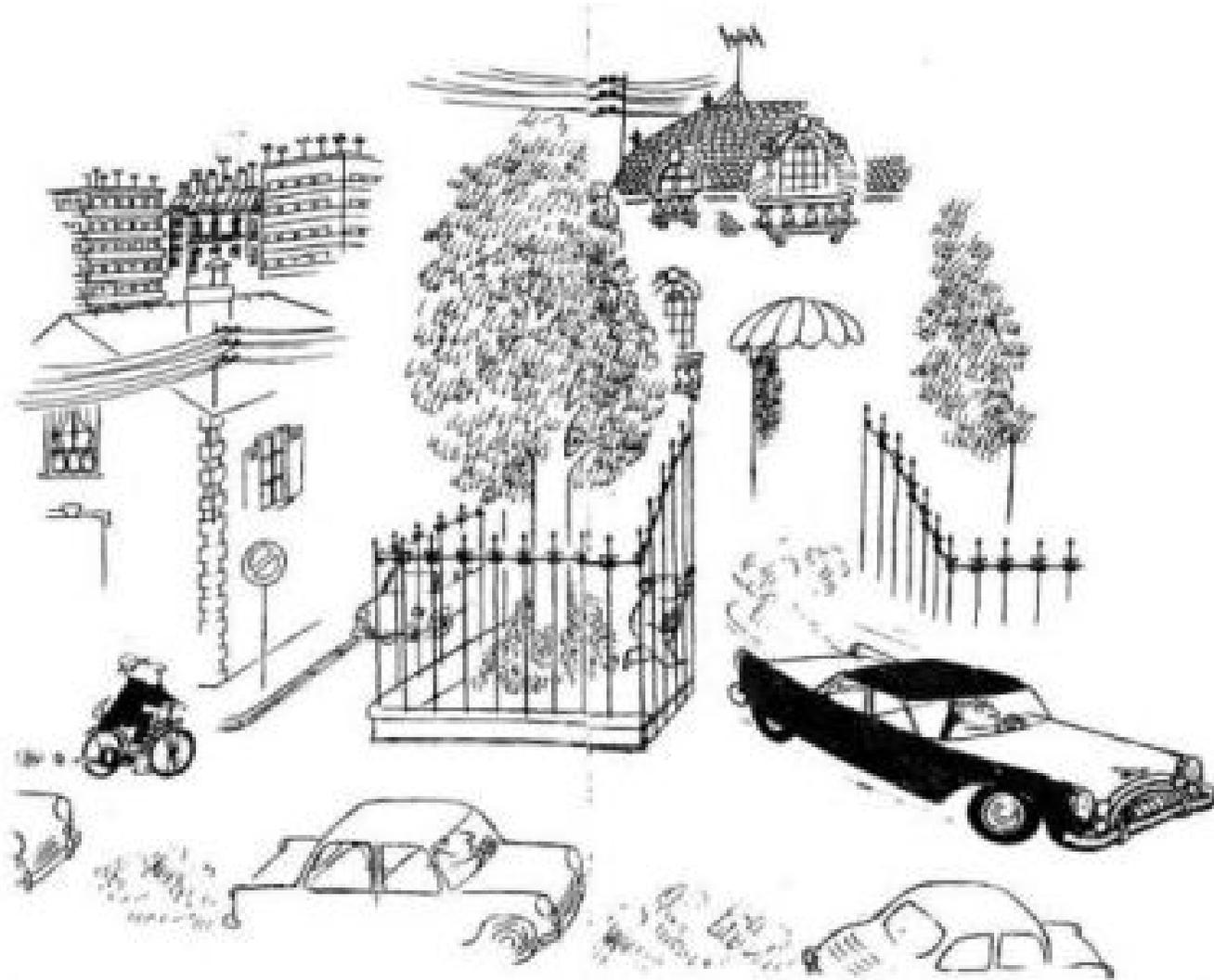
*Extrait de l'ouvrage « Rien n'est simple » par Sempé, paru en 1962*

# Brève histoire sociale de la mobilité (3/5)



*Extrait de l'ouvrage « Rien n'est simple » par Sempé, paru en 1962*

# Brève histoire sociale de la mobilité (4/5)



*Extrait de l'ouvrage « Rien n'est simple » par Sempé, paru en 1962*

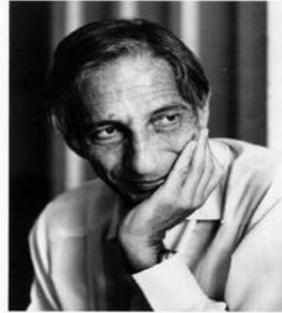
# Brève histoire sociale de la mobilité (5/5)



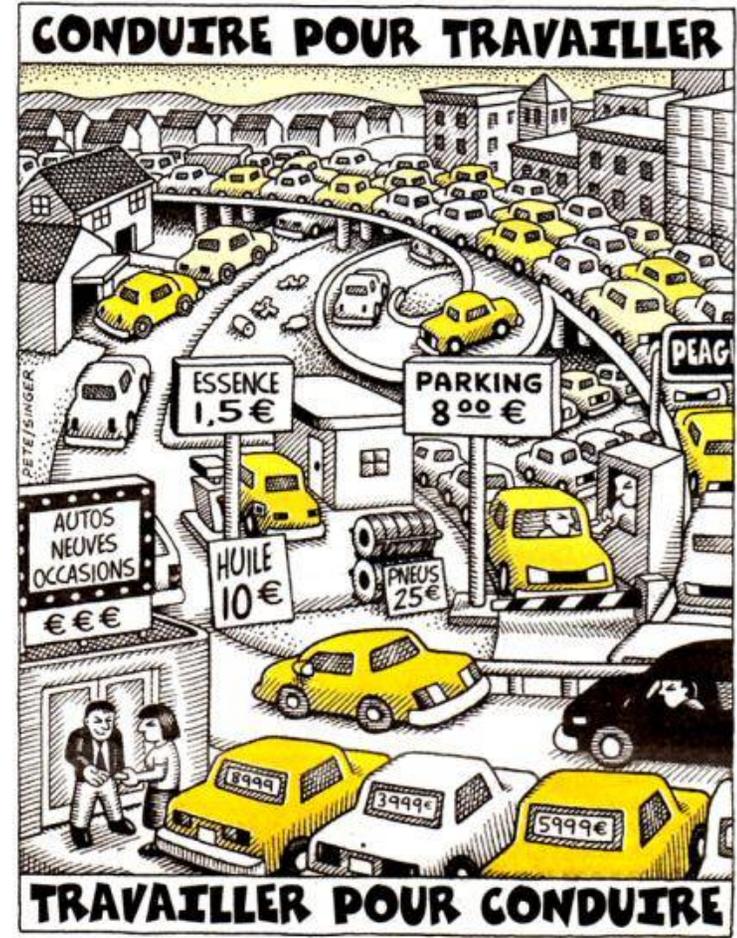
*Extrait de l'ouvrage « Rien n'est simple » par Sempé, paru en 1962*

# Travailler pour conduire ?

Ivan Illich, dans Energie et équité, 1973, avait déjà montré que la voiture particulière accapare tellement de temps d'un individu pour couvrir, par les gains de son travail, les dépenses afférentes que sa mobilité réelle est celle de la marche à pied



- « L'Américain moyen consacre plus de mille six cents heures par an à sa voiture. Il y est assis, qu'elle soit en marche ou à l'arrêt; il la gare ou cherche à le faire; il travaille pour payer le premier versement comptant ou les traites mensuelles, l'essence, les péages, l'assurance, les impôts et les contraventions. De ses seize heures de veille chaque jour, il en donne quatre à sa voiture, qu'il l'utilise ou qu'il gagne les moyens de le faire. »
- « S'il exerce une activité professionnelle, l'Américain moyen dépense mille six cents heures chaque année pour parcourir dix mille kilomètres; cela représente à peine 6 kilomètres à l'heure. Dans un pays dépourvu d'industrie de la circulation, les gens atteignent la même vitesse, mais ils vont où ils veulent à pied, en y consacrant non plus 28 %, mais seulement 3 à 8 % du budget-temps social. »



# Les risques de l'hypermobilité

**John Adams**, géographe anglais a proposé le concept « d'hypermobilité » sur les conséquences sociales de la voiture : <http://john-adams.co.uk>

Selon Adams, la voiture participe à l'éclatement de la ville, et la dissociation dans l'espace des diverses fonctions sociales et économiques induit la dépendance à l'automobile. Plus nous sommes mobiles, *plus la ville et la société se distend et plus nous avons besoin d'être mobiles.*

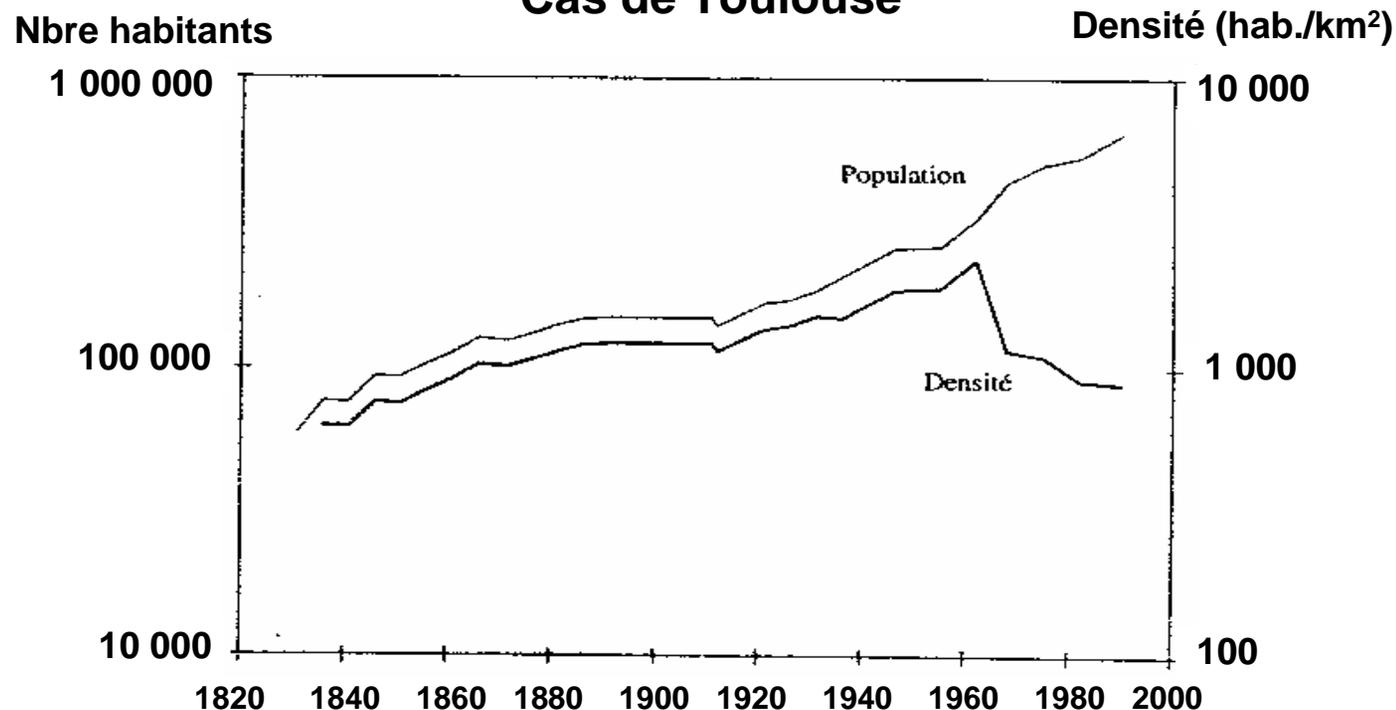
## « **The hypermobile society will be**

- **more dispersed** : the process of suburban sprawl will continue ..
- **more polarized** : growing gap between the mobility-rich and the mobility have-nots ...
- **more dangerous** : as traffic increases, fewer people try to cross the street ...
- **more hostile to children** : the social catalyst of children playing in the street will disappear
- **fatter and less fit** : as functional walking and cycling recede ...
- **less culturally varied** : the triumph of Fordist efficiency now characterizes mass tourism
- **more anonymous and less convivial** : To the wealthy, the poor are often invisible; because of the height and speed at which they travel ...
- **more crime ridden** : people, especially women, retreat from areas where they feel threatened, especially the streets and public transport, and growing numbers of motorists travel with their doors locked ...
- **less democratic** : as we spread ourselves ever wider and thinner in our social and economic activities the geographical scope of political authority must expand in order to keep up with the growing size of the problems that require governing »



# Etalement urbain et diminution de la densité de population

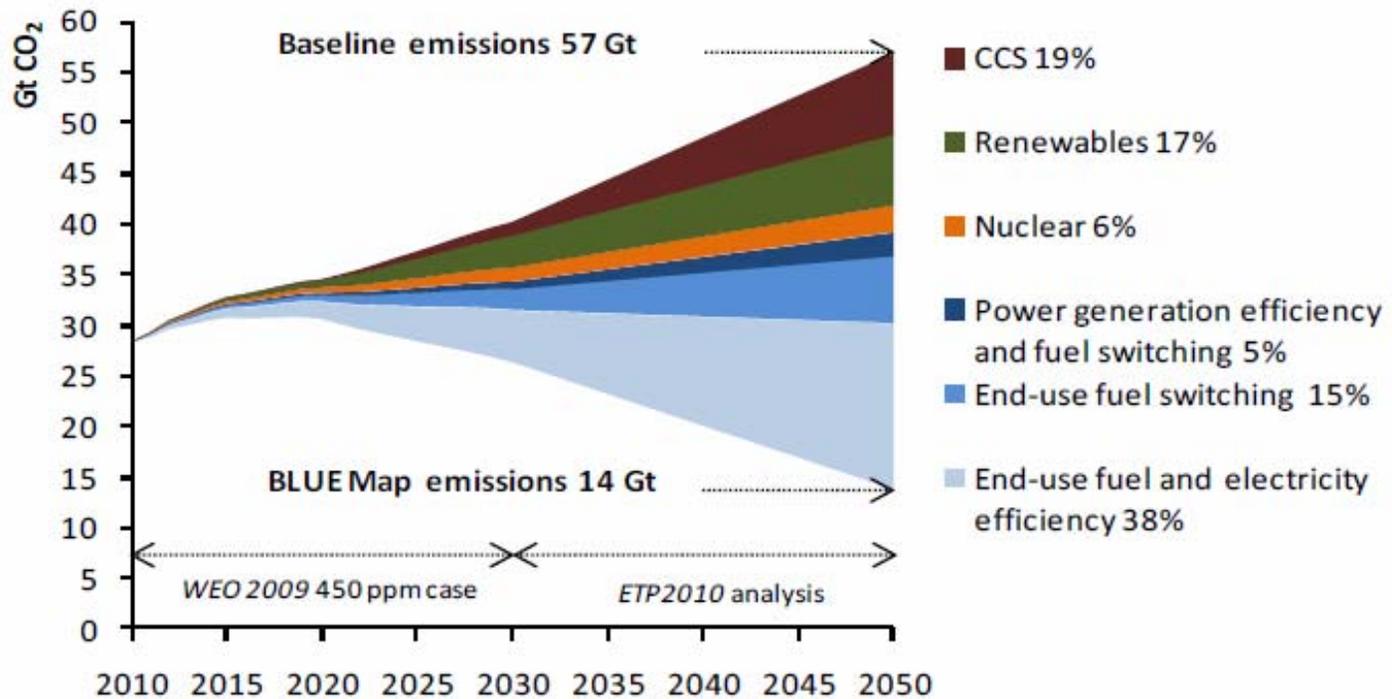
## Le retournement de l'évolution des densités urbaines Cas de Toulouse



*Source: Fichier INED de l'urbanisation. Population et densité sont calculés dans les limites de l'agglomération (unité urbaine) à chaque étape*

# Réduire les émissions de CO<sub>2</sub> : une obligation pour faire face au changement climatique

## Key technologies for reducing global CO<sub>2</sub> emissions



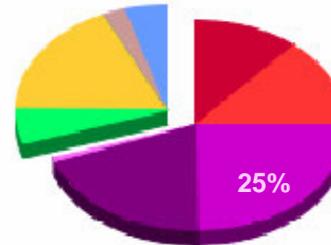
A wide range of technologies will be necessary to reduce energy-related CO<sub>2</sub> emissions substantially.



# Emissions de GES par secteur : France / Europe / USA

## France

Sector	MtCO2	%
Energy	391.3	70.7
Electricity & Heat	63.3	11.4
Manufacturing & Construction	76.6	13.8
Transportation	139.1	25.1
Other Fuel Combustion	107.9	19.5
Fugitive Emissions	4.5	0.8
Industrial Processes	29.1	5.3
Agriculture	100.2	10.1
Land-Use Change & Forestry	-6.2	-1.1
Waste	13.7	2.5
International Bunkers	25.3	4.6
<b>Total</b>	<b>553.1</b>	

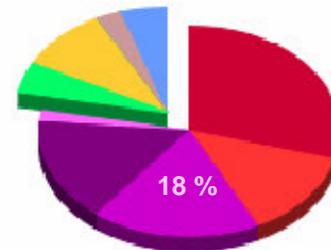


année 2000

\* Represents shares of total emissions excluding LUCF.

## European Union (25)

Sector	MtCO2	%
Energy	3,878.5	78.4
Electricity & Heat	1,459.6	29.5
Manufacturing & Construction	658.0	13.3
Transportation	887.9	18.0
Other Fuel Combustion	785.4	15.9
Fugitive Emissions	87.6	1.8
Industrial Processes	223.4	4.5
Agriculture	477.3	9.7
Land-Use Change & Forestry	-20.9	-0.4
Waste	136.6	2.8
International Bunkers	250.0	5.1
<b>Total</b>	<b>4,945.0</b>	



\* Represents shares of total emissions excluding LUCF.

## United States of America

Sector	MtCO2	%
Energy	6,005.5	90.2
Electricity & Heat	2,670.6	40.1
Manufacturing & Construction	657.9	9.9
Transportation	1,719.9	25.8
Other Fuel Combustion	723.6	10.9
Fugitive Emissions	233.5	3.5
Industrial Processes	198.4	3.0
Agriculture	409.9	7.1
Land-Use Change & Forestry	-402.8	-6.0
Waste	243.3	3.7
International Bunkers	146.4	2.2
<b>Total</b>	<b>6,660.6</b>	



\* Represents shares of total emissions excluding LUCF.

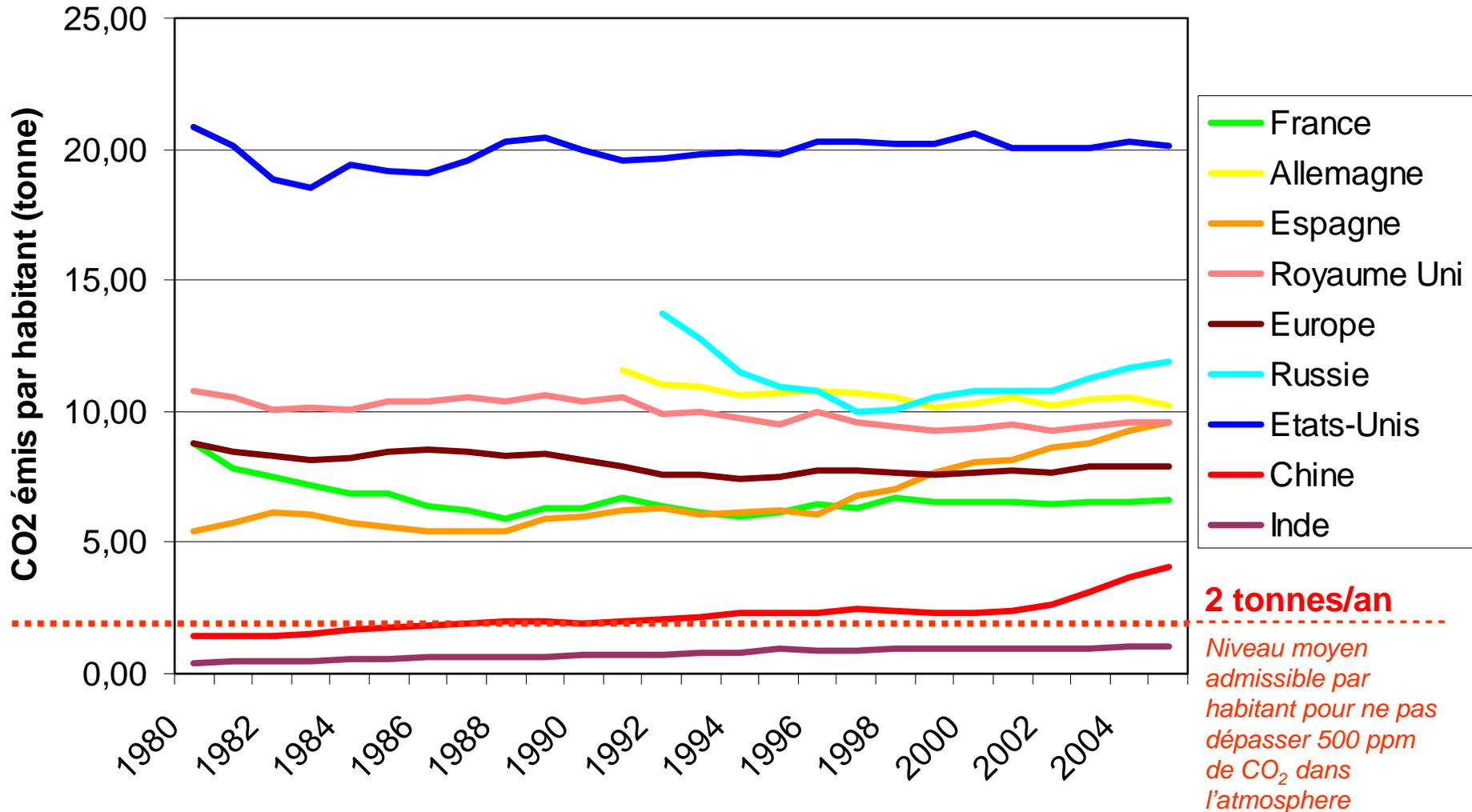
Source : <http://cait.wri.org>

CHANGEONS DE VIE  
CHANGEONS L'AUTOMOBILE



# Emissions de gaz à effet de serre (GES) par habitant

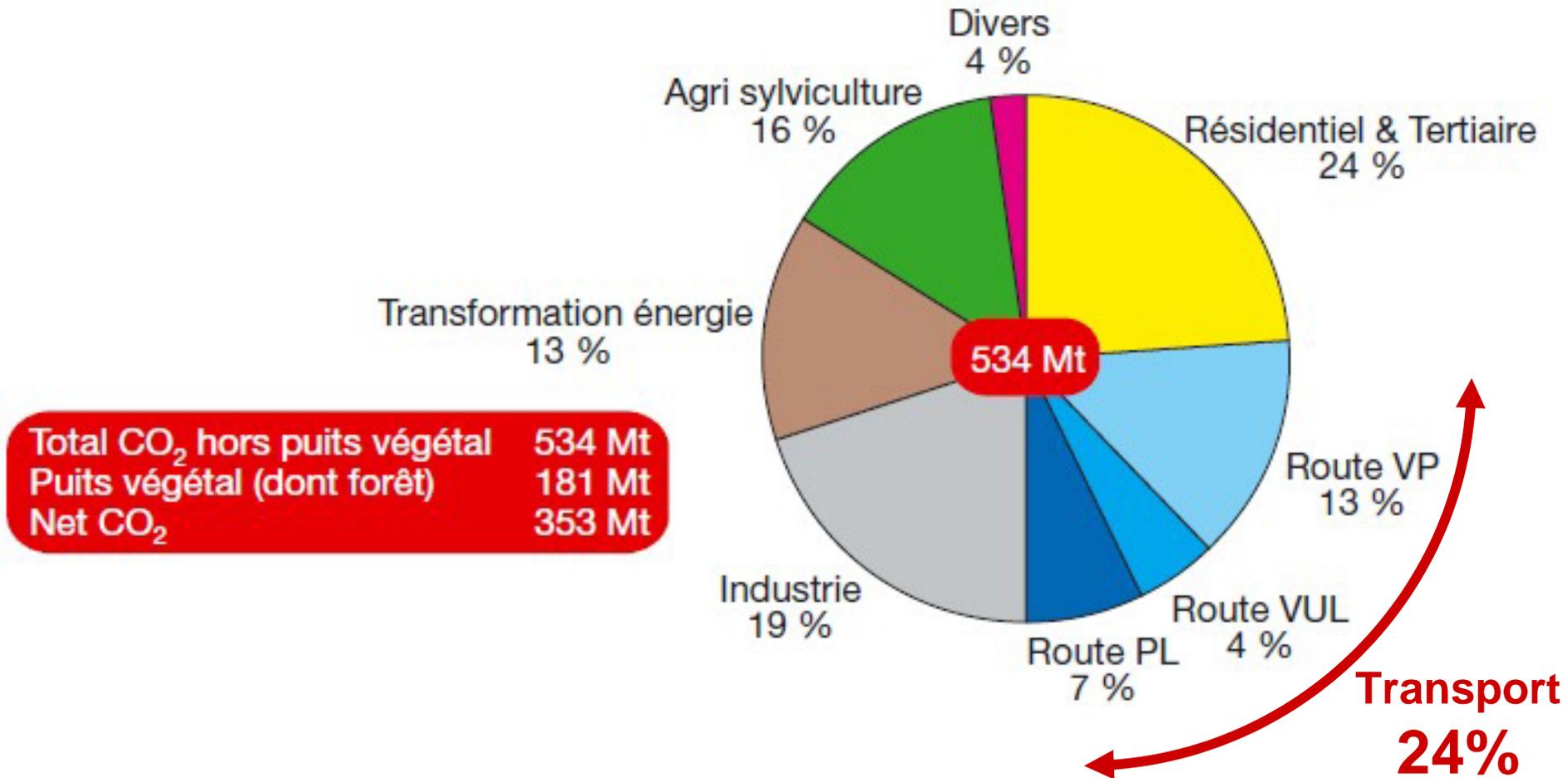
Tonnes de CO<sub>2</sub> émises par habitant (hors émissions naturelles)



**2 tonnes/an**

*Niveau moyen admissible par habitant pour ne pas dépasser 500 ppm de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère*

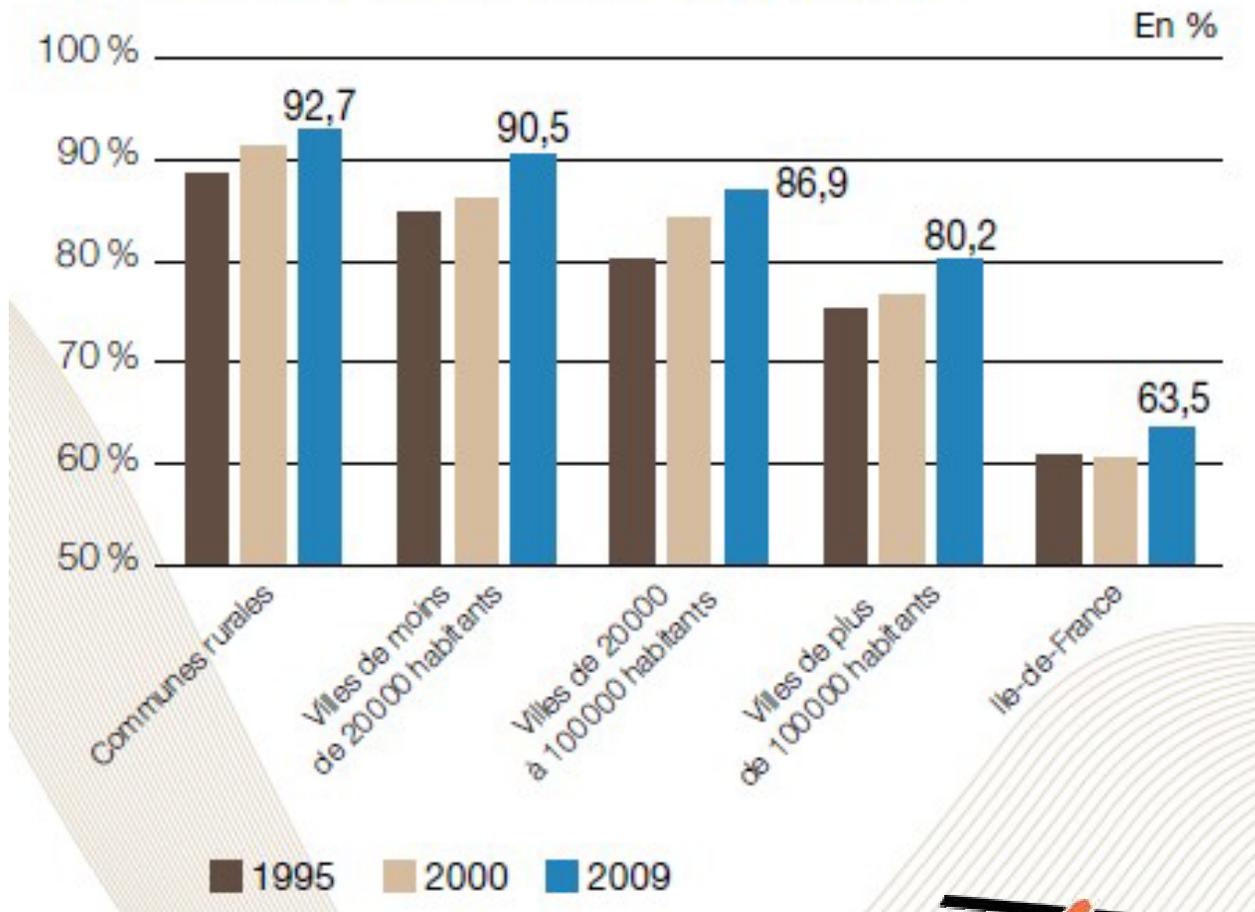
# Emissions de CO2 en France par secteur en 2004



Source : CITEPA 2006, [www.citepa.org](http://www.citepa.org)

# Un taux de motorisation toujours croissant

## LES TAUX DE MOTORISATION SELON LA CATÉGORIE DE COMMUNE



Source : [www.ccf.fr](http://www.ccf.fr)

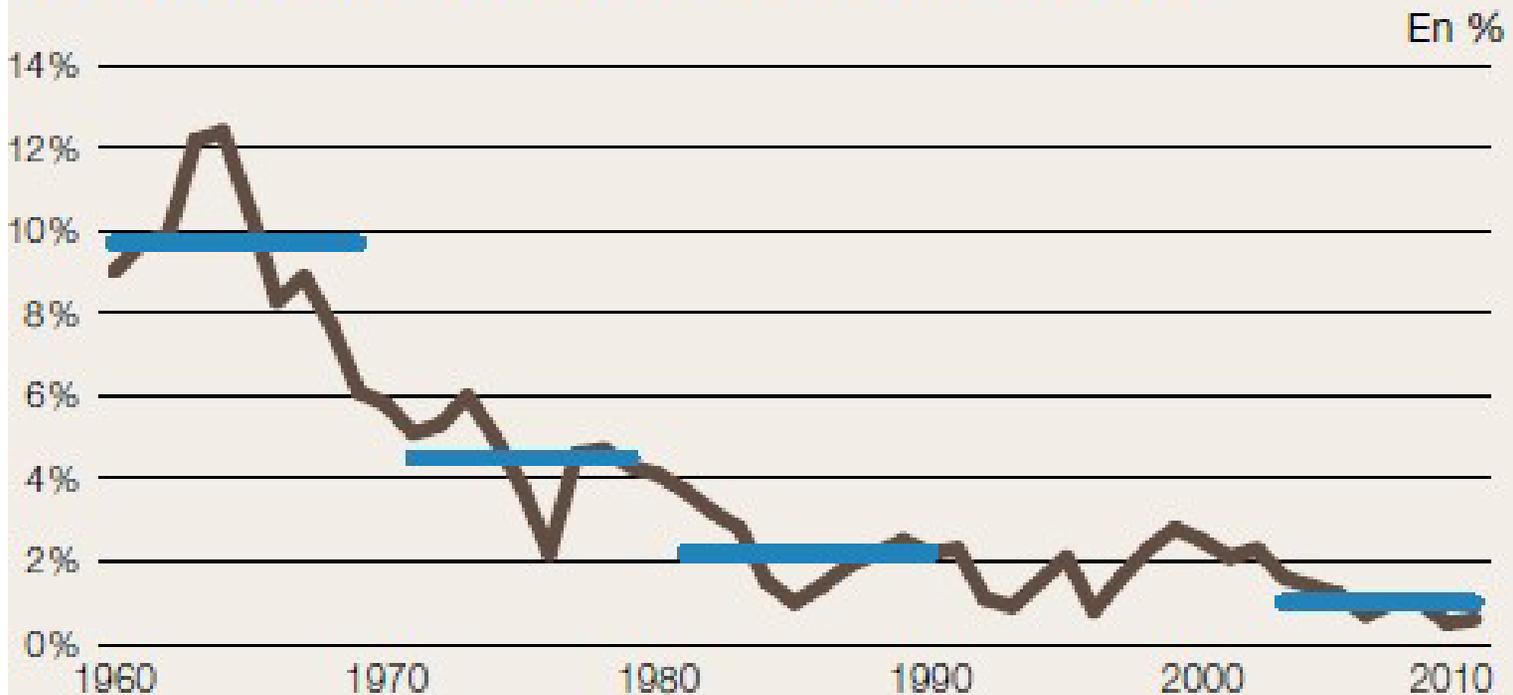
Le taux de motorisation est le pourcentage des ménages disposant d'une voiture au moins

En 2009

- 83% des ménages disposaient d'au moins une voiture
- 36% étaient multimotorisés

# Mais un taux de croissance évanescent

## TAUX DE CROISSANCE ANNUEL DU PARC DE VOITURES PARTICULIÈRES EN FRANCE



Source : CCFA.

Source : [www.ccfa.fr](http://www.ccfa.fr)

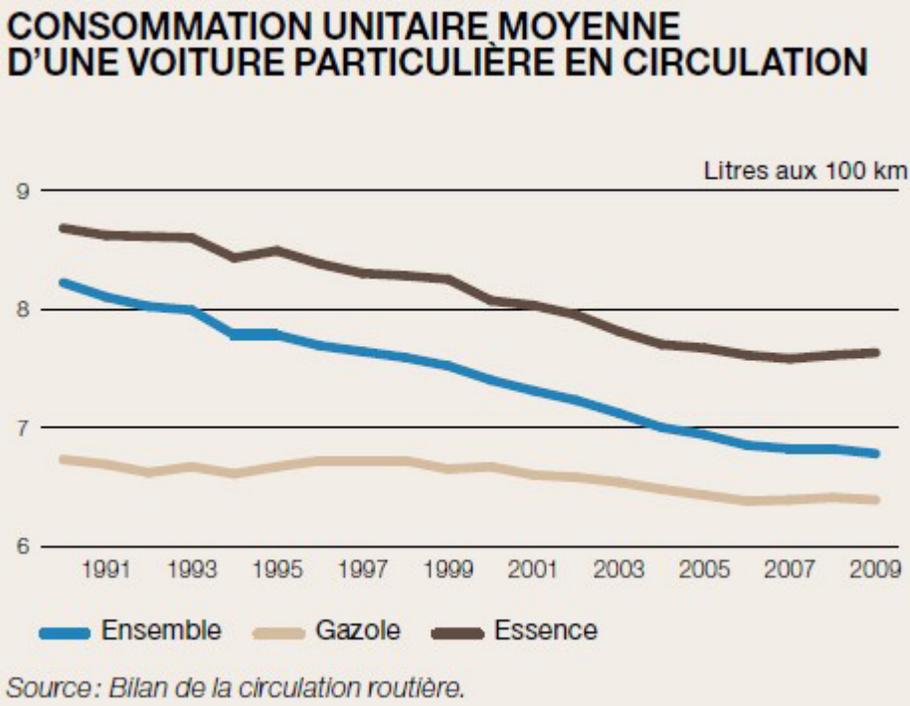


Jérôme PERRIN

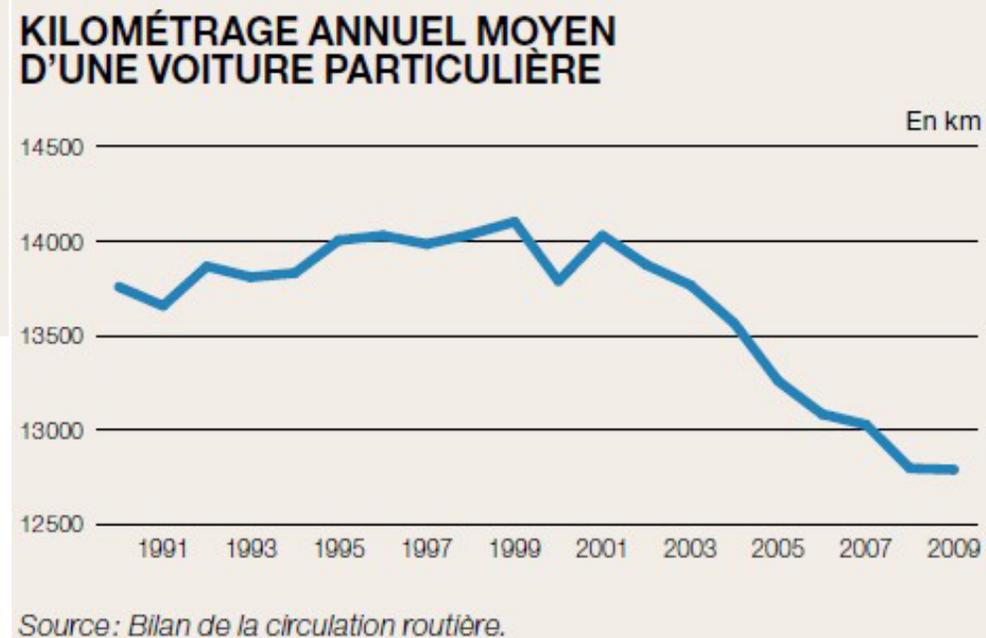
CHANGEONS DE VIE  
CHANGEONS L'AUTOMOBILE



# Une consommation unitaire moyenne en diminution et un usage moins intensif

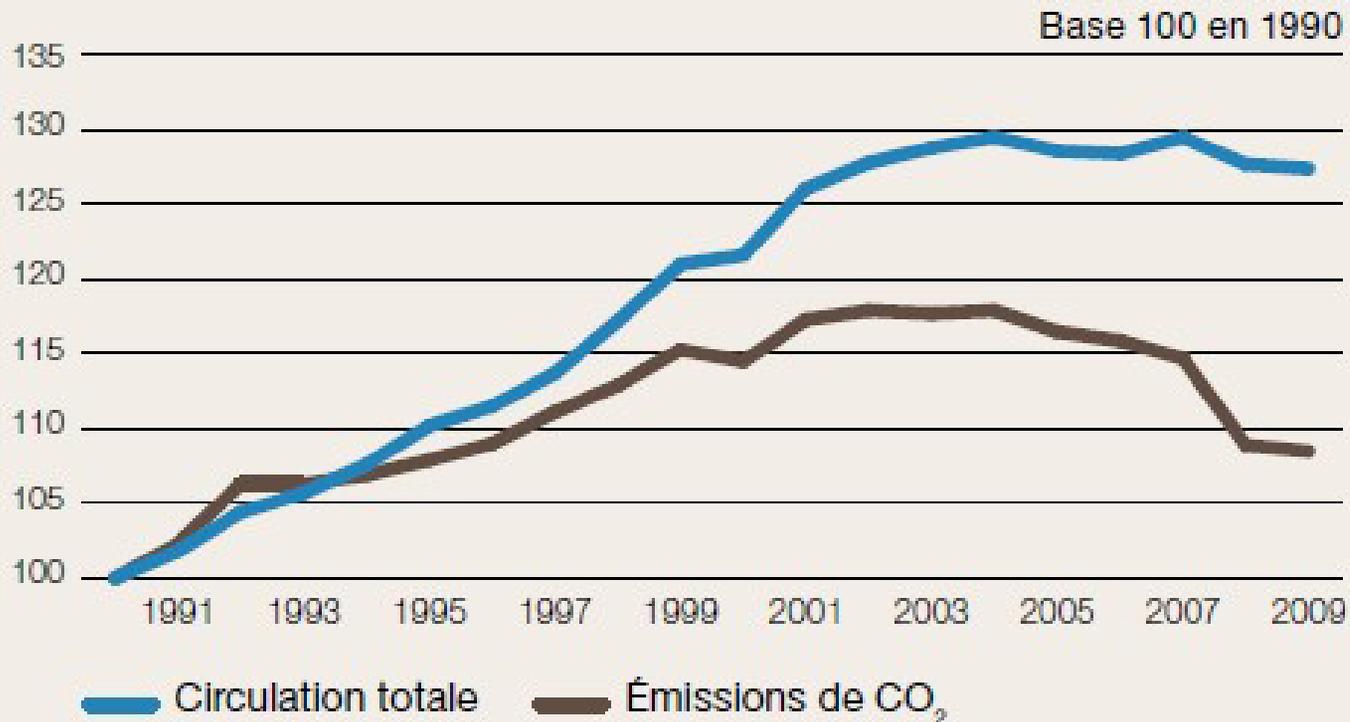


Source : [www.ccfa.fr](http://www.ccfa.fr)



# D'où des émissions de CO<sub>2</sub> décroissantes

## LA CIRCULATION DES VÉHICULES EN FRANCE ET LES ÉMISSIONS DE CO<sub>2</sub> ASSOCIÉES NETTES DES ÉNERGIES RENOUVELABLES



Sources : CITEPA et Bilan de la circulation routière.

Source : [www.ccfa.fr](http://www.ccfa.fr)



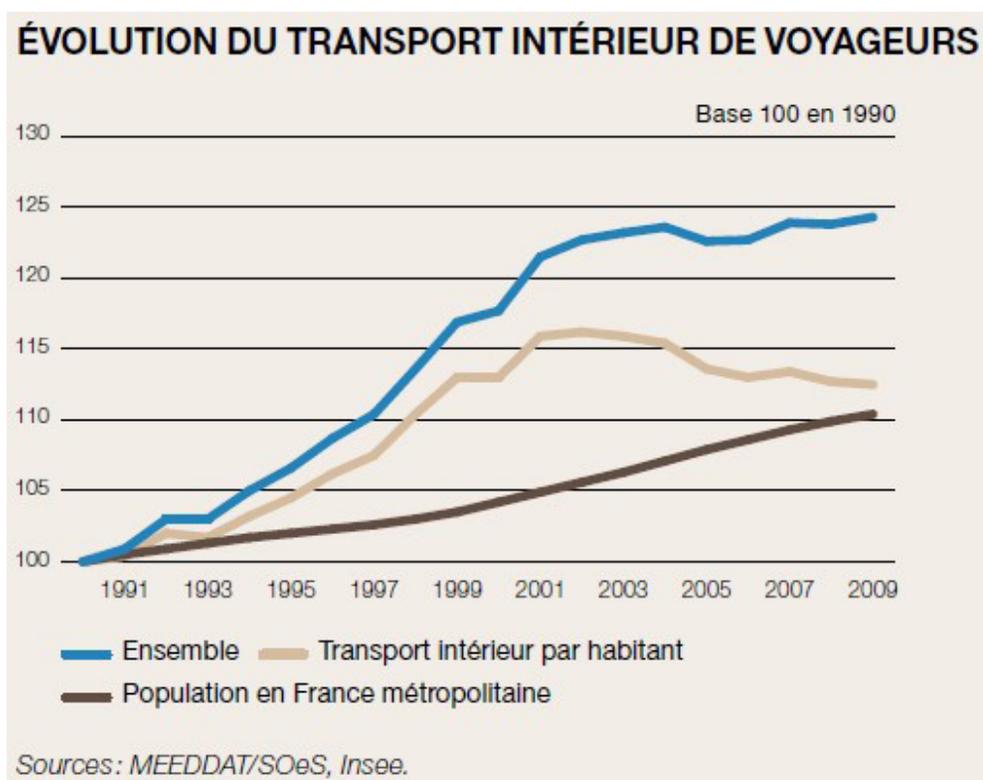
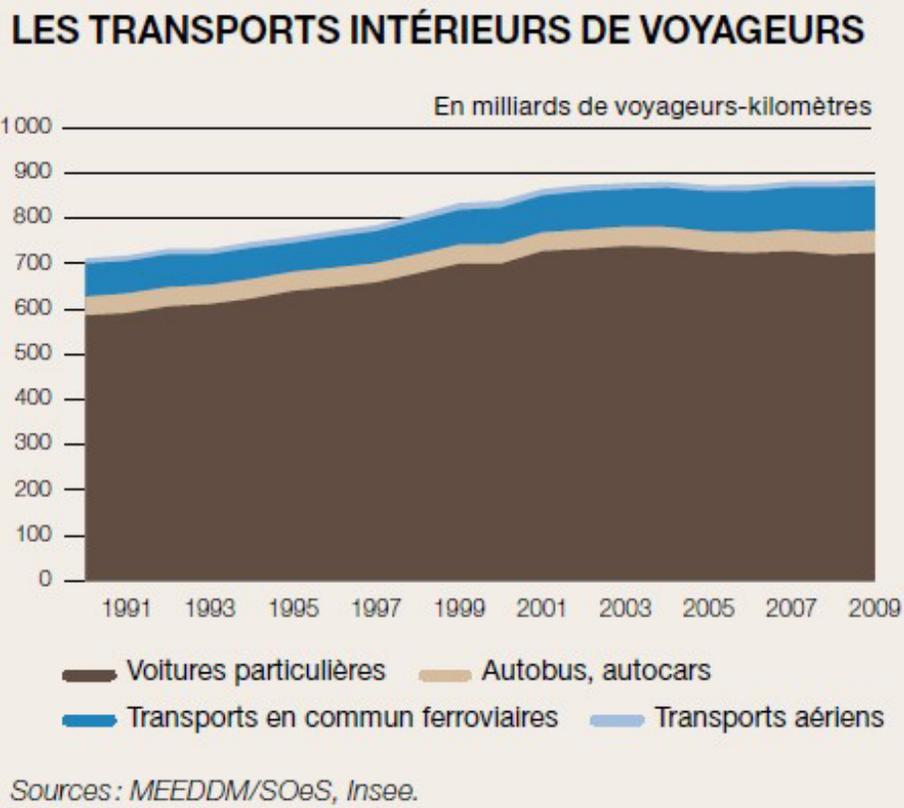
Comité des Constructeurs Français d'Automobiles

Jérôme PERRIN

CHANGEONS DE VIE  
CHANGEONS L'AUTOMOBILE



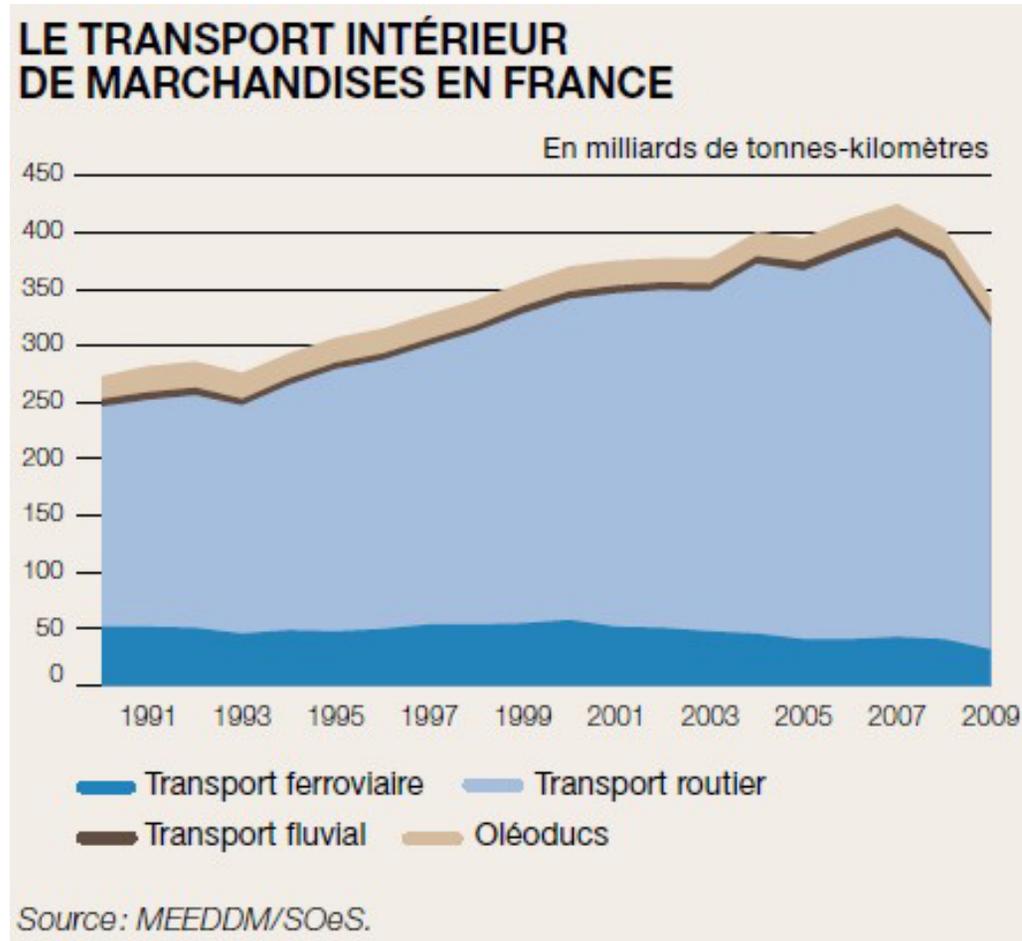
# Le transport intérieur de voyageurs en France



**Dominé par la voiture le volume total de transport intérieur de voyageurs se stabilise et il tend à diminuer par habitant depuis 10 ans**

Source : [www.ccfa.fr](http://www.ccfa.fr)

# Le transport intérieur de marchandises en France



**Le transport intérieur de marchandises, largement dominé par la route, est beaucoup plus lié à l'économie que le transport de voyageurs**

Source : [www.cdfa.fr](http://www.cdfa.fr)



Comité des Constructeurs Français d'Automobiles

Jérôme PERRIN

CHANGEONS DE VIE  
CHANGEONS L'AUTOMOBILE



# Macro-tendances sociétales mondiales

Population croissante

7,5 milliards d'humains  
(+10% vs. 2008)

Urbanisation

55% population mondiale  
(+12% vs. 2008)

Mégapoles

12 villes de plus  
de 15 millions habitants  
(6 en 2008)

Population vieillissante

1 milliard de plus 60 ans  
(x2 vs. 2008)

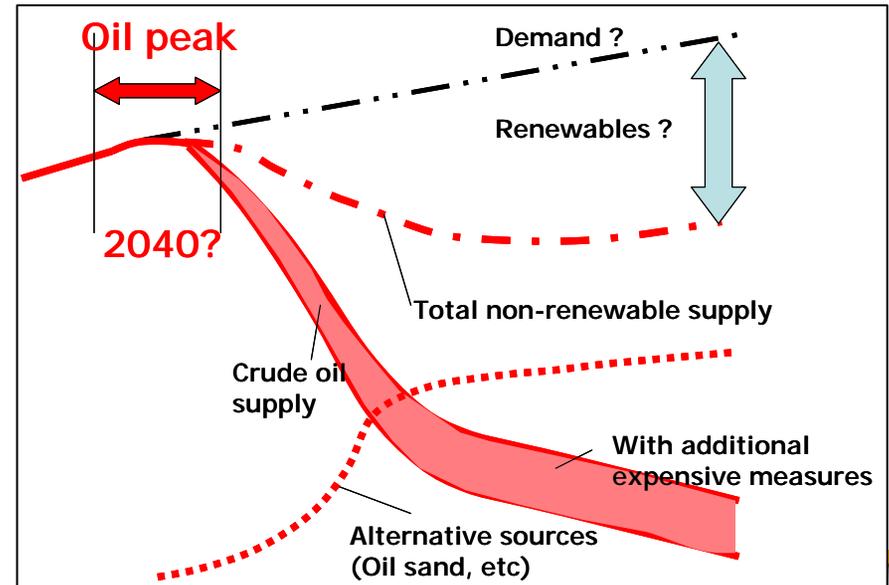
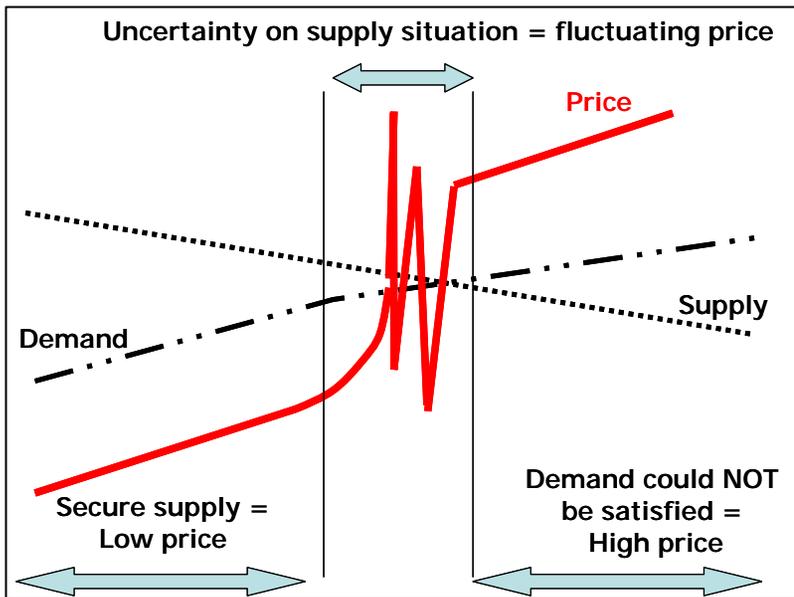
# Macro-tendances - économie et environnement

- La congestion atteint la saturation  
En 2015 13 villes d'Europe occidentale auront des taxes anti-congestion



- Le prix du pétrole continue de fluctuer sur fond d'augmentation

- Incertitude croissante sur la disponibilité en pétrole



# Macro-tendances – technologies & services

## Connectivité mobile sans césure

- Standards mondiaux accélérant la pénétration
- Information disponible partout et tout le temps
- Puissance de calcul très bon marché
- Fournisseurs de service diversifiés
- Reconnaissance vocale au point
- Identification biométrique standard

## Business constitué de logiciel et contenu

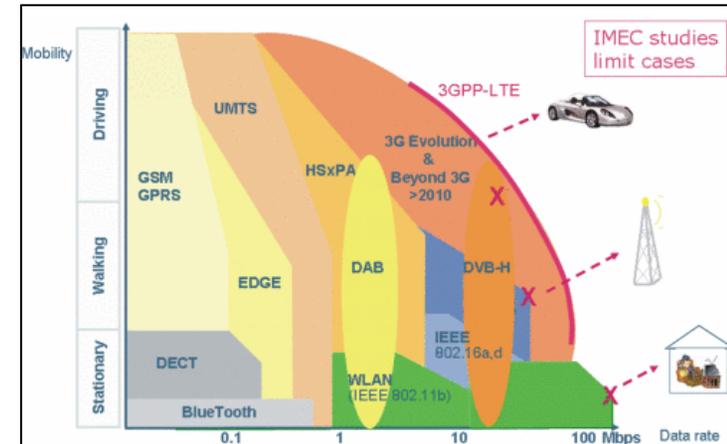
- le hardware est “gratuit”

## Commerce en ligne dominant

- croissance de la logistique associée

## Solaire photovoltaïque omniprésent

- captage d'énergie ambiante diffuse
- recharge sans fil



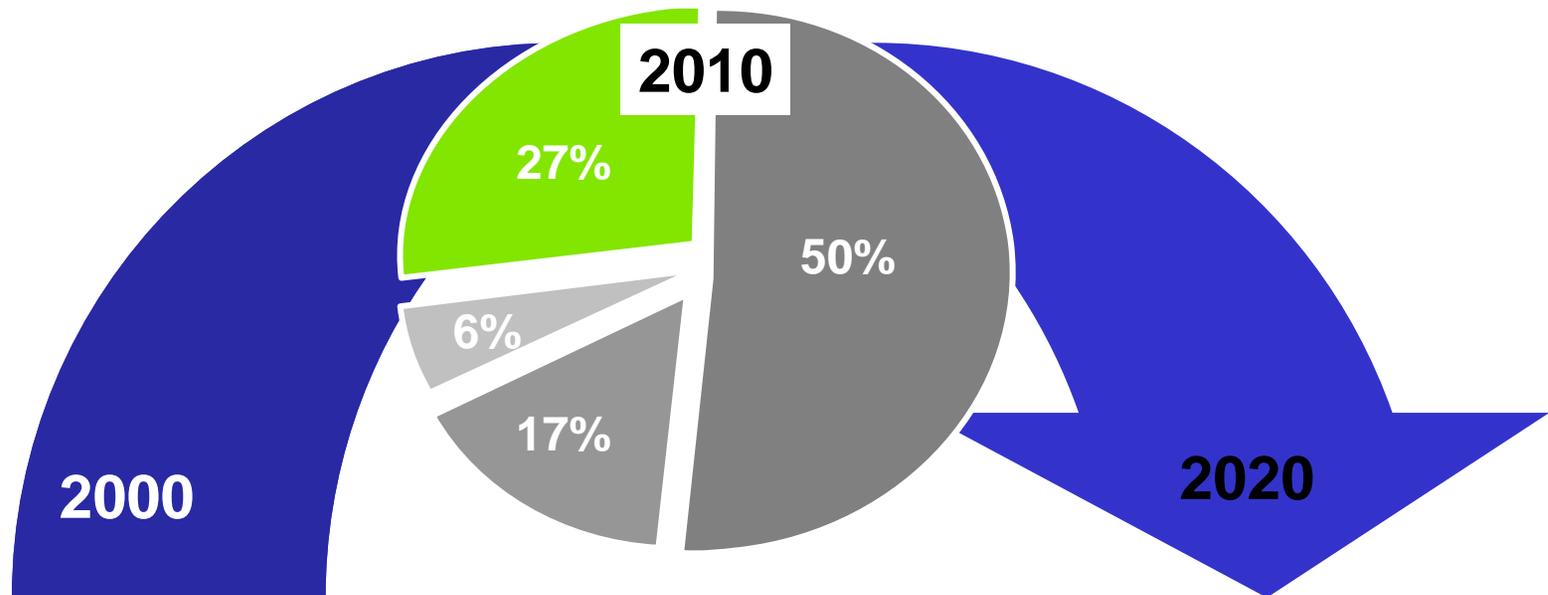
CHANGEONS DE VIE  
CHANGEONS L'AUTOMOBILE



# Géographie et contrastes du marché automobile



# L'Asie représente 50% du marché automobile en 2010 et atteindra 60% en 2020



34%



Europe & Africa

22%

32%



Asia & Others

60%

30%



North America

13%

4%



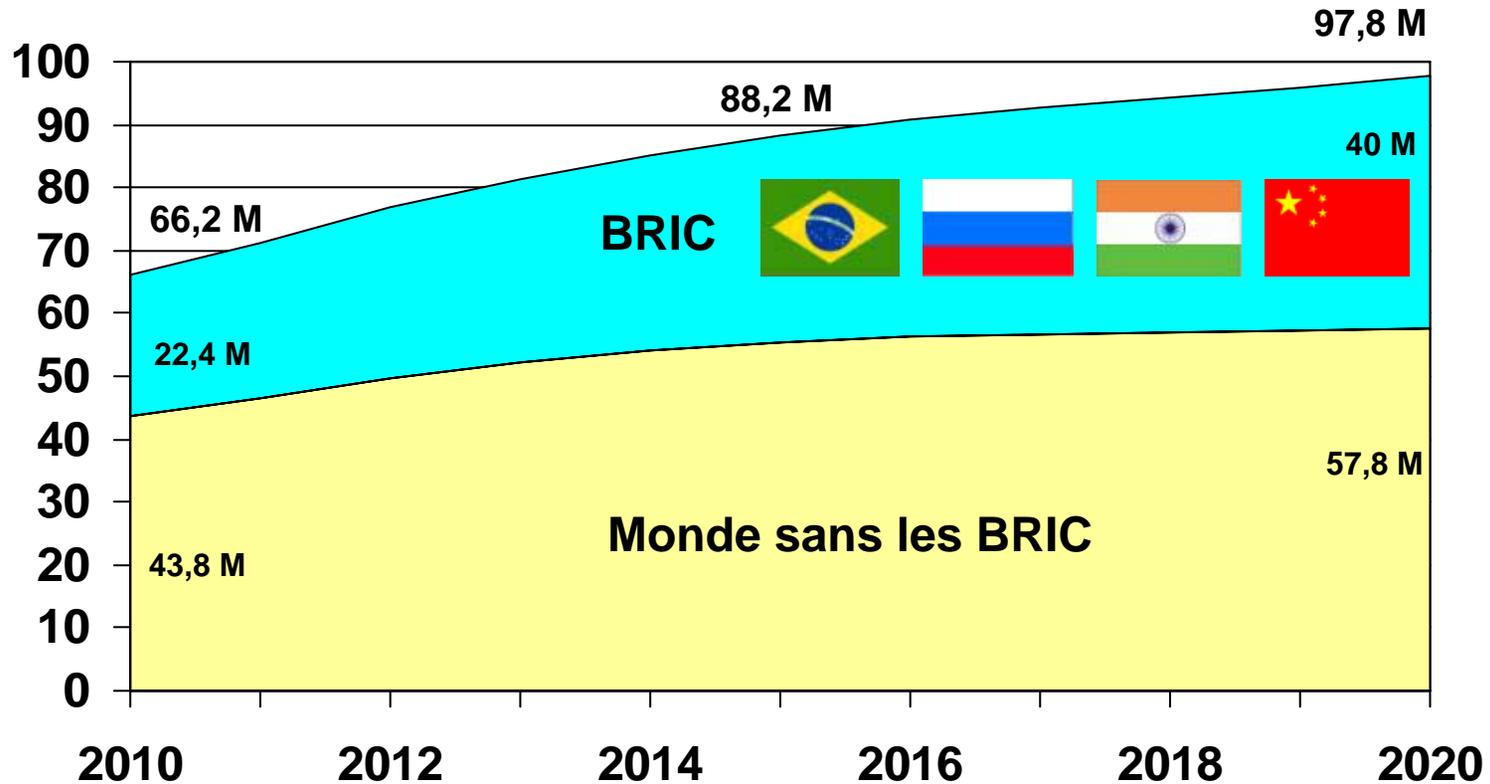
South America

5%

CHANGEONS DE VIE  
CHANGEONS L'AUTOMOBILE



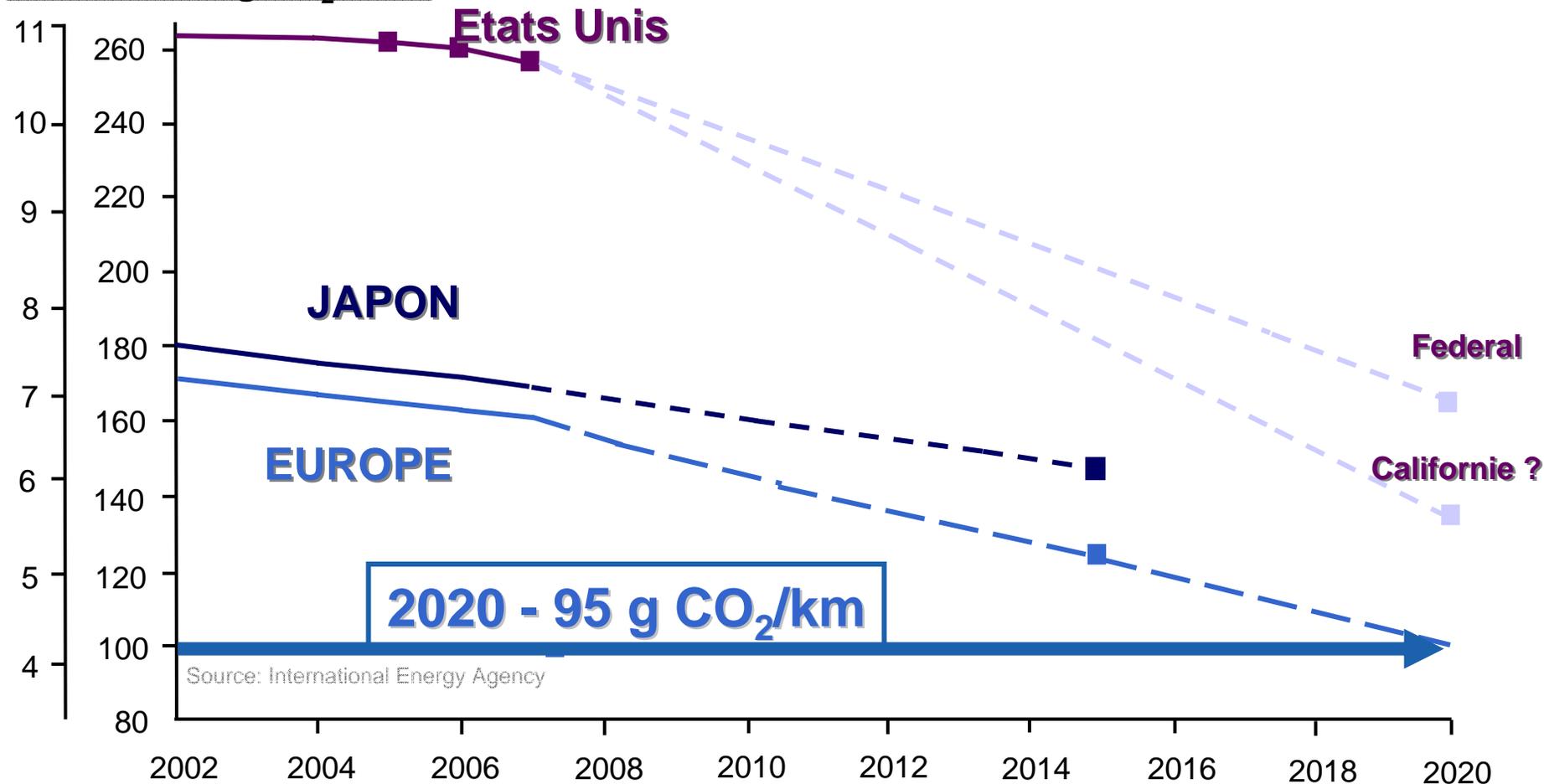
# Le marché automobile en 2020



**Le marché des BRIC entrainera une croissance de la production de véhicules de ~70 Millions à ~100 Millions par an**

# Réglementations CO2

L / 100 km - g CO<sub>2</sub>/km

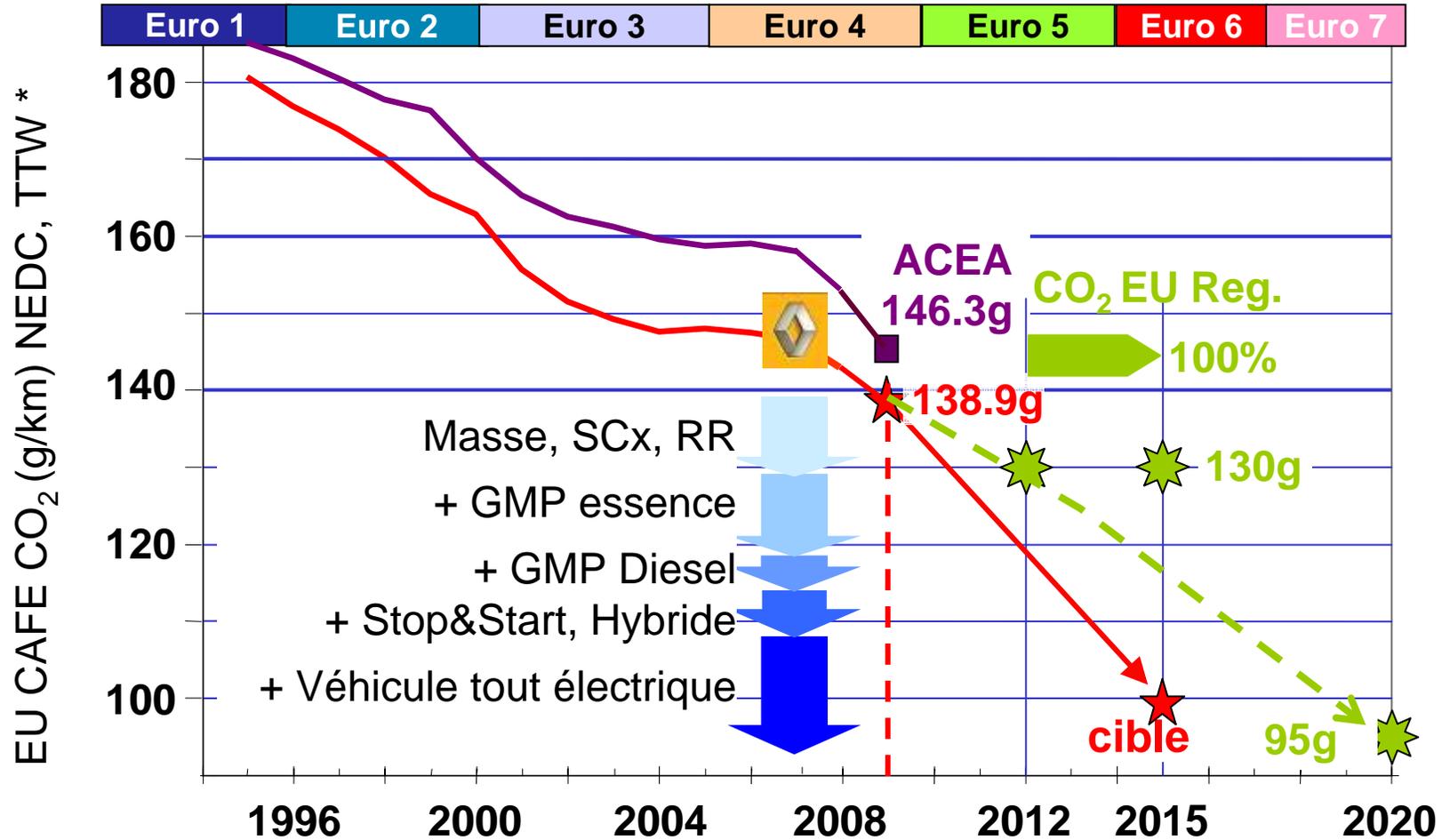


Des réductions d'émission de CO<sub>2</sub> induites par la réglementation et par la demande des clients

# Une combinaison de solutions techniques pour réduire les émissions de CO<sub>2</sub>



EMISSIONS POLLUANTES : NO<sub>x</sub>, HC, CO, PM



\* TTW = tank-to-wheel / du puits à la roue

CHANGEONS DE VIE  
CHANGEONS L'AUTOMOBILE



# Vision de RENAULT à l'horizon 2030

## Deux extrêmes

### ROSE

#### UTOPIE

« MAZDAR planétaire »

- *Paix et abondance mondiale*
- *Ruptures technologiques capables de résoudre nos problèmes :*
  - *photosynthèse ultra-rapide,*
  - *photopiles solaires à haut rendement et bas coût*
  - *batteries break-through*
  - *PAC + hydrogène bas coût*
  - *...*



### NOIR

#### DYSTOPIE

« MAD-MAX planétaire »

- *Pénuries et guerres pour l'accès aux ressources énergétiques et aux minerais critiques (Pt/Pd, Li)*
- *Désordres climatiques accrus*
- *Pays émergents en difficulté.*
- *Baisse de la mobilité longue distance et du marché automobile*
- *Motorisations conventionnelles multi carburants (ressources locales)*



CHANGÉONS DE VIE  
CHANGÉONS L'AUTOMOBILE

# Vision de RENAULT à l'horizon 2030

## deux éco-scénarios

### VERT CLAIR

« Business as expected »  
Economie libérale régulée

- *Frugalité assumée grâce aux technos en vue et à la régulation des usages.*
- *Pétrole > 150 \$ / b + Taxe CO<sub>2</sub>*
- *Emission CO<sub>2</sub> < 4T/pers/an (FR)*
- *CAFE 2020 < 95 g ; 2030 < 70g*
- *40% de véhicules électrifiés dont 20 % de VE ou VEH-rechargeable*
- *Downsizing et reconception*



### VERT FONCÉ

Economie dirigée sous  
Gouvernance mondiale

- *Frugalité volontariste ou politiquement imposée*
- *Pétrole > 200 \$ / b + Taxe CO<sub>2</sub>*
- *Quota CO<sub>2</sub> < 3T/pers/an*
- *CAFE 2030 < 50 g*
- *60% de véhicules électrifiés dont 30 % de VE ou VEH-rechargeable*
- *Nouvelles formes de mobilité multimodale*



CHANGONS DE VIE  
CHANGEONS L'AUTOMOBILE

# Technologies des groupes motopropulseurs et carburants alternatifs pour diminuer les émissions de CO<sub>2</sub>

## LES MOTORISATIONS

- Diesel
- Essence Injection directe
- "Down Sizing" (minimisation)
- CVT (transmission à variation continue)
- Stop & Start
- Hybridation Moteur essence et diesel
- Hybridation Energie moteur "fuel flexible" (à carburant modulable) pétrole et électricité
- Combustion "homogène"
- Electrique
- Pile à combustible

De court à long terme

De masse à niche

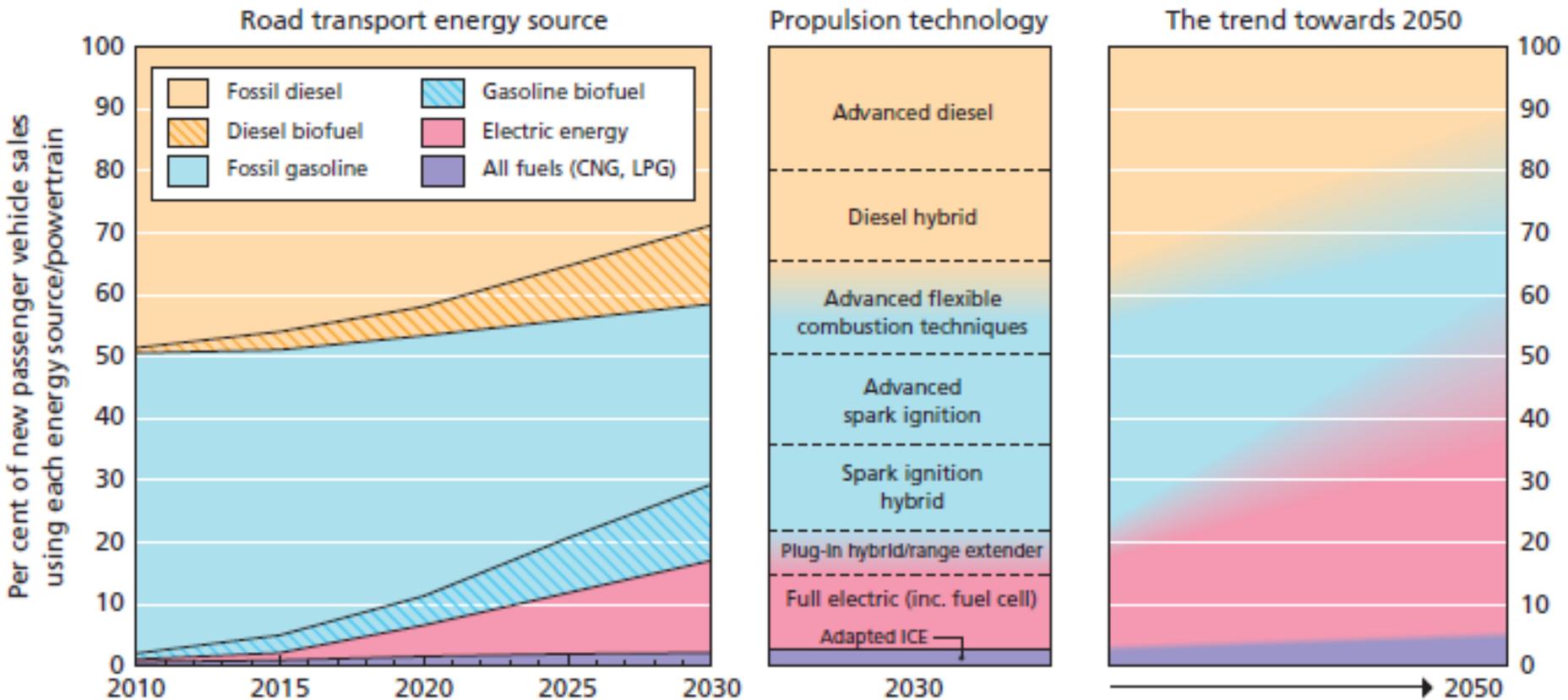
## LES CARBURANTS

- Diesel
- Bio-carburants  
Ethanol et Dérivée ETBE  
Bio-diesel  
Biocarburants de synthèse
- Gaz
- Electricité
- Hydrogène

MOINDRE EMISSION CO<sub>2</sub> = MOINDRE CONSOMMATION = ECONOMIE D'USAGE

# Evolution des technologies de propulsion et des carburants

Figure 3 The evolution of passenger road transport energy source and propulsion technology, towards 2050



Source : ERTRAC Strategic Research Agenda 2010

# LA PERCÉE des véhicules 100% électriques, accessibles à tous...



FLUENCE ZE  
2011



TWIZY  
2011



KANGOO ZE  
2011



ZOE  
2012



LEAF 2010

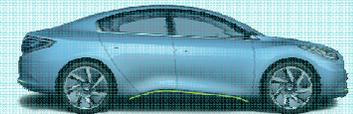
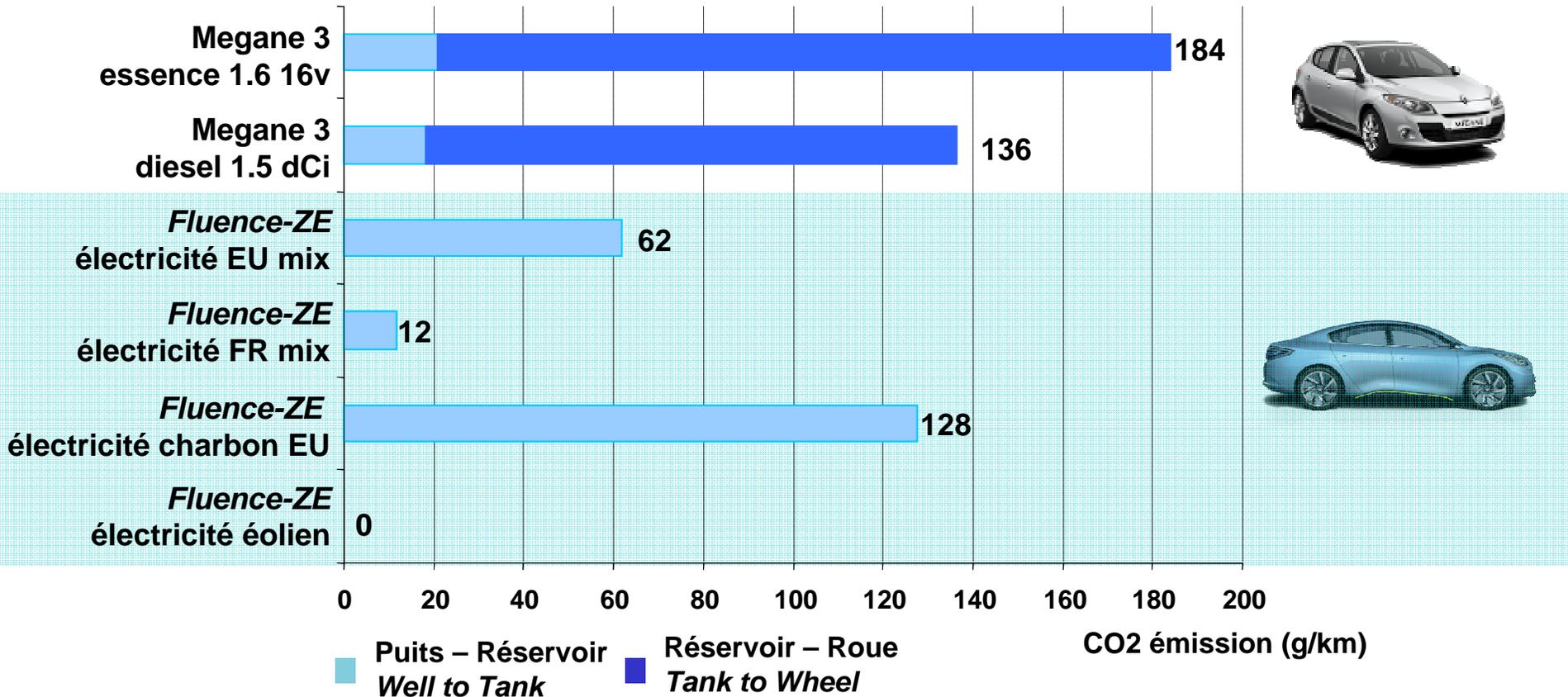


Zero Emission



# Emissions de CO2 « du puits à la roue » from *Well to Wheel*

Comparaison véhicules Renault segment C sur cycle standard Européen NEDC/MVEG



Source : Efficiency of fuel and electricity production calculated according to the methodology of the JRC-EUCAR-CONCAWE study « Well-to-Wheels Analysis of Future Automotive Fuels and Powertrains In the European Context », v3 Nov. 2008 : <http://ies.jrc.ec.europa.eu/WTW>

# Une infrastructure de recharge

## 1 Charge standard

- Domicile
- Travail
- Bord de Route



## 3 Echange de batterie

- une nouvelle batterie en 3 min



## 2 Charge rapide :

« Le plein d'électricité en 30 min. »



## 4 Navigation Intelligente

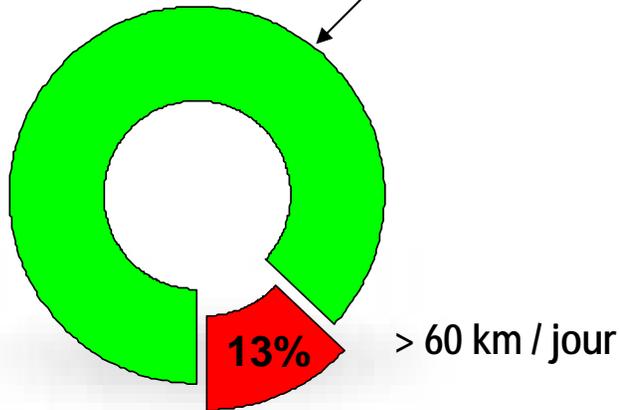
- Localise/réserve points de charge
- Optimise les trajets



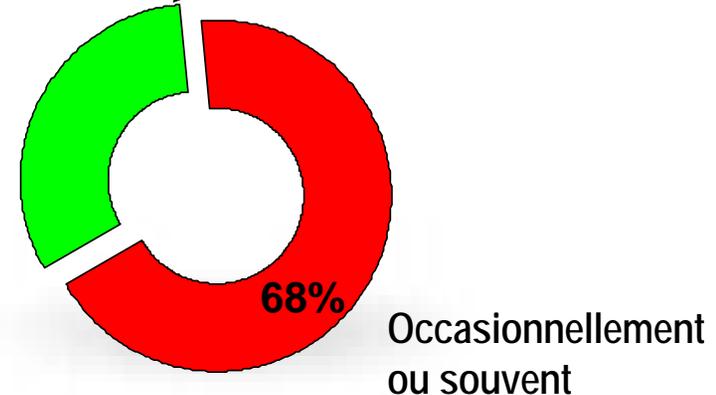
# Autonomie du Véhicule Électrique : ~ 160 km suffisante pour une fraction croissante des besoins sociétaux

## *en Europe*

87% trajets journaliers < 60 km



32% voitures du segment B  
n'excèdent jamais 150 km/jour



## *dans le Monde*

Une fraction croissante de la population vit en ville

2006 : > 50%

2050 : > 70%

# Autonomie du Véhicule Électrique : Faits et Chiffres



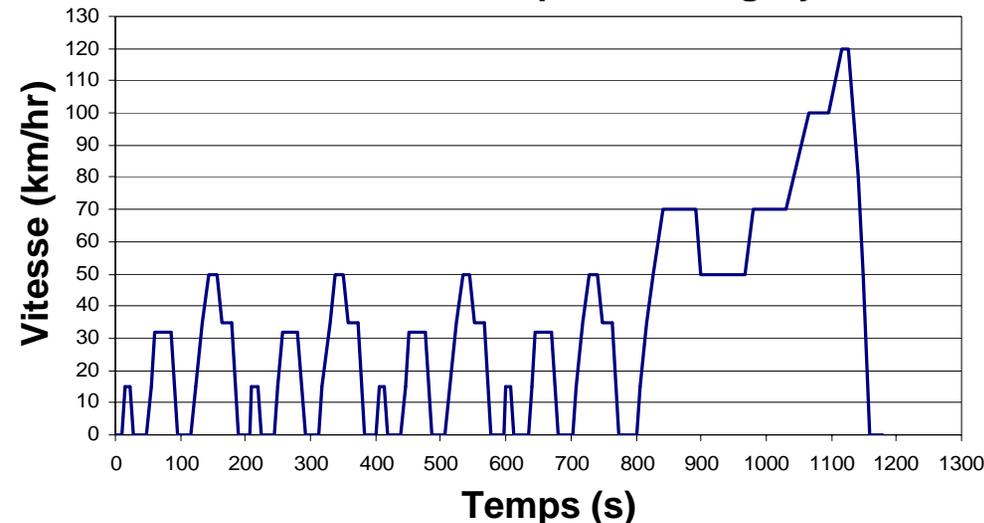
**Fluence-ZE**  
**24 kWh pack batterie**

**195 km sur NEDC /MVEG**

NEDC = New European Driving Cycle

**182 km sur un trajet**

Tel-Aviv – Jérusalem – Tel-Aviv

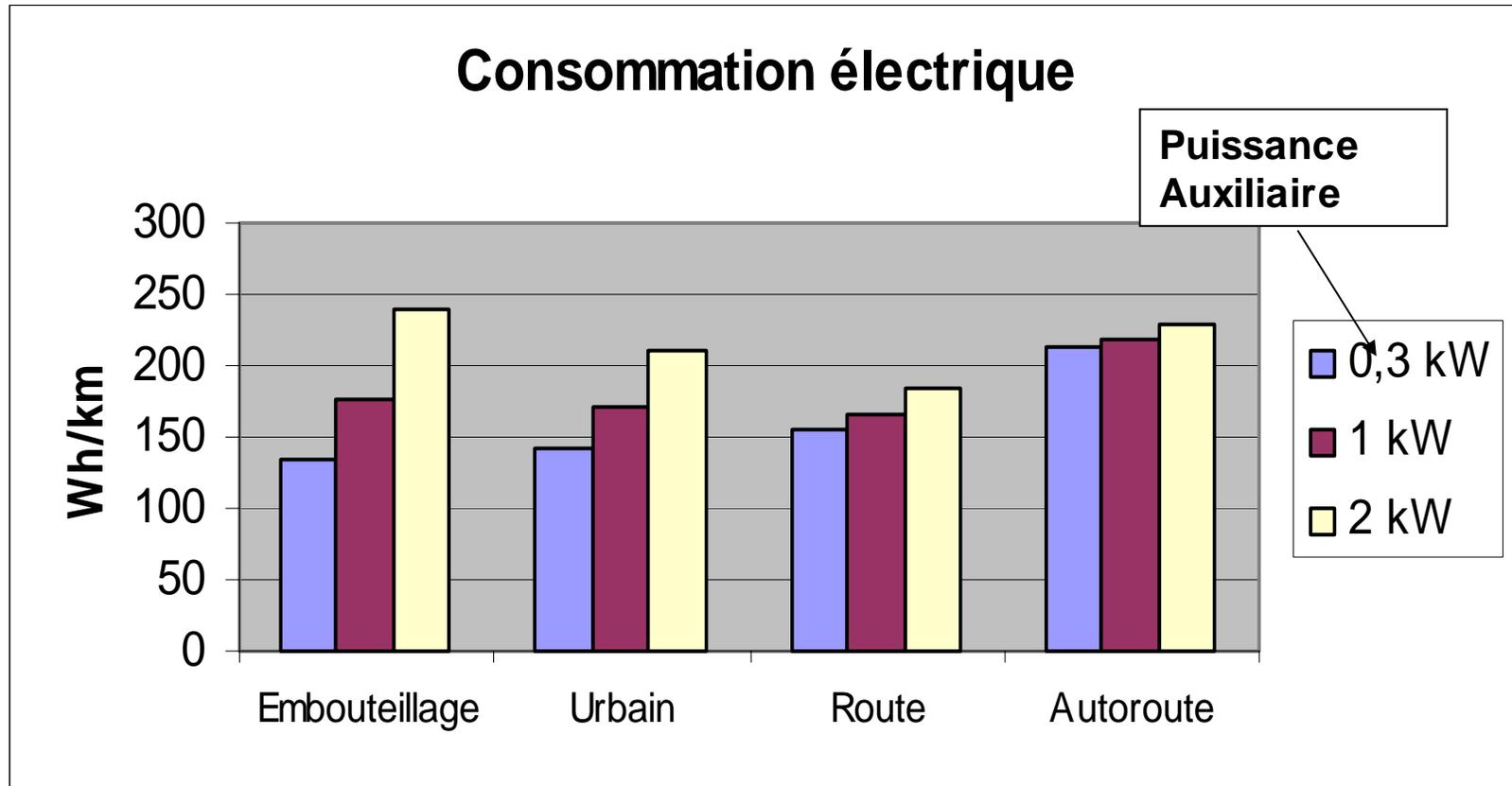


**CHANGEONS DE VIE**  
**CHANGEONS L'AUTOMOBILE**

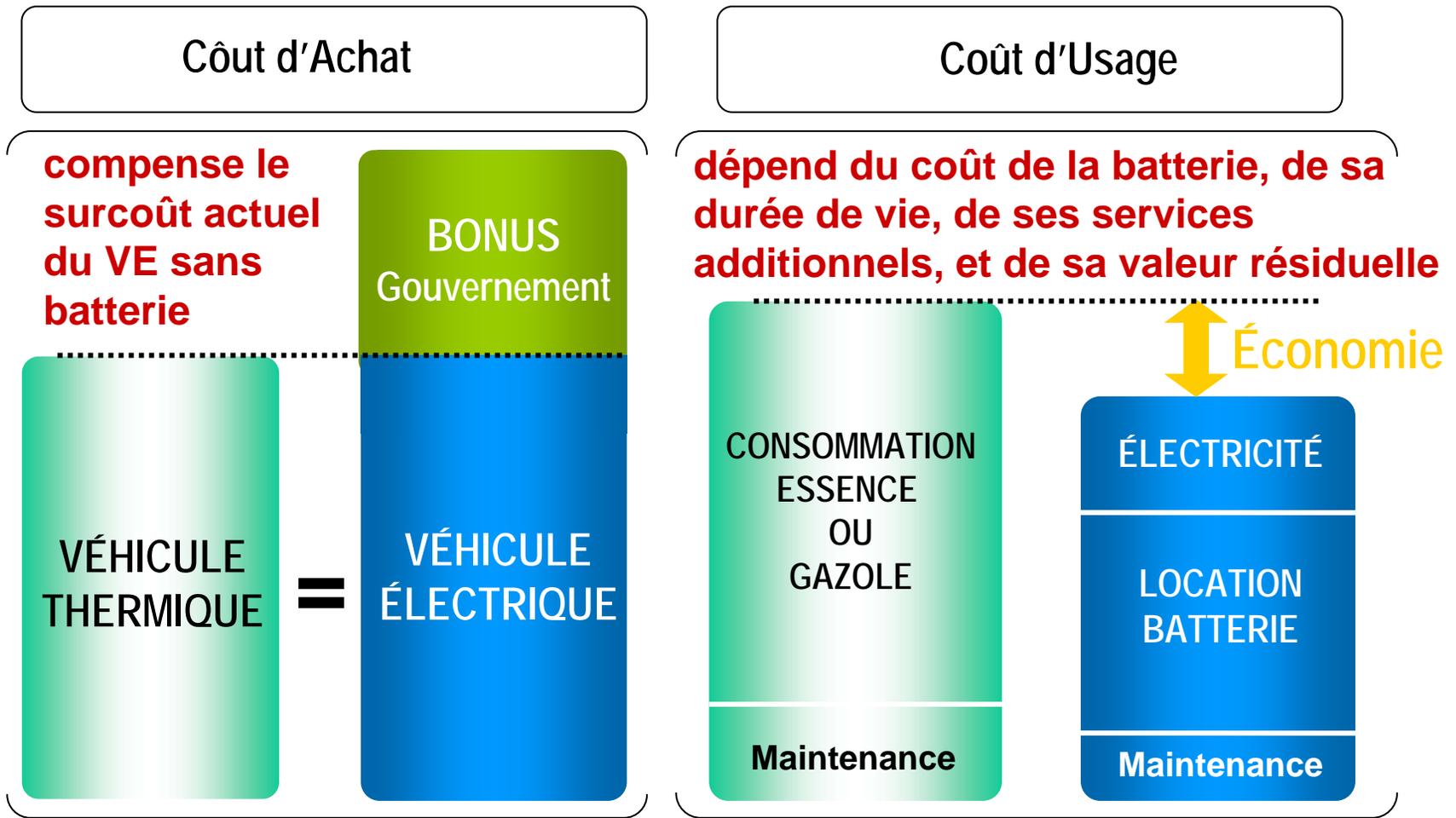


# Autonomie du Véhicule Électrique : dépend de l'usage

Le principal facteur est le rapport entre la puissance du moteur et la puissance des auxiliaires : chauffage, air conditionné, éclairage



# Un modèle d'affaires spécifique et un bénéfice économique pour le client



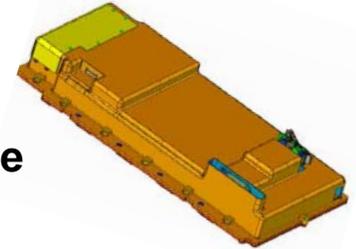
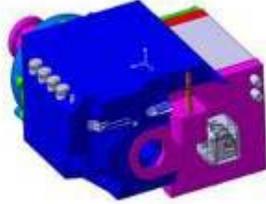
# Domaines d'Innovations techniques pour le VE

## Chaine de traction électrique

- Concept de moteur
- Onduleur / Chargeur
- Intégration mécatronique
- Architecture E/E

## Gestion d'énergie

- Consommation auxiliaires
- Chauffage / climatisation
- Récupération énergie freinage
- Interface Homme-Machine



## Batteries

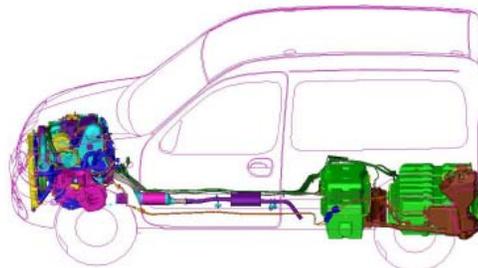
- Energie spécifique
- Sécurité / Sureté
- Durée de vie
- Système de gestion électrique (BMS)
- Ré-utilisation & Recyclage

## Connexion à l'infrastructure

- Echange de batterie
- Charge rapide
- Charge sans-contact
- Echange données / communication
- Connexion réseau / maison: V2G/V2H

## Extension d'autonomie

- Moteur + générateur
- Hydrogène et PàC



## NORMES ET STANDARDS



# Nouvelles générations de véhicules électriques

## 1<sup>ère</sup> Génération < 2011

## 2<sup>ème</sup> Génération 2011-2012

## 3<sup>ème</sup> Génération 2015 - 2020



Versions électrifiées  
de modèles thermiques

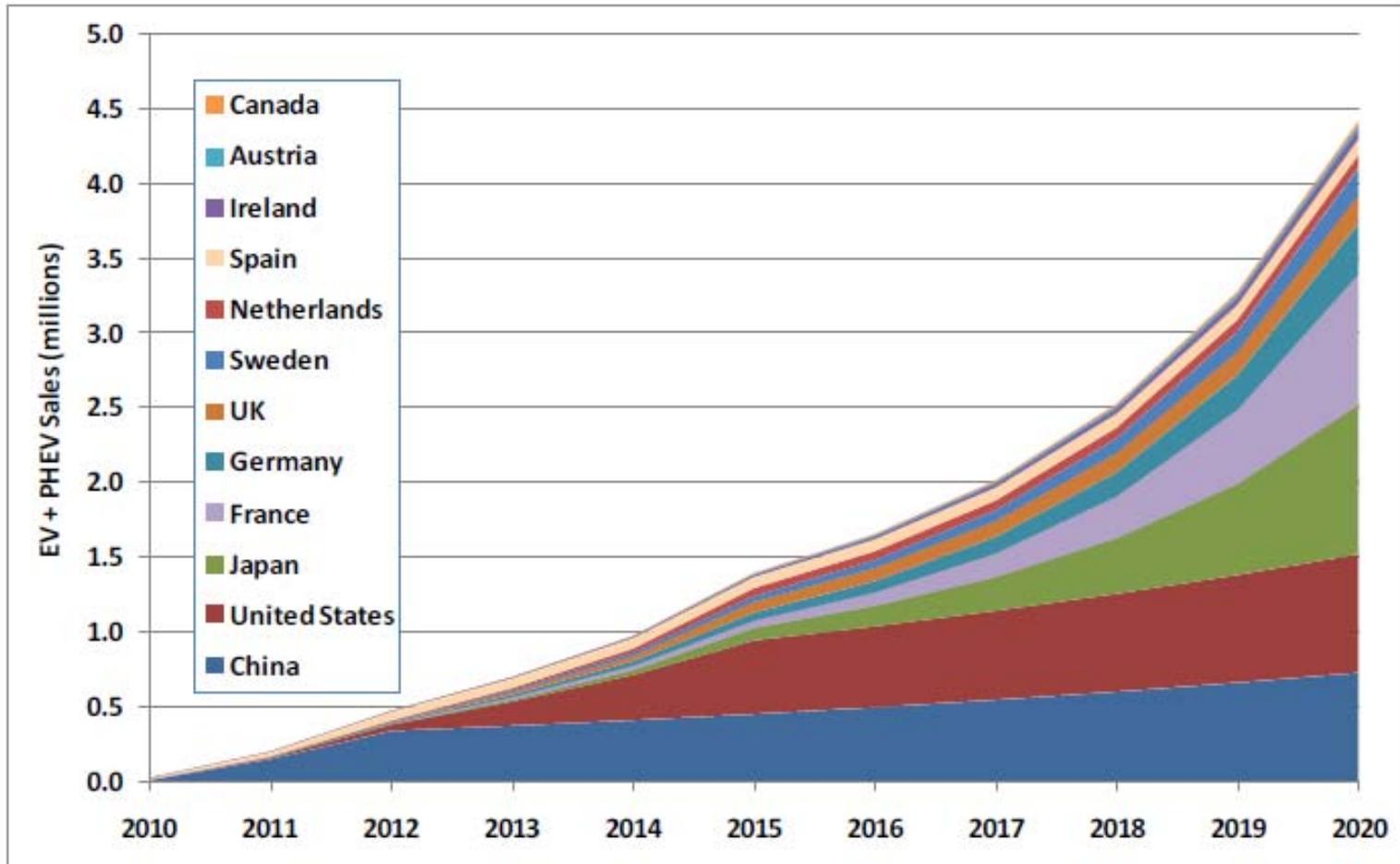
VE spécifiques avec des  
technologies 2008

VE adaptés à la demande de  
mobilité durable pour tous,  
avec des technologies de  
rupture à bas coût pour  
compenser la disparition des  
incitations gouvernementales

**5000 € (FR) ..... incitation gouvernementale**



# National sales targets for electric and plug-in hybrid vehicles through 2020

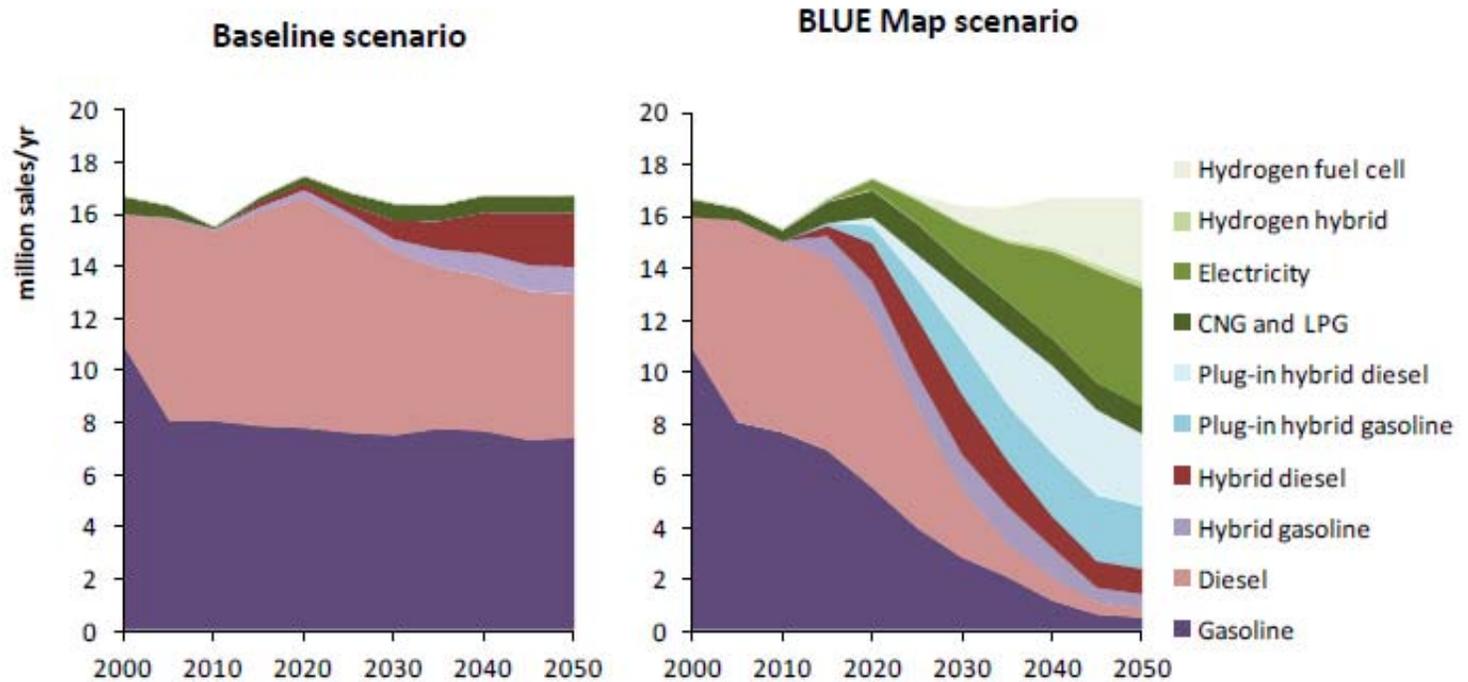


ENERGY  
TECHNOLOGY  
PERSPECTIVES  
2010

Scenarios &  
Strategies  
to 2050



# Passenger light-duty vehicles sales by technology in OECD Europe in the Baseline and BLUE Map scenarios



A wide range of new LDV technologies contribute to emissions reductions under the BLUE scenario.

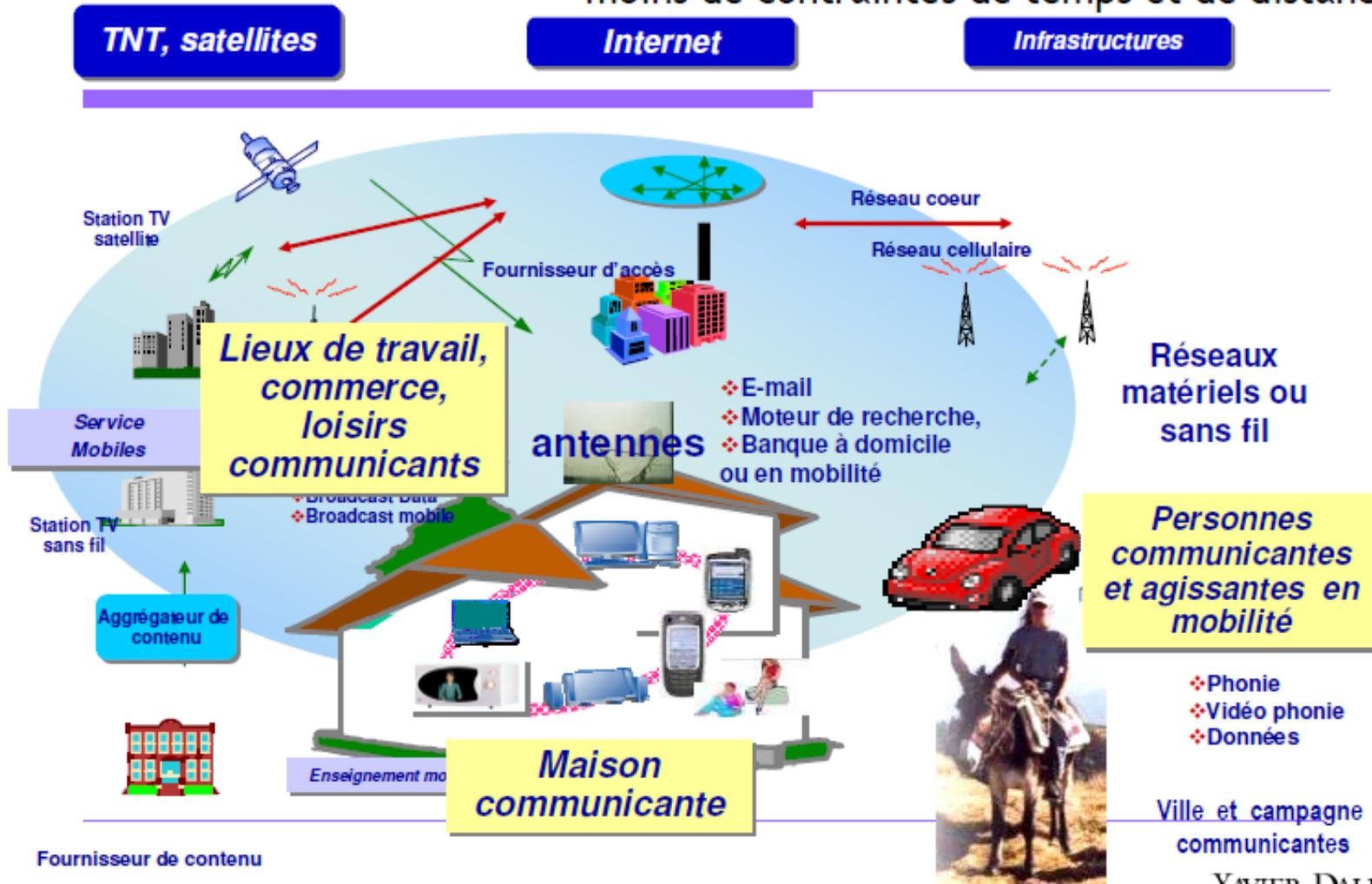
# Vers une mobilité virtuelle universelle par les télécommunications



Source : *L'Atlas des Mondialisations, Le Monde – La Vie, 2010*

# Vers la mobilité - ubiquité

La vie quotidienne en mobiquité (mobilité+ ubiquité) :  
moins de contraintes de temps et de distance



XAVIER DALLOZ  
CONSULTING

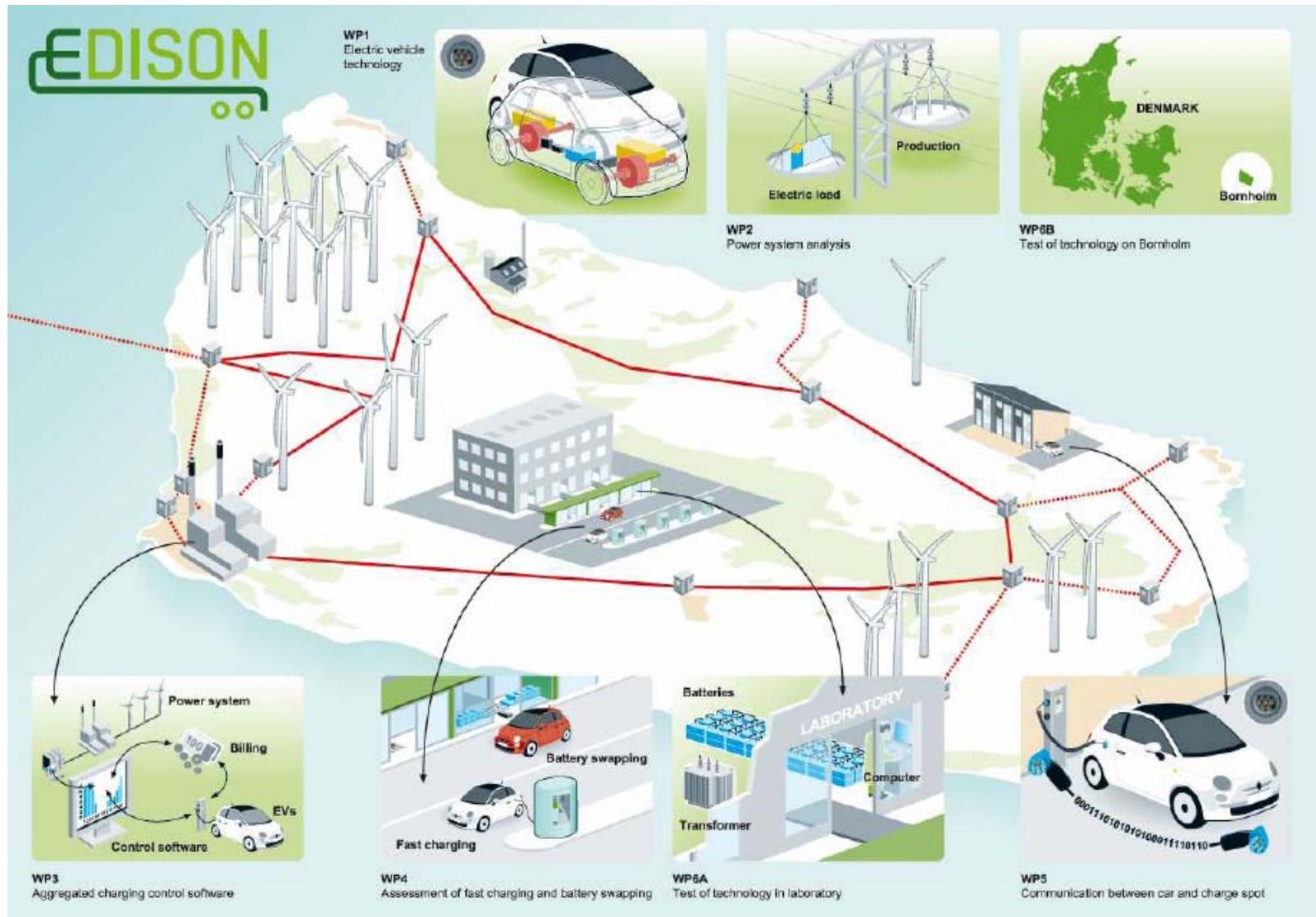
STRATEGIE & AUTOMOBILE



# Des véhicules communicants, automatisés, interactifs dans un éco-système de mobilité multimodale



# Des véhicules électriques insérés dans des réseaux électriques intelligents ... Smart Grids



# Masdar : ville écologique modèle en plein désert



- Le gouvernement d'Abou Dhabi vient de lancer un chantier colossal de 15 milliards de dollars pour la construction de la première cité au monde fonctionnant avec un niveau zéro d'émission de gaz carbonique.
- Baptisée Masdar (« source » en arabe), cette cité modèle s'étendra sur six kilomètres carrés à proximité de l'aéroport international de l'émirat et devrait accueillir jusqu'à 50.000 habitants et 1.500 entreprises en 2016.
- Le captage de l'énergie solaire, thermique et photovoltaïque sera à l'honneur dans cette région à fort ensoleillement : projet de 350 millions USD pour construire une centrale solaire de 100 MW, qui serait ensuite portée à 500 MW, afin de réduire la pression sur le réseau national durant les périodes de forte consommation, la construction d'un parc éolien est aussi prévu à proximité de la cité.
- Concernant l'approvisionnement en eau, on utilisera le moins possible le dessalement de l'eau de mer, gourmand en énergie, et on privilégiera le recyclage des eaux usées.

# Masdar : ville écologique modèle en plein désert



- Ville compacte, carrée et protégée des vents chauds du désert par un mur d'enceinte; ruelles étroites, ombragées, rafraichies par un réseau de cours d'eau; constructions basses, équipées en panneaux solaires sur les toits utilisant au maximum la climatisation naturelle.
- Aucun habitant n'aura plus de 200 m à parcourir pour accéder aux commerces et services; marche et vélo seront privilégiés; un système de transport non-polluant automatisé (petites cabines individuelles) sera mis en place pour les plus longues distances. Aucune voiture à pétrole ne sera autorisée.



- Une centrale à hydrogène ainsi que des agrocarburants issues de cultures utilisant les eaux usées permettront de remplacer les carburants fossiles.
- Enfin, le recyclage et la séquestration du CO<sub>2</sub> permettront d'éviter tout rejet de carbone.

# Innover: un défi pour le futur

***RENAULT, PIONNIER DE LA MOBILITÉ DURABLE  
POUR TOUS***



