

# Transports terrestres

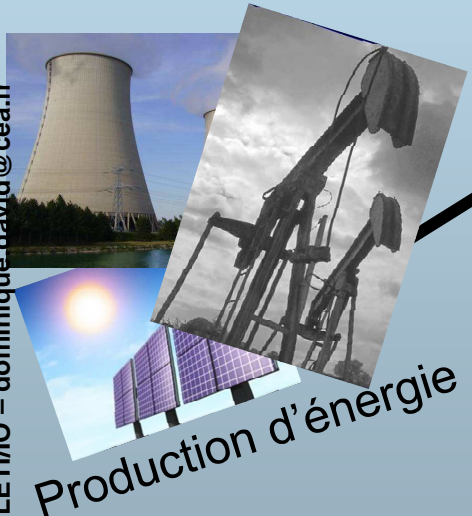
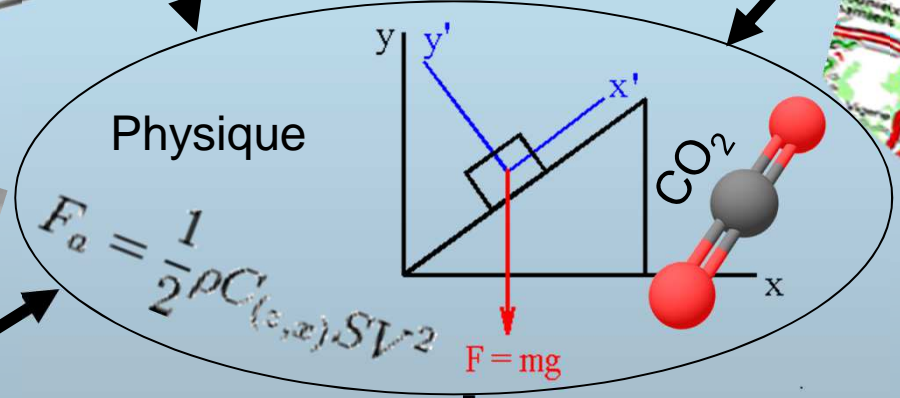
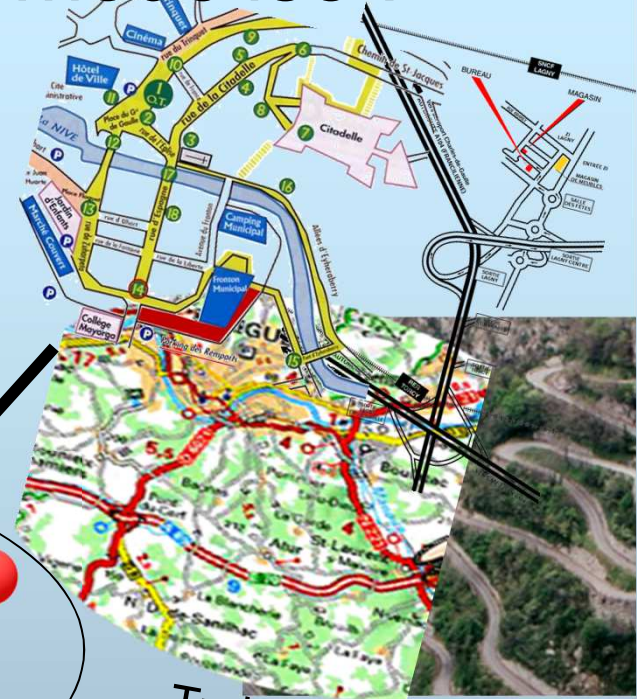
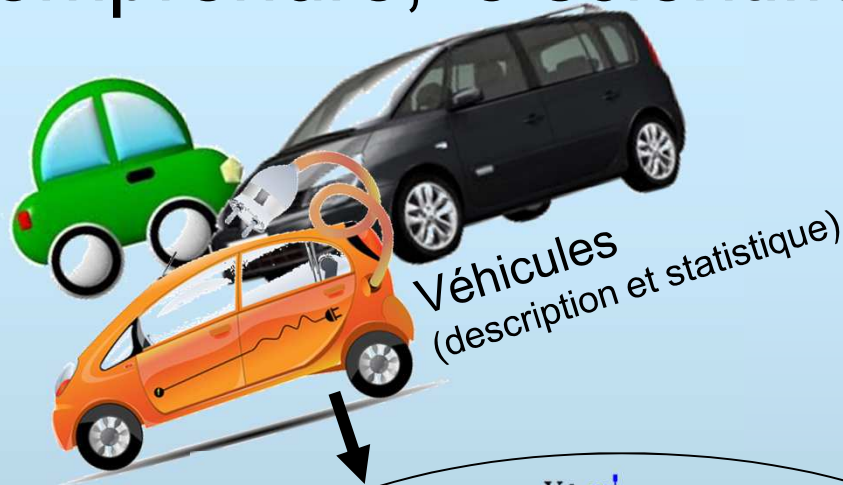
## Principales conclusions résultant d'un modèle de calcul:

- Des bilans énergétiques
- Des impacts carbone
- prenant en compte le comportement des utilisateurs
  - projections économiques associées

## Questions ayant motivé cette étude

- Quel est le « vrai » bilan carbone quand je fais 1 km avec ma voiture?
- Quelle est l'incidence de la technique dans ce bilan?
- Quelle est l'incidence de mon comportement?
- Quelles seraient les bons choix, les bonnes attitudes, et les bonnes techniques à développer ?
- Comment améliorer nos émissions en continuant à bouger?

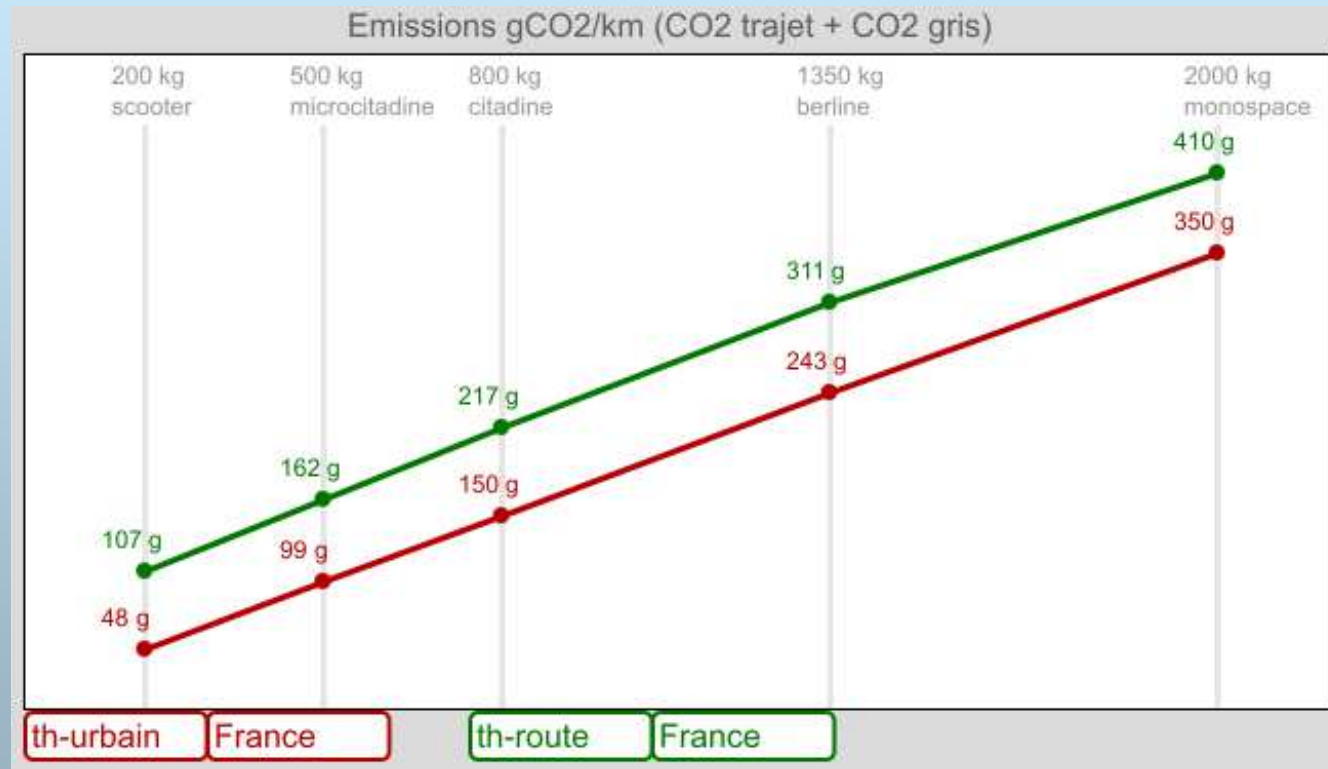
# Pour comprendre, le scientifique modélise !



**G Tonnes CO2**  
**GI, kWh**  
**(... et G€)**

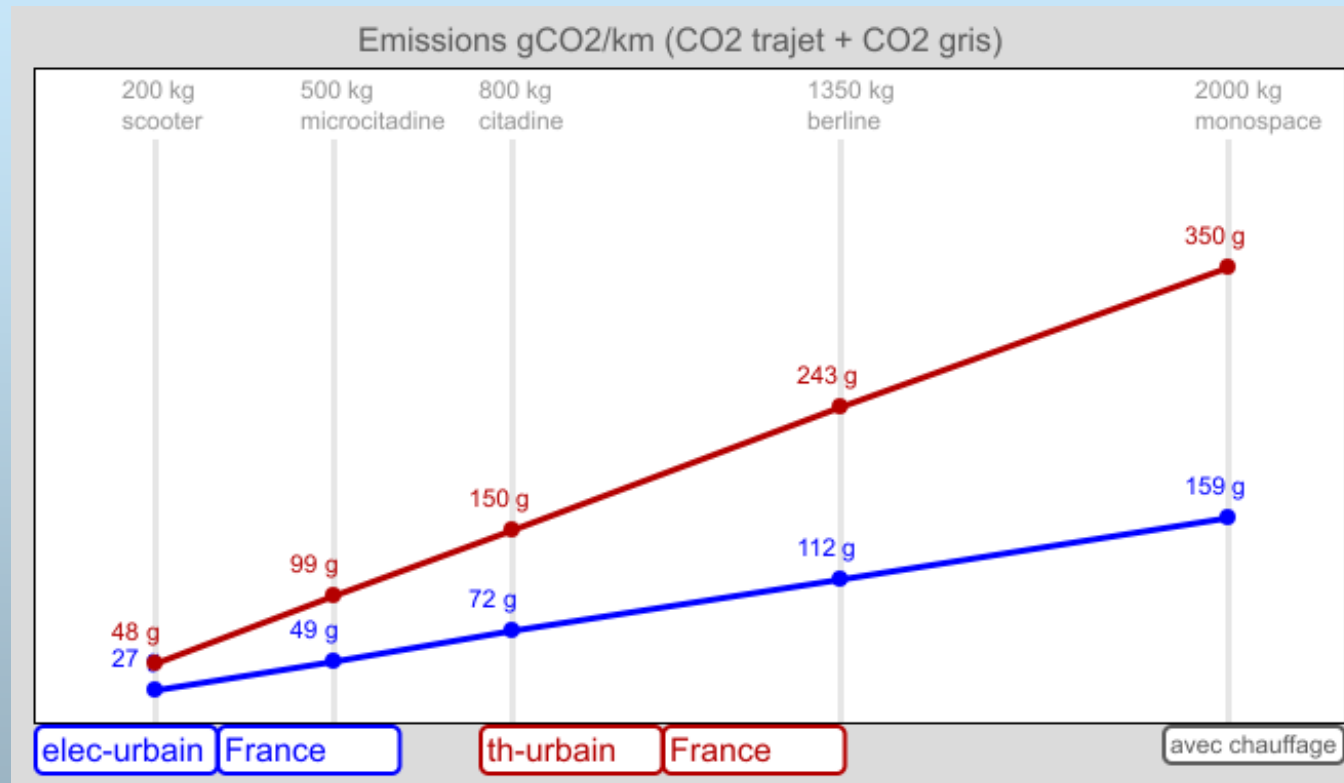
Résultats

# Influence du véhicule (m, cx, cr, SF)



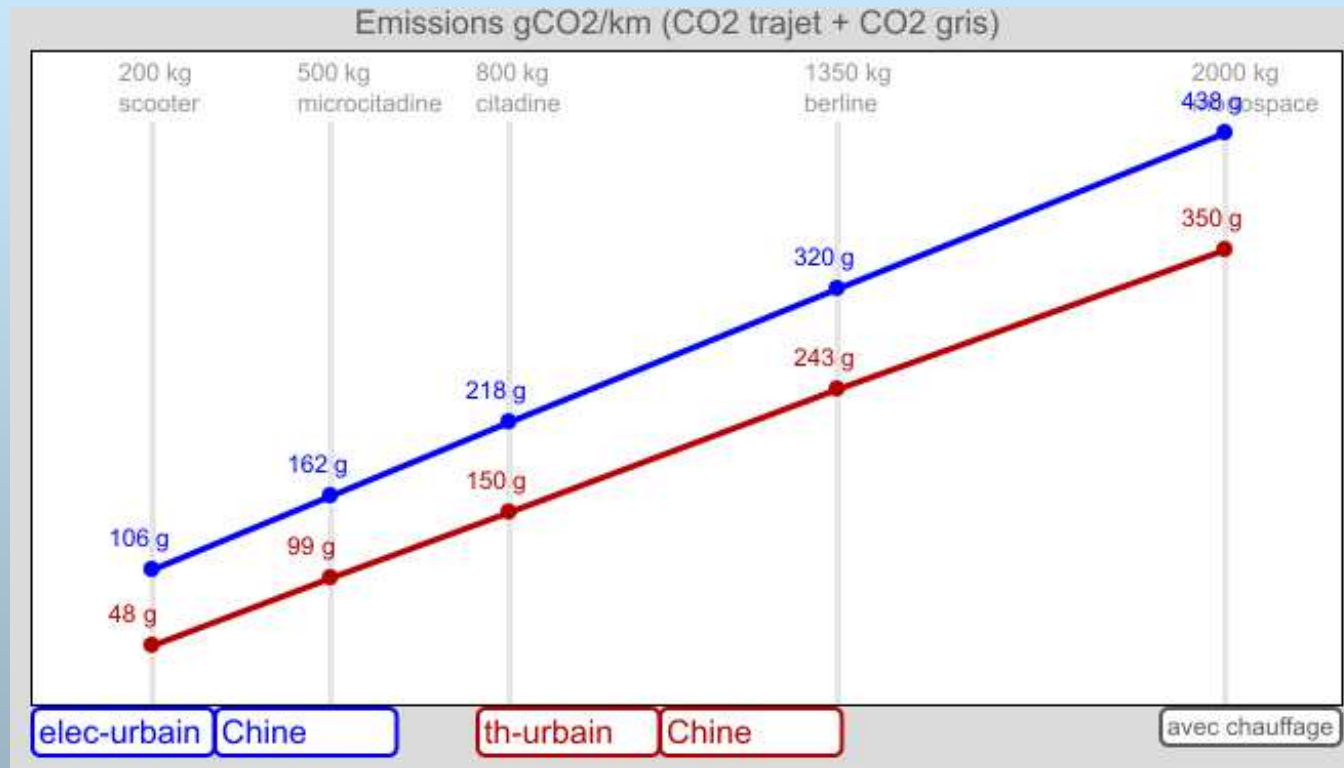
Conclusion n°1: Les grosses voitures engendrent des émissions doubles des petites. Un résultat connu, mais qui concerne... tout le monde!

# Thermique ou électrique? (mix France 2010)



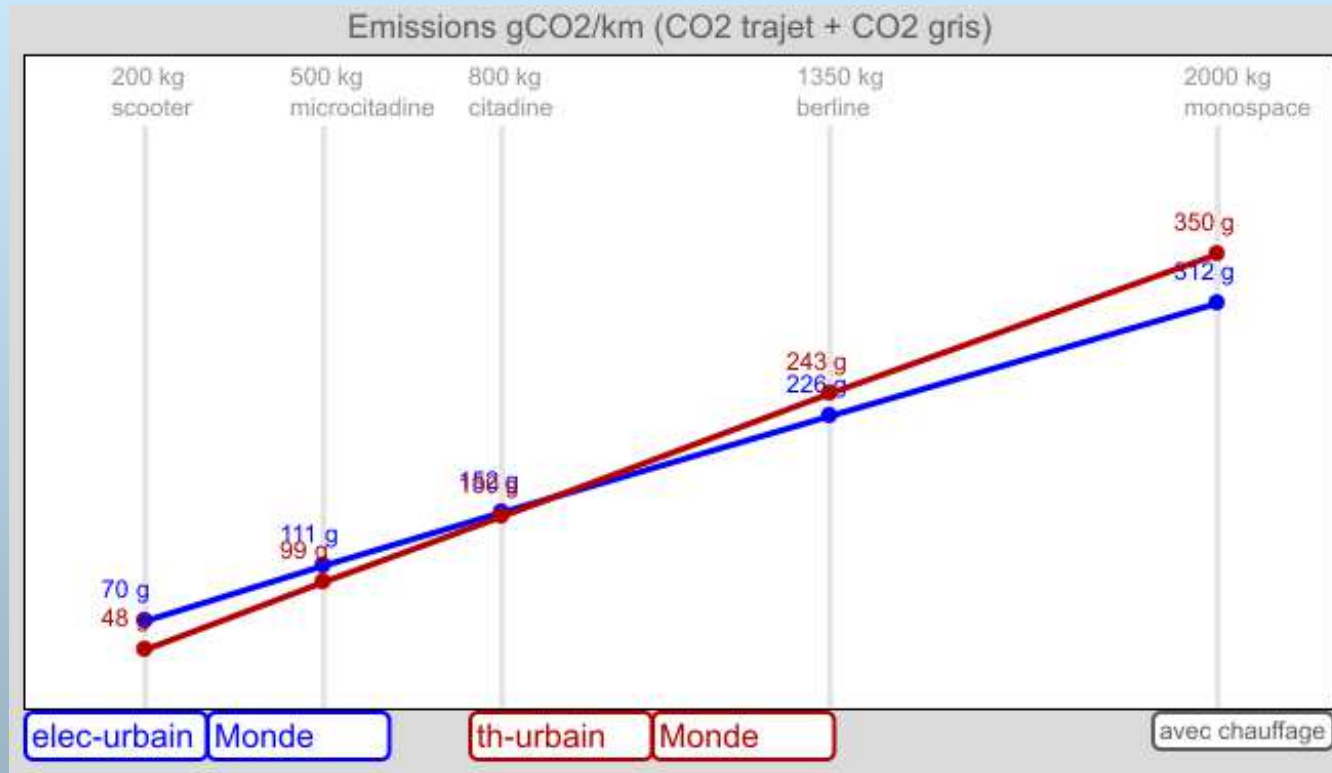
Le véhicule électrique fait 2 fois mieux que le véhicule thermique. Mais il est loin d'être "0 g CO<sub>2</sub>". Un petit véhicule thermique n'est pas si mal. En fait, le carbone gris devient prépondérant dans le bilan final quand le véhicule devient optimisé (d'où la nécessité de le préciser). Le chauffage d'un véhicule électrique représente jusqu'à 20% des émissions.

# Thermique ou électrique? (mix Chine 2010)



En Chine, un véhicule électrique est, à ce jour, pénalisant du point de vue du CO<sub>2</sub>. L'urgence est clairement d'améliorer la qualité du mix énergétique.

# Thermique ou électrique? (mix monde 2010)



Conclusion n°2: Il est connu que le bilan carbone du véhicule électrique est étroitement dépendant du système de production d'électricité. Au niveau mondial selon notre analyse (2011), le gain est négligeable en l'état actuel des mix énergétiques.

A bilan carbone égal, le choix du véhicule électrique est défendable (santé...)

En vue d'atteindre un facteur 4 de réduction des émissions résultant des transports, les questions suivantes sont donc centrales:

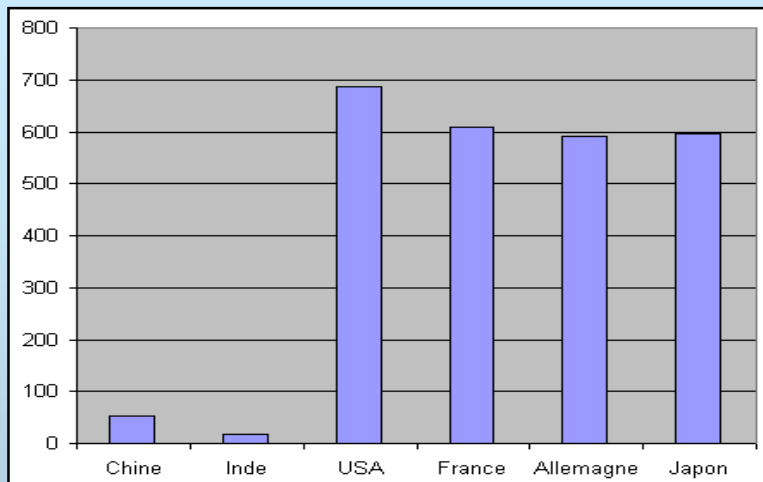
Comment va évoluer le parc automobile mondial ?

Comment va évoluer la géographie de la mobilité terrestre ?

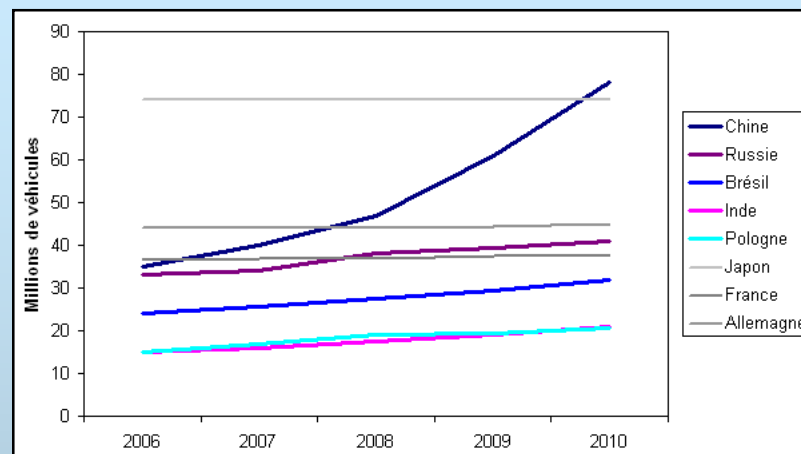


# Parcs OCDE vs BRIC

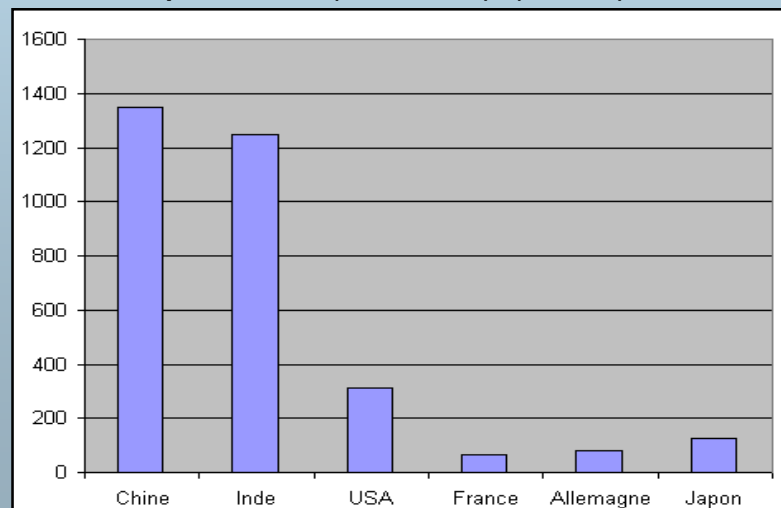
Nb véhicule pour 1000 personnes (2010)



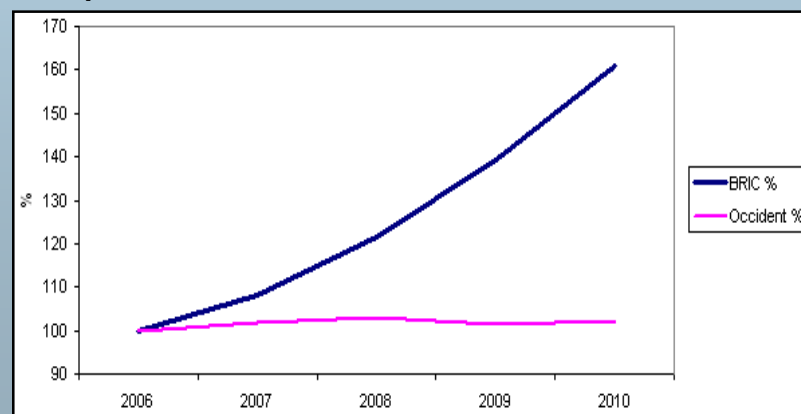
Nombre de véhicules par pays (en millions)



Population (millions) (2010)



Croissances comparées (en pourcentage) des parcs de véhicules OCDE et BRIC



Une augmentation de l'ordre du milliard d'unités du parc automobile au sein des pays du BRIC est plausible. Certaines analyses annoncent des chiffres supérieurs.

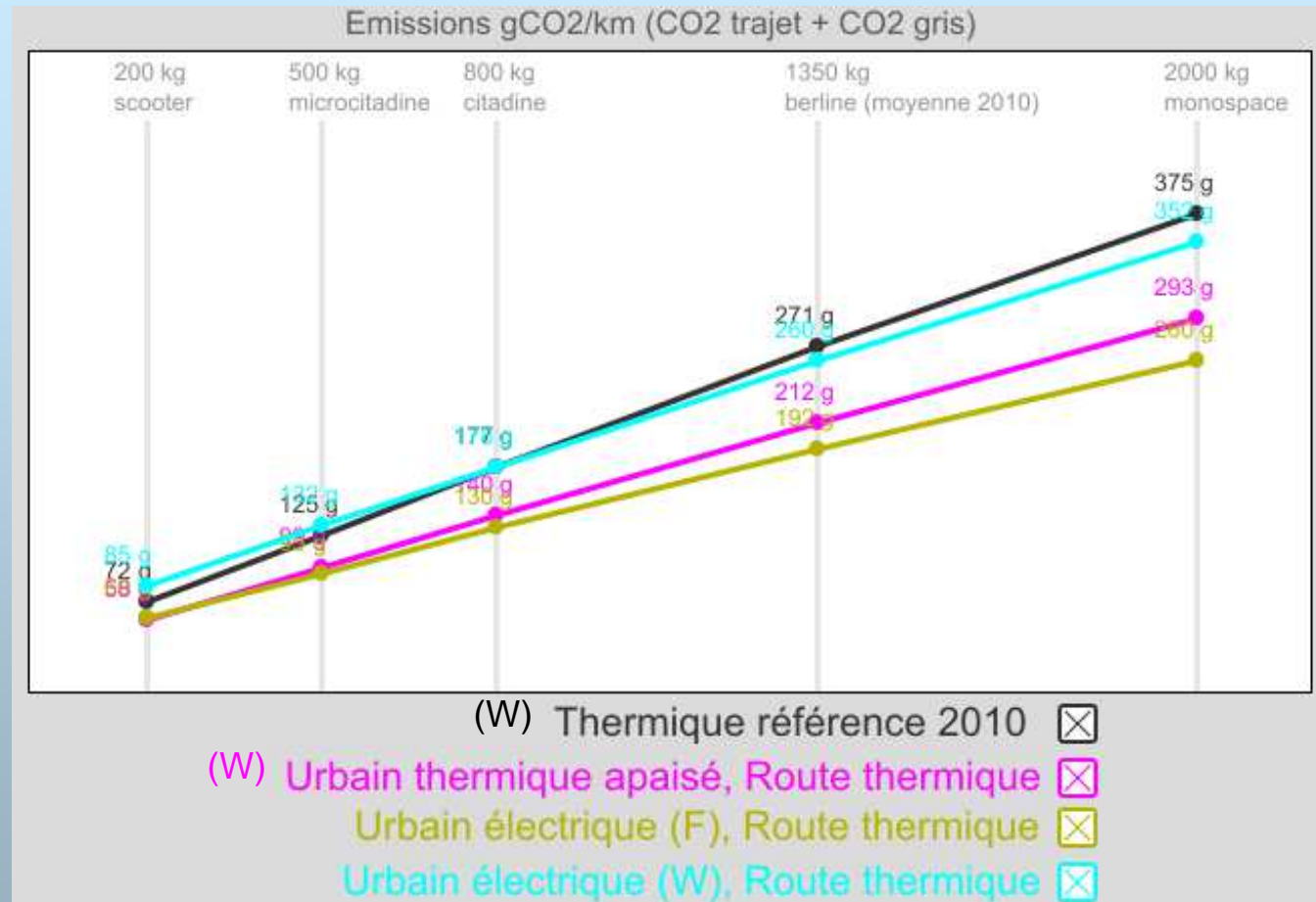
Le modèle permet d'étudier de nombreuses pistes d'actions

Elles sont centrées autour :

- De l'organisation de nos déplacements
  - du choix des bons véhicules

# Par exemple: le profil de vitesse

Electrique ou apaisé ?

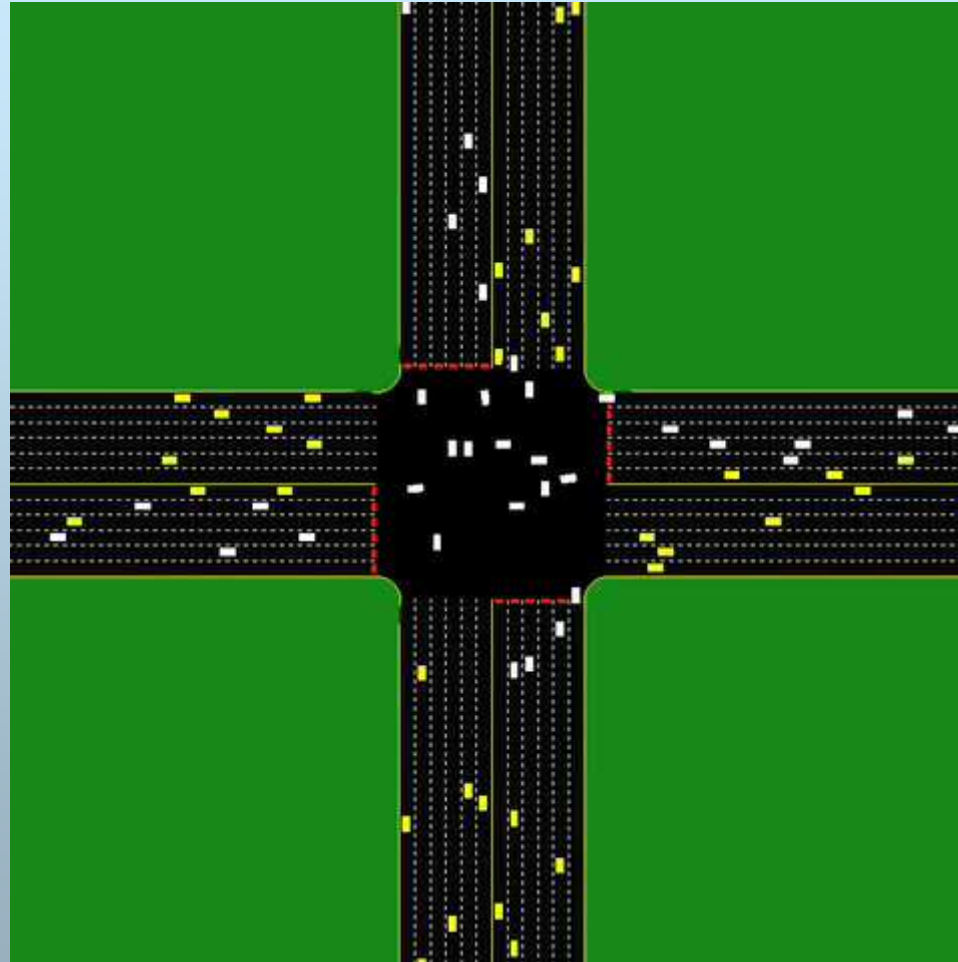


Conclusion n°3: Les gains apportés par une conduite régulière sont du même ordre (20%) que ceux apportée par un véhicule électrique sous mix énergétique français. Mais ils sont exploitables au niveau mondial. Nous devons donc investiguer les mécanismes de régulation (infrastructures, régulations, organisation). Et enfin, les deux gains sont cumulables.

Une ville sans feux rouges ni ronds-points aux carrefours, vous n'y croyez pas?



On y travaille, pourtant...



(Source: Peter Stone, Dept. Of Computer Science, Univ. Of Texas, Austin)

# Exemple de scénario facteur 8

(facteur 4 pour deux fois plus de véhicules)

Véhicule moyen 2010:  
Véhicule thermique  
1300 kg, SF = 2.8 m<sup>2</sup>, rdt=0.2  
Durée de vie= 10 ans (130000 km)  
Remplissage: 1.36 pers./voiture

107 MT CO<sub>2</sub>/an

Véhicule ville:  
VE (électricité mix monde)  
440 kg, SF = 1,8 m<sup>2</sup>  
Sans chauffage  
Durée de vie= 12 ans  
Trafic fluide 20 km/h  
Remplissage: 2,2 pers./voiture

Véhicule route:  
Véhicule hybride, rdt th.=0.25  
700 kg, SF = 1,4 m<sup>2</sup>, cx=0,168  
Durée de vie= 15 ans (200000 km)  
Trafic fluide 65 km/h  
Remplissage: 2,2 pers./voiture

13,5 MT CO<sub>2</sub>/an

Ces choix ne sont pas anodins: ils engagent TOUS les acteurs en présence.

# Considérations économiques résultant du modèle

Analyse: France	Carburant	Electricité	Coût énergie	TIPP	Loc batterie (50 à 150€/mois)	total
Ref 2010	25 GI		11 G€	22 G€		33 G€
Vu elec. Vr therm.	12 GI	51 TWh	4 G€ 5 G€	10 G€	19 G€	38 G€ ↗
Tout elec. (non réaliste)		91 TWh	8 G€		28 G€	47 G€ ↗

Conclusion n°4 et question:

Vu du particulier: le modèle économique actuel du VE semble à peu près en prolongement du coût de nos véhicules actuels.

Vu de la collectivité: Cela se passe comme si la TIPP transitait progressivement du trésor public vers les loueurs de batterie.

# Conclusions

- Facteur 4, voire 8: possible, dit la physique.
- Plausible également, du point de vue technologique.
- Et les choix correspondants suggèrent fortement de reconsidérer nos habitudes.
- Le voulons-nous?



# Scénario 1 : Paramètres de référence 2010

Variation CO2 (mix EU) 0 % . Variation financière: 0 % (versus référence 2010)

Verbatim

# Facteur10

Simulateur physique de mobilité terrestre  
Impacts micro- et macro-environnementaux  
Impacts macroéconomiques



dist. parcourue 1.0 km  
vit.moy urbain 18.4 km/h

nb persn/veh 1.36 chauffage avec % urbain/tot 60 km moy/an 13000

Véhicule urbain	masse(kg)	surpoids batt.	SF (m2)	Cx	Cr	Egrise TC/Tve	durée vie ans	masse réelle	rendement	rdt freinage	co2gris/km	
Parcours NEDC urbain (1 km en 3'15)	Thermique	1350	0.12	2.2	0.32	0.012	1.5	10	1350	0.2	0.	57.1

step	t (sec)	v (km/h)	z (m)	delta-x (m)	cumul-x (m)	vit. moy. (km/h)	delta-z (m)	cumul-z + (m)	cumul-z - (m)	W cin. + (kJ)	W cin. - (kJ)	W pot. + (kJ)	W pot. - (kJ)	W aéro. (kJ)	W rout. (kJ)	Σ Wi (kJ)	cumul ΣWi (kJ)	P inst. (kW)	P inst. (ch)
0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	11	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	15	15	0	8.33	8.33	2.00	0.00	0.00	0.00	11.72	0.00	0.00	0.00	0.03	1.32	13.07	13.07	2.25	3.07
3	23	15	0	33.33	41.67	6.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.24	5.30	5.54	18.61	0.69	0.94
4	28	0	0	10.42	52.08	6.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	1.66	1.69	20.31	0.00	0.00



dist. parcourue 6.9 km  
vit.moy. route 61.8 km/h

Véhicule route	masse(kg)	surpoids batt.	SF (m2)	Cx	Cr	Egrise TC/Tve	durée vie ans	masse réelle	rendement	rdt freinage	co2gris/km	
Parcours NEDC route (6.9 km en 6'40)	Thermique	1350	0.12	2.2	0.32	0.012	1.5	10	1350	0.2	0.	57.1

step	t (sec)	v (km/h)	z (m)	delta-x (m)	cumul-x (m)	vit. moy. (km/h)	delta-z (m)	cumul-z + (m)	cumul-z - (m)	W cin. + (kJ)	W cin. - (kJ)	W pot. + (kJ)	W pot. - (kJ)	W aéro. (kJ)	W rout. (kJ)	Σ Wi (kJ)	cumul ΣWi (kJ)	P inst. (kW)	P inst. (ch)
0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	20	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	24	15	0	8.33	8.33	1.25	0.00	0.00	0.00	11.72	0.00	0.00	0.00	0.03	1.32	13.07	13.07	1.67	2.27
3	27	15	0	12.50	20.83	2.78	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	1.99	2.08	15.15	0.69	0.94
4	36	35	0	62.50	83.33	8.33	0.00	0.00	0.00	52.08	0.00	0.00	0.00	1.46	9.93	63.48	78.63	3.96	5.38

Bilan énergétique physique par véhicule sur parcours urbain	110.4	Wh/véhicule.km soit par rapport à référence 2010	0	%	Surf PV requise urbain	0.0	m2/vehicule.jour	France, Sud, 30°, décembre. CO2 gris
Bilan énergétique physique par véhicule sur parcours route	138.6	Wh/véhicule.km soit par rapport à référence 2010	0	%	Surf PV requise route	0.0	m2/vehicule.jour	liée à prod. du stockage non compté.

BILAN ENERGETIQUE GLOBAL	urbain	route	total																
Part énergétique provenant de carburants fossiles:	131	109	240	TWh/an soit	23	Glitres/an soit pour 1 baril à	100	\$ soit import =	10	GE soit avec taxes	31	GE/an carburant à la pompe							
Part énergétique provenant de centrales électriques:	0	0	0	TWh/an soit	0	tranches EPR soit:	0	GE + loc accu	0	GE + elec.	0	GE soit total/an	0	GE/an dont amort. EPR 30 ans					
Part énergétique d'origine photovoltaïque:	0	0	0	TWh/an soit	0	km2 PV soit pour 1 m2 à	1000	€, coût total PV =	0	GE soit total/an	0	GE/an dont amort. PV 30 ans							
Référence bilan énergétique global 2010:	240			TWh/an	Par rapport à la situation 2010: gain de								0	GE/an					

BILAN CO2 GLOBAL VP France:	base mix EU	102	millions de tonnes/an soit gain de	0	millions de tonnes/an par rapport à la situation de référence 2010, soit 102 MT/an
dont co2 hors gris émis lors des parcours:	63	millions de tonnes/an soit gain de	0	millions de tonnes/an par rapport à la situation de référence 2010, soit 63 MT/an	

Bilan co2 détaillé par poste et pays	mix F	mix Roumanie	mix Pologne	mix USA	mix Chine	mix EU	mix Monde	ref 2010	Emissions CO2 par véhicule	variation vs 2010
contribution CO2 parcours urbain (1)	87	87	87	87	87	87	87	87	g/(fraction urbaine de 1 km)	0 %
contribution CO2 parcours route (1)	73	73	73	73	73	73	73	73	g/(fraction route de 1 km)	0 %
CO2 gris fab. des outils de prod. (2)	40	40	40	40	40	40	40	40	g/km	0 %
CO2 gris véhicule urbain (3)	34	34	34	34	34	34	34	34	g/(fraction urbaine de 1 km)	-0 %
CO2 gris véhicule route (3)	23	23	23	23	23	23	23	23	g/(fraction route de 1 km)	-0 %
TOTAL par véhicule CO2/km	257	257	257	257	257	257	257	257	g/km	-0 %

(1) CO2 émis par les carburants fossiles consommés (gasoil ou prod. électrique). (2) CO2 émis par la fabrication des installations de production (fab. de raffineries, centrales, panneaux PV). (3) CO2 émis par la fabrication du véhicule.

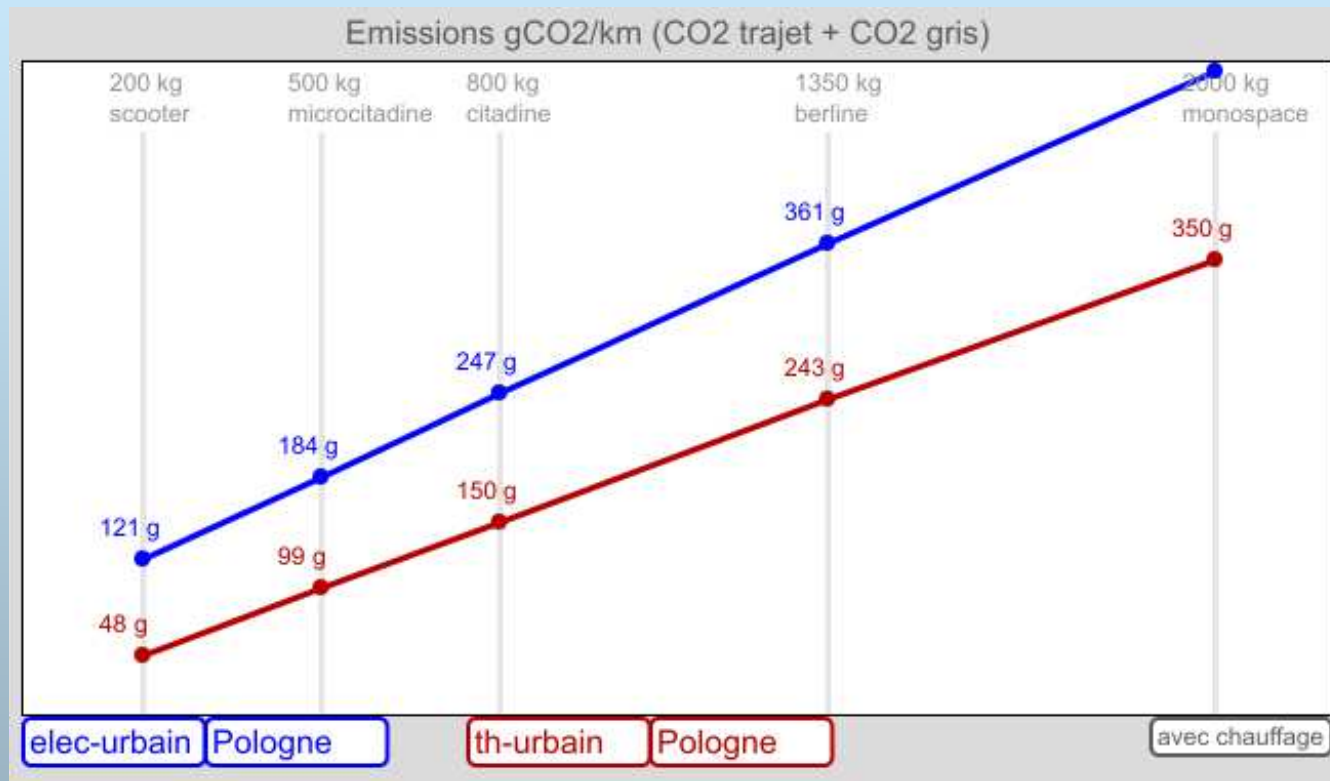
p todo\_list

p init-to-2010-current-values

p dbclic-2-see-physical-param.

p dbclic2edit-PV-parameters

# Thermique ou électrique? (mix Pologne 2010)



Croissance 2012 probable en Pologne: 3.5 à 4% (la plus forte d'Europe)