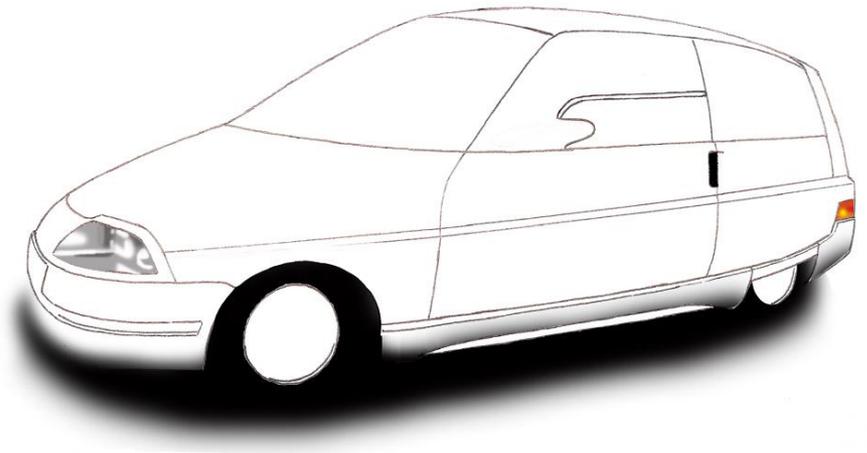


Pourquoi la voiture du futur ne pèse que 500 kg?



Nicolas Meilhan
Ingénieur Conseil, Frost & Sullivan

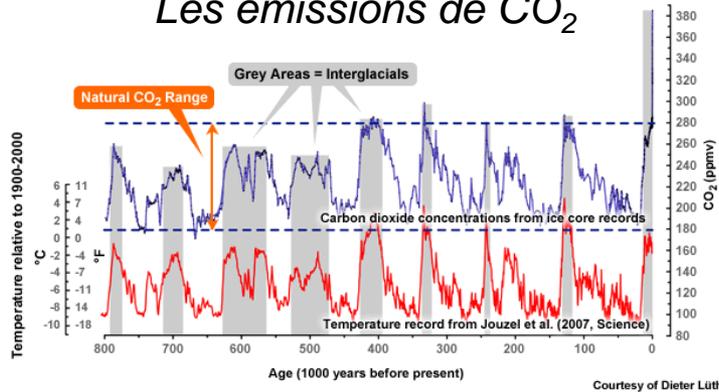
Septembre 2014

7 défis majeurs sont à prendre en compte pour concevoir la mobilité de demain

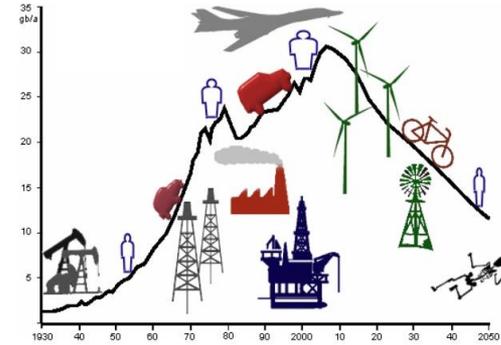
Les émissions de CO₂ & l'épuisement des énergies fossiles, la pollution atmosphérique, les bouchons et le stationnement ainsi que l'emploi et la balance commerciale

2 défis globaux

Les émissions de CO₂



L'épuisement des énergies fossiles



3 défis locaux

La pollution



Les bouchons



Le stationnement



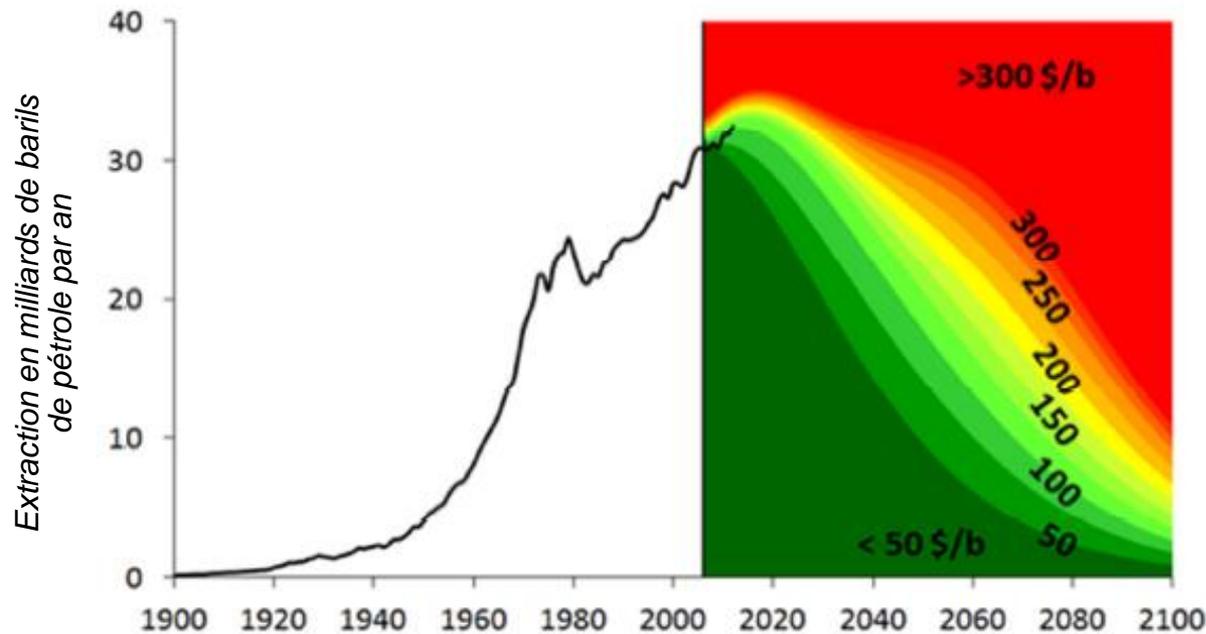
2 défis économiques – l'emploi & la balance commerciale

Le vélo pour tous, c'est pour quand?

Pas forcément pour tout de suite, mais si l'on ne réduit pas significativement la consommation d'énergie des voitures, cela risque d'être pour très bientôt!

Extraction d'hydrocarbures liquides

- 1900 à 2100 -



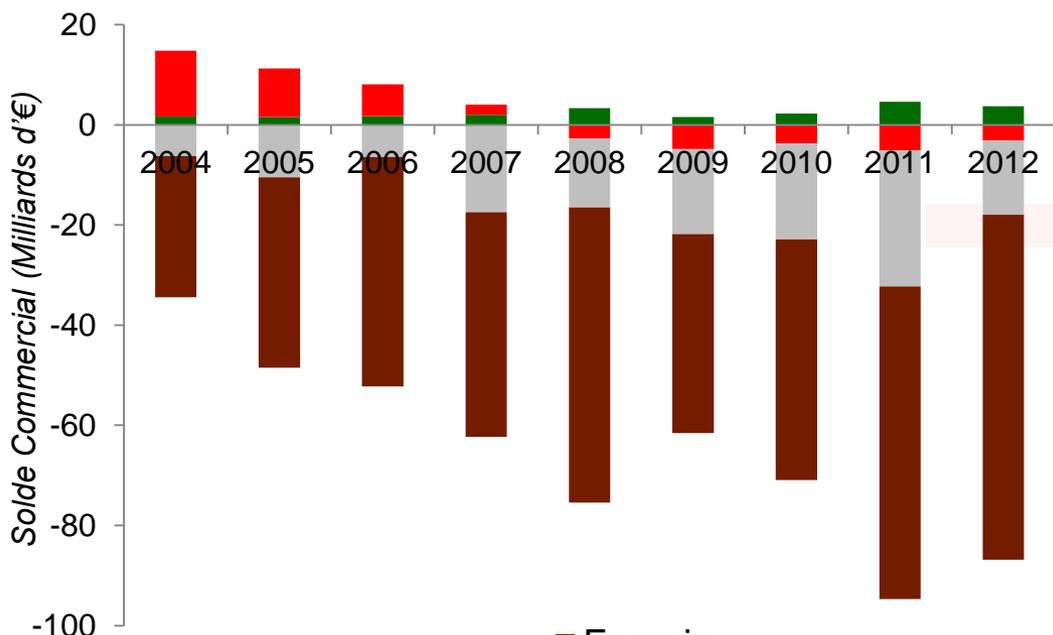
- Les véhicules très peu voraces en pétrole et économiquement très accessibles (pas cher donc simple techniquement cf Logan) ont de l'avenir
- Au Japon, 40% des voitures vendues en 2012 - 2 millions en tout - étaient de Kei-cars – mini voitures de 3,5m et 660 cc maximum

« En France, on n'a pas de pétrole, mais on a des idées »

85% de la dégradation de 65 Mrds d'€ du solde commercial français entre 2004 et 2012 est due à l'augmentation des importations d'énergies fossiles et au déclin de notre industrie automobile

Evolution du solde commercial par produit de 2004 à 2012

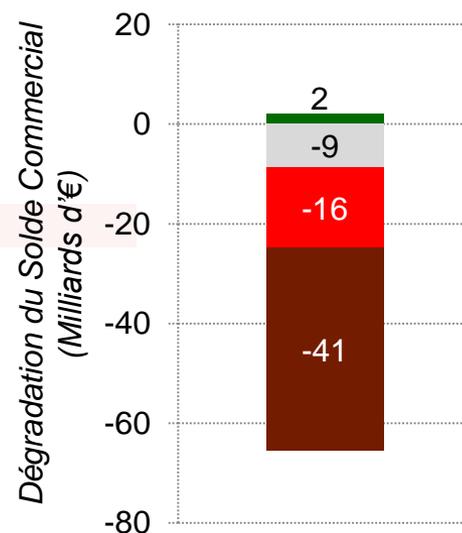
- Mrds d'€ -



- Energie
- Industrie manufacturière (hors pétroles raffinés et automobile)
- Industrie Automobile
- Agriculture

Dégradation du solde commercial entre 2004 et 2012 par produit

- Mrds d'€ -

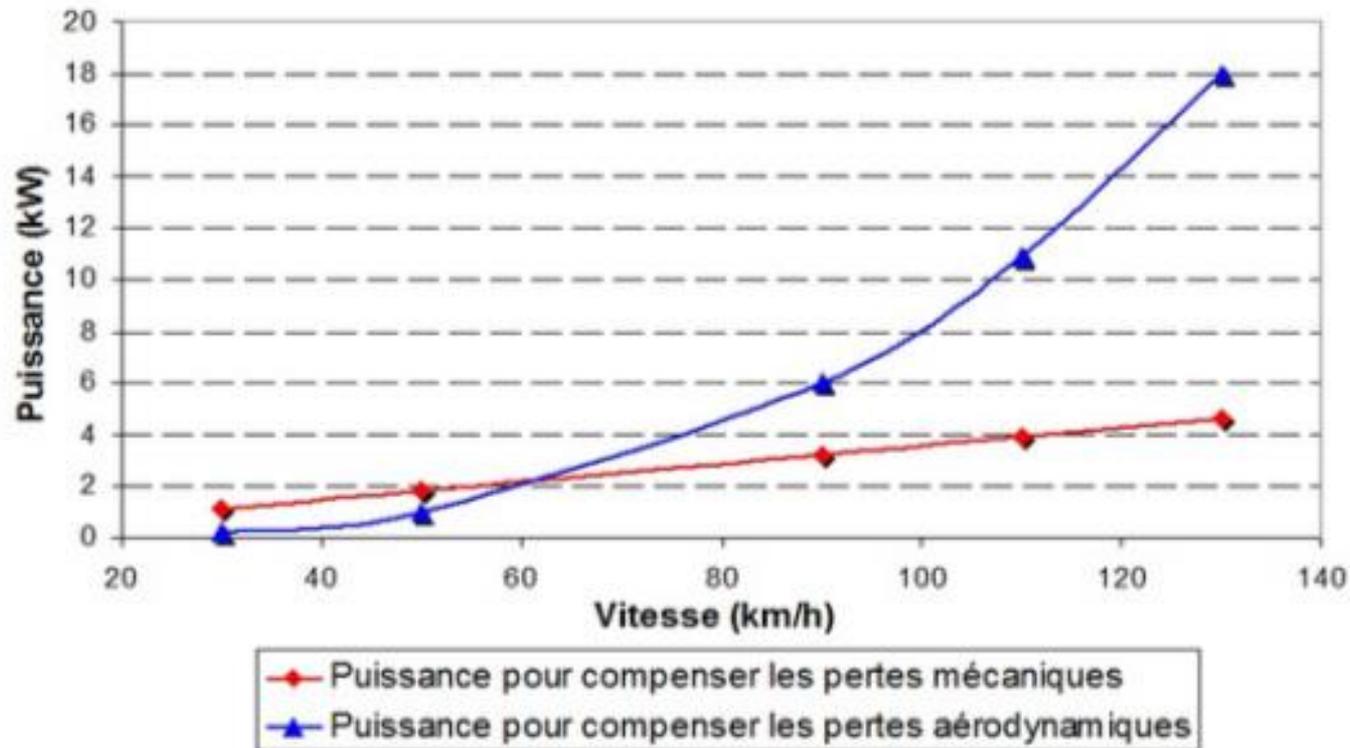


Source : <http://lekiosque.finances.gouv.fr>

Qu'est-ce qui consomme de l'énergie dans notre voiture?

A moins de 60 km/h, c'est le poids qui a le plus d'impact sur la consommation d'énergie.
A plus de 60 km/h, en dehors des villes, c'est l'aérodynamisme

Puissance nécessaire pour vaincre les forces de frottement mécanique et aérodynamique, en ordre de grandeur



Au delà des frottements, c'est la variation de vitesse qui nécessite de l'énergie
→ les accélérations, qui reviennent à faire acquérir une énergie cinétique à une masse

Source : Gregory Launay - www.gnesg.com

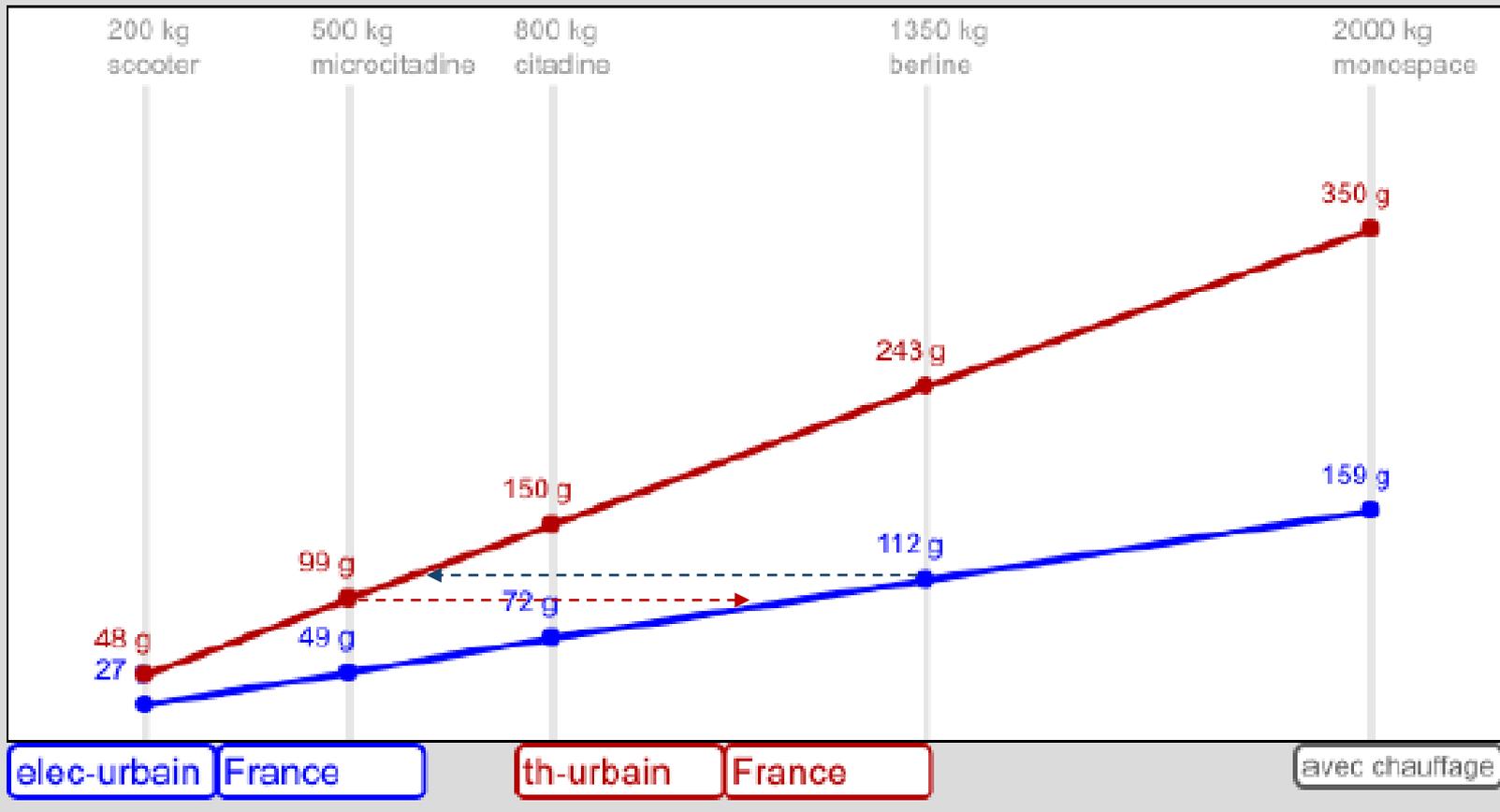
Comment réduire efficacement la consommation d'énergie des voitures?

Et si on réduisait significativement la taille (et le poids) de nos voitures?

Emissions totales de CO2

- Voiture thermique vs. voiture électrique, France-

Emissions gCO2/km (CO2 trajet + CO2 gris)

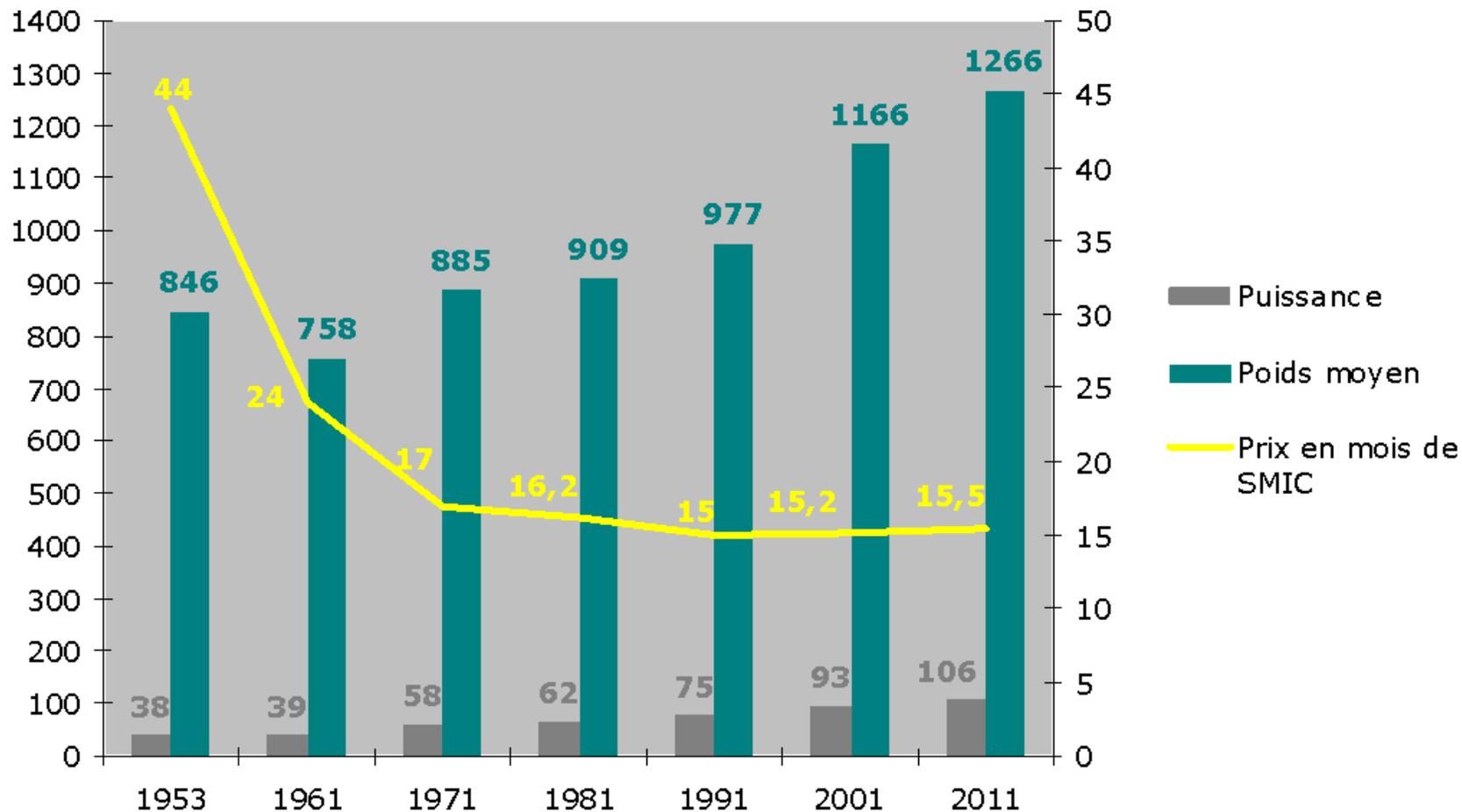


Source: CEA http://www.theshiftproject.org/sites/default/files/files/conf_tsp_ve_david_cea_0.pdf

L'évolution du poids de nos voitures depuis 50 ans

- +10 kg de plus par an, 500 kg en tout!
- Plus grandes, plus confortables, plus sûres

Evolution de la puissance, du poids et du prix du véhicule particulier - 1953 à 2011, France -

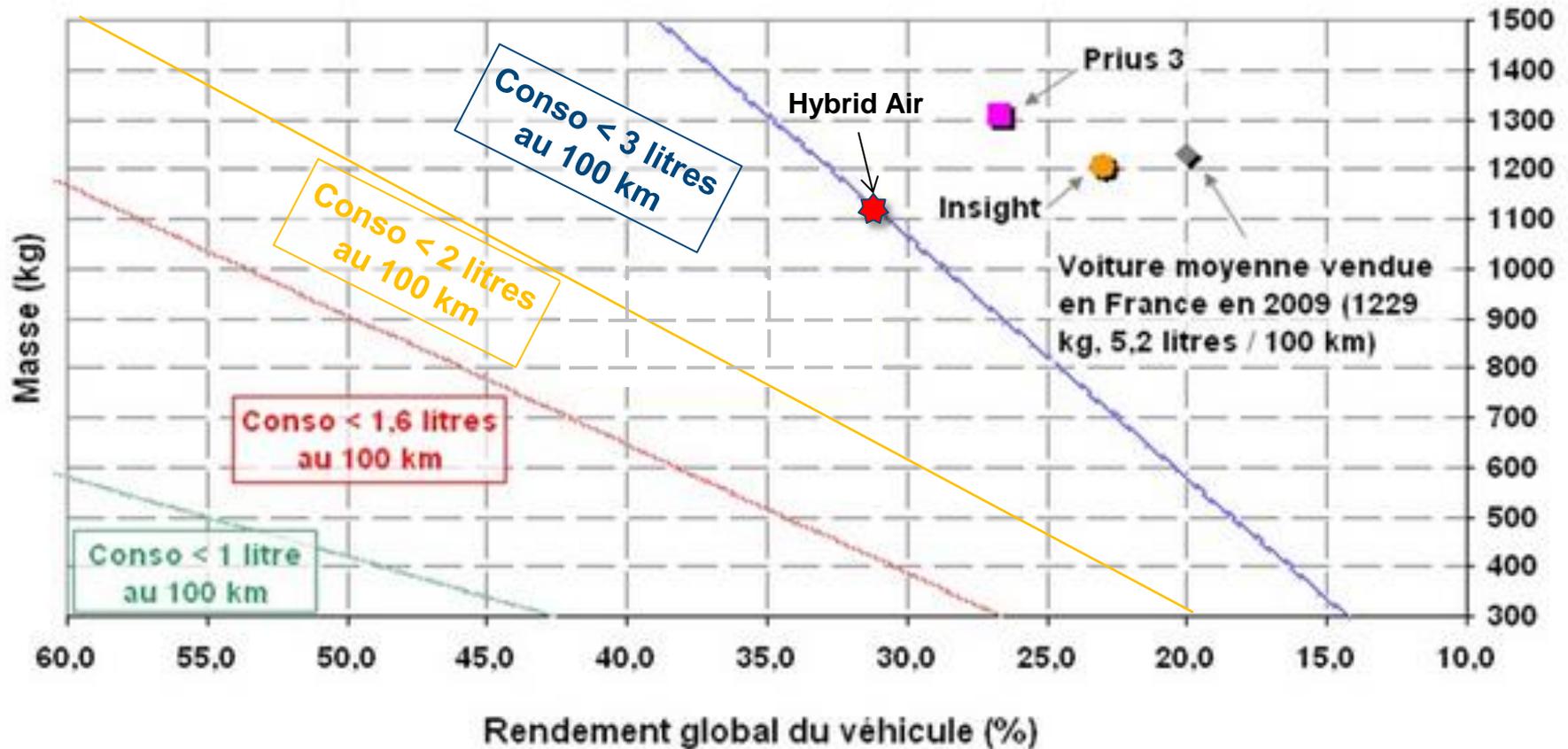


Source : L'Argus

1 L au 100 km – Impossible?

Une voiture électrique à prolongateur d'autonomie de 500 kg consommerait moins de 1L/100 km

Consommation d'une voiture en fonction de son poids et de son rendement



Source : Gregory Launay - www.gnesg.com

Basses technologies ou hautes technologies pour une arriver à 1L/100 km?

Les concept-car Vesta 2 et Eolab proposent deux chemins différents pour arriver à 1L/100 km
 → 500 kg pour un Cx inférieur à 0,19 ou 1t pour un véhicule électrique à autonomie prolongée

Renault Eolab (2014)



Renault Vesta 2 (1987)



Caractéristiques techniques	Vesta 2 Low-tech	Eolab High-tech
Poids	473 kg	955 kg
Cx	0,19	0,23
Consommation	1.94 L/100 km	1 L/100 km
Vitesse Max	138 km/h	200 km/h
Moteur essence	3 cylindres - 716 cc 20 kW	3 cylindres - 999cc 57 kW
Moteur électrique		40 kW @ 160Nm
Capacité de la batterie	-	6.7 kWh
Autonomie électrique	-	60 km

La Mathis Andraeu 333 (1946) est un très bon exemple de voiture frugale en énergie que nous pourrions suivre!

3 roues, 3 personnes, 385 kg à vide, 3 mètre 40, 3.5 Litres / 100 km, désignée il y a 2 x 33ans

MATHIS ANDREAU 333 (1946)

Description

Dimensions	3,400 m x 1,740 m x 1,425 m (L x l x h) Voie 1,5 m ; Empattement 2,3 m
Sièges	3
GMP	Bicylindre 4 temps 700 cm ³ Refroidi par liquide
Puissance	15 cv à 3000 t/min
Boite de vitesse	4 vitesses

Performances

Masse à vide [kg]	385 kg			
Charge utile [kg]	260 kg			
Cx _p [-]	0,22			
Sf [m ²]	1,887 m ²			
Sr.Cx _p [m ²]	0,41 m ²			
Vitesse max	105 km/h			
Consommation	3,5 Litres/100 km			
Vitesse moyenne [km/h]	40	50	60	70
Litres aux 100 km	1,95	2,08	2,3	2,45
Autonomie	Environ 500 km (réservoir de 18 litres)			



Une photo particulièrement rare : Le Mathis-Andraeu 333 à la pompe !



Jean ANDREAU (l'homme au béret) devant son œuvre : le Mathis-Andraeu 333

Source : Matthieu BARREAU & Laurent BOUTIN , Réflexions sur l'énergétique des véhicules routiers

A quoi ressemblera la voiture du futur dans un monde contraint en énergie?

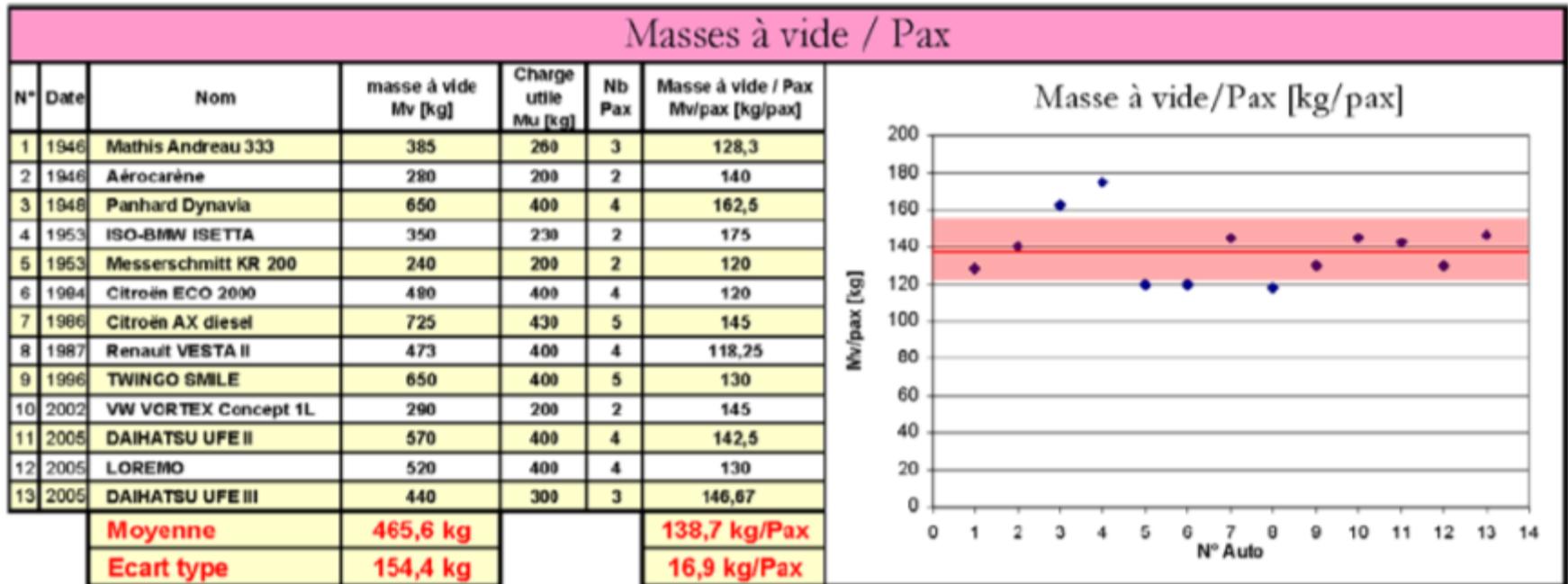
→ 4 places, une masse à vide de 600 kg, une motorisation hybride

Spécifications techniques de la voiture du future

- Véhicule 4 places
- Masse à vide de 600 kg (150 kg/pax)
- Motorisation hybride
- Consommation $\approx 1,5$ litre aux 100 km sur route* à 90 km/h
- Consommation < 1 litre aux 100 km sur trajet urbain à 50 km/h

Des exemples à suivre

Masses à vide / Pax



Source : Matthieu BARREAU & Laurent BOUTIN , Réflexions sur l'énergétique des véhicules routiers

Des voitures plus petites, c'est déjà mieux que des tanks de 2.2 t comme la Tesla S ...mais c'est encore mieux quand on monte à plusieurs dedans (covoiturage) et qu'on se la prête entre voisins (autopartage entre particuliers)!

4 possibilités pour résoudre nos problèmes de saturation d'infrastructures

Plus de routes



Des voitures plus petites



Plus de personnes par voiture



Moins de voitures



Quel est le moyen de transport le plus efficace?

Que ce soit d'un point de vue énergétique ou d'emprise au sol, le bus, le scooter et le vélo sont les moyens de transports les plus efficaces dans des espaces limités et contraints



Voiture

1,4 t 10 m² 1,3 personne
 → >1000 kg & 7.7 m² par personne



Quadricycle

500 kg 3 m² 1 personne
 → 500 kg & 3 m² par personne



Bus

12 t 42 m² 30 personnes
 → 430 kg & 1.4 m² par personne



Scooter

125 kg 2 m² 1 personne
 → 125 kg & 2 m² par personne



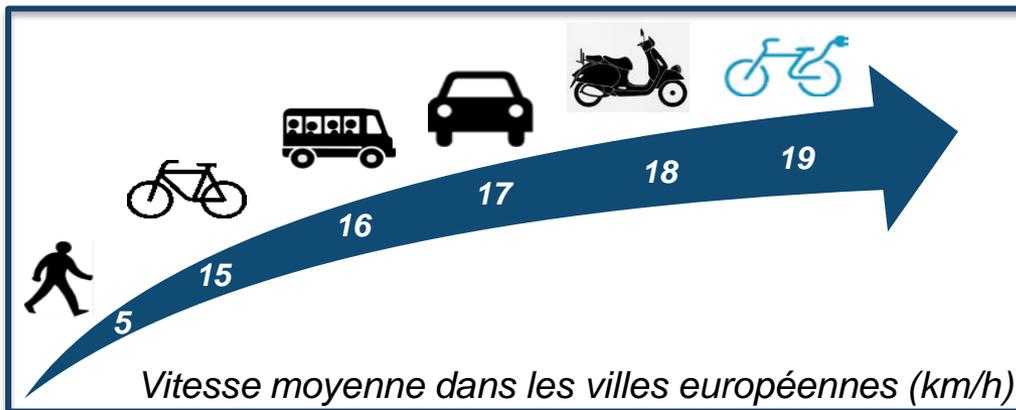
Vélo électrique

20 kg 1 m² 1 personne
 → 20 kg & 1 m² par personne



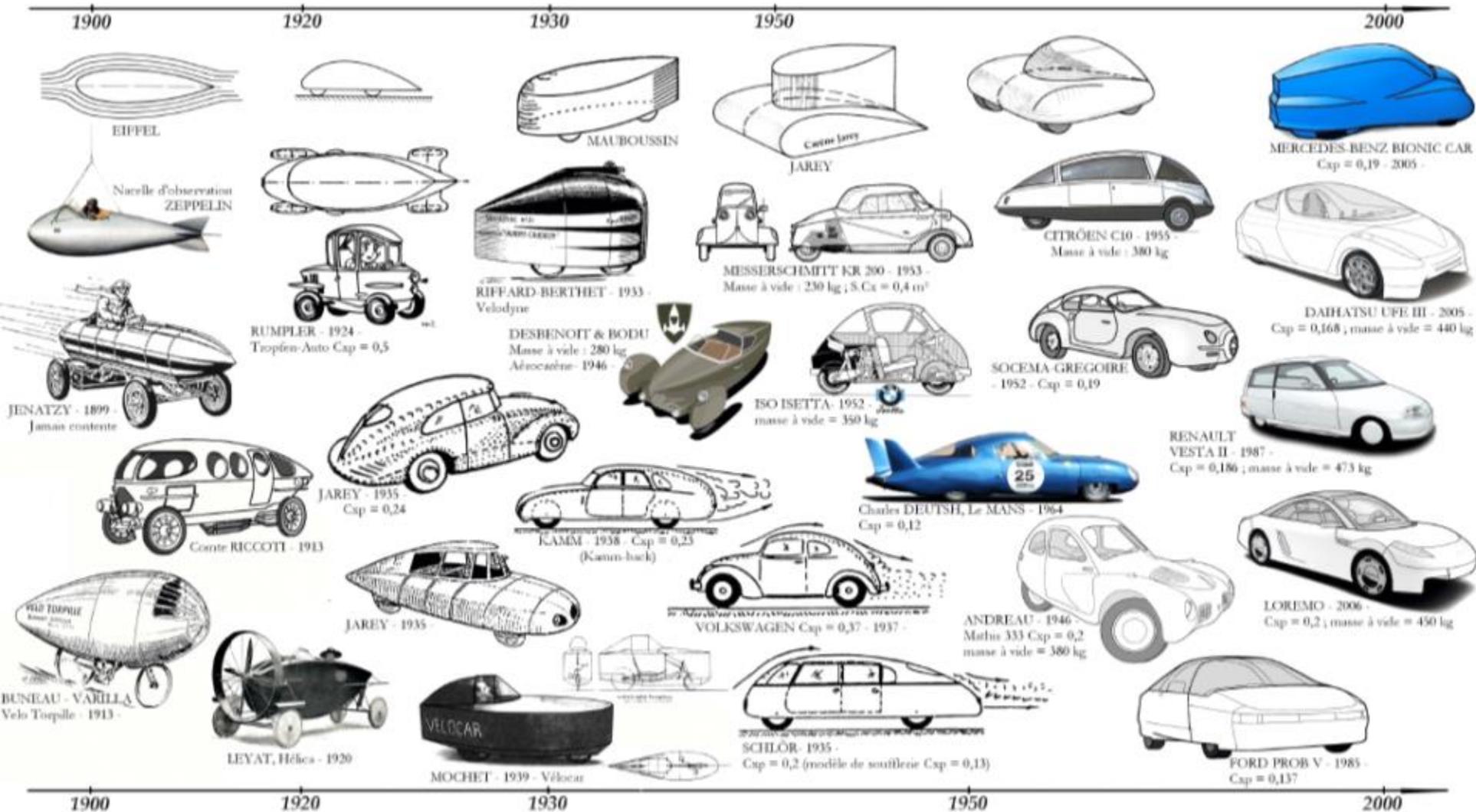
Vélo

10 kg 1 m² 1 personne
 → 10 kg & 1 m² par personne



Source: Frost & Sullivan, PREDIT, 6t - Bureau de Recherche.

Small is Beautiful & Light is Right!



Source : Matthieu BARREAU & Laurent BOUTIN , Réflexions sur l'énergétique des véhicules routiers

F R O S T & S U L L I V A N

Nicolas Meilhan

Consultant Principal
Energie & Transport

 (+33) 1 42 81 23 24

 nicolas.meilhan@frost.com

