

# **CO2 : L'APPROCHE INTEGREE**

---

**MOBILITE, INFRASTRUCTURES, MOTEURS ET CARBURANTS**



**Daniel Augello**

**Ex Directeur Délégué à la Politique Transports  
Renault s.a.s**

**Présentation ENPC 16 Mai 2008**



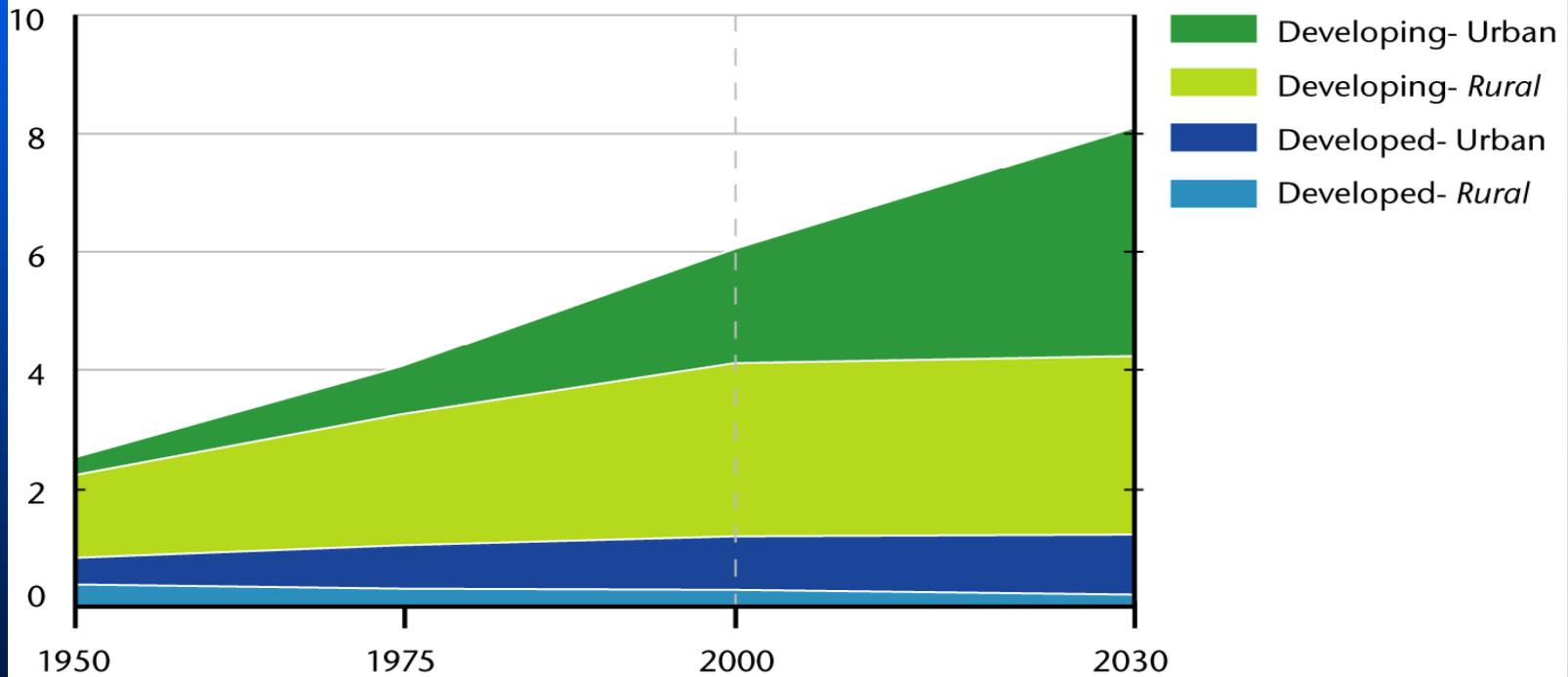
# ❖ LA MOBILITE

# Horizon 2030

## Un contexte d'explosion démographique

### Urban and rural populations, 1950-2030

Billions of People



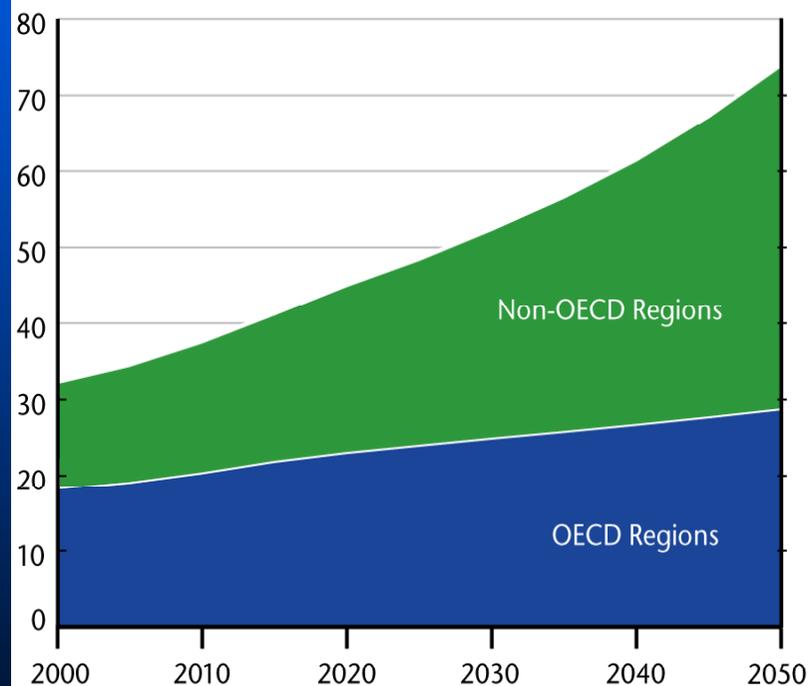
Source: Adapted from **UN 2001**

# Horizon 2030

Un accroissement très significatif des transports,  
lié au développement économique

## Personal transport activity

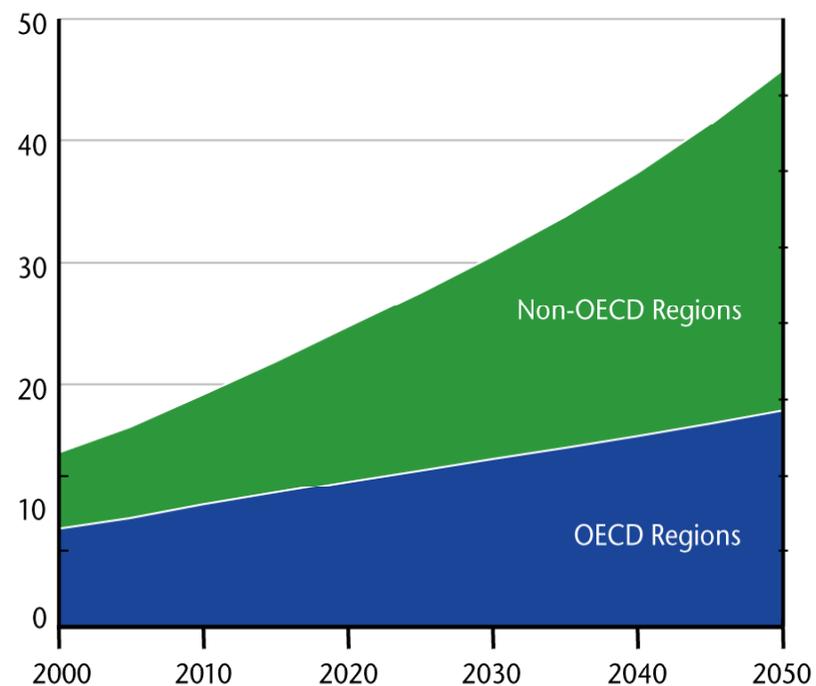
Trillions ( $10^{12}$ ) of Passenger-Kilometers/Year



## Freight transport activity

(excludes air, waterborne and pipeline)

Trillions ( $10^{12}$ ) of Tonne-Kilometers/Year

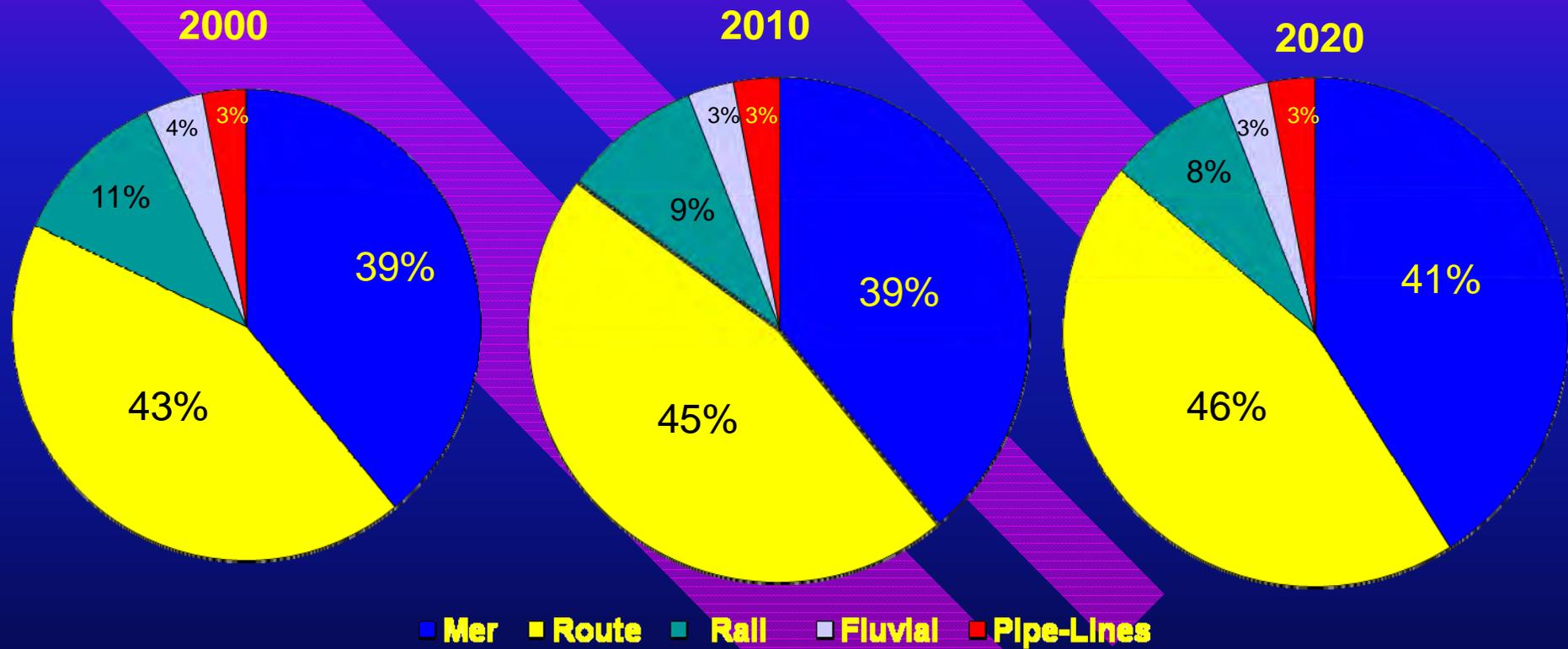


De fortes potentialités de développement des modes alternatifs à la route et à l'aérien, économes en gaz à effet de serre :

- ♦ dans les grandes agglomérations
- ♦ avec les TGV
- ♦ sur les axes fret massifiés...

... mais le mode routier restera prédominant

# EVOLUTION DE LA REPARTITION MODALE POUR LE TRANSPORT DE MARCHANDISES ENTRE 2000 ET 2020 EN EUROPE

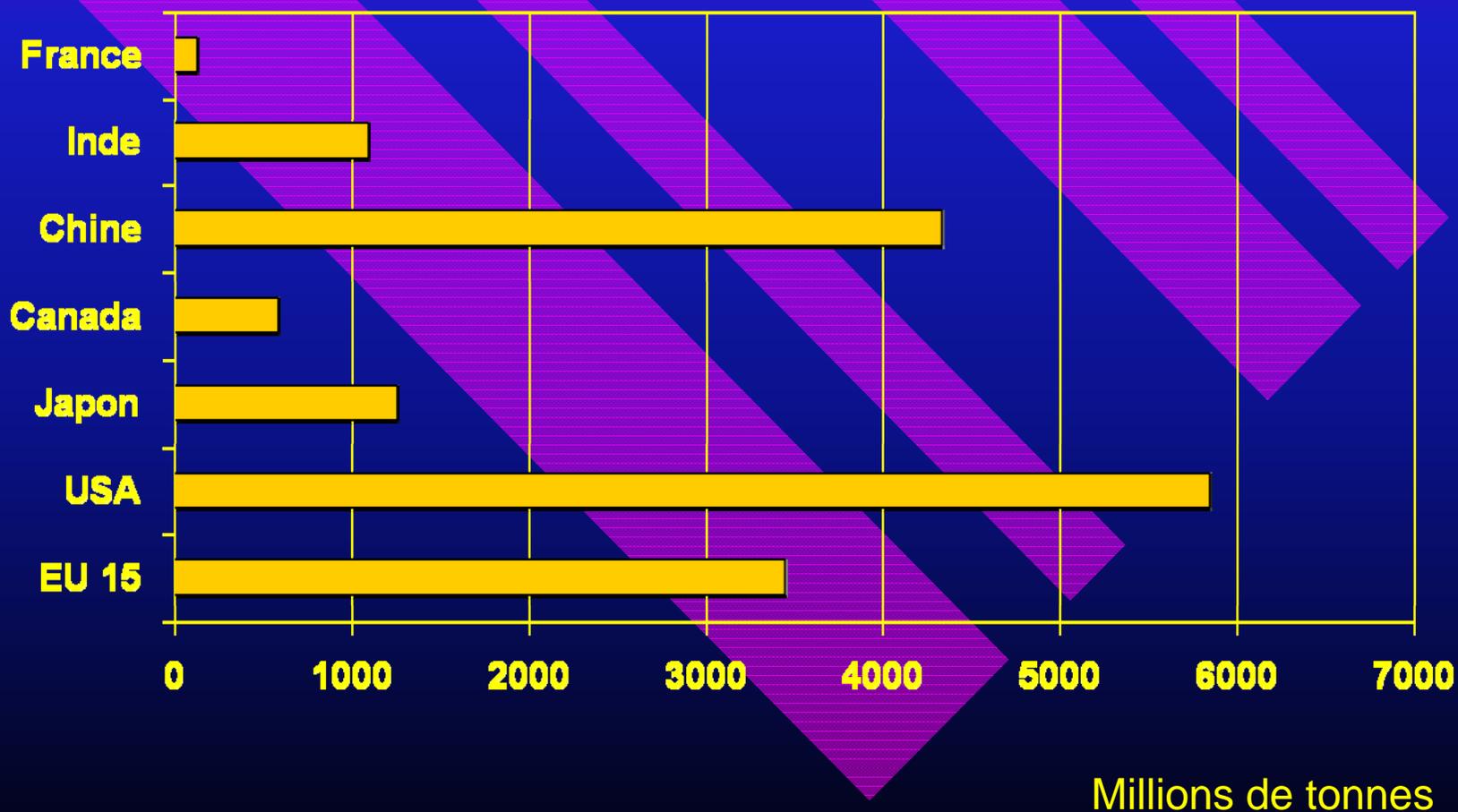




❖ LE CO2

# CO2

## Émissions dans le monde (2003)



Source: Nations Unies UNFCC, WRI, Citepa

# UN PETIT ECLAIRAGE SUR LA CHINE

❑ En 2006 la Chine a mis en service 105 000 MW de centrales électriques ( Info Suez Mestrallet 7/02/2008) dont 90% sont des centrales à charbon  
Ceci a représenté une augmentation des émissions de CO2 de 544 millions de tonnes

❑ En 2007 la Chine a augmenté son parc automobile de 6 millions de VP et VU qui ont représentés une émission additionnelle de CO2 de 10,5 millions de tonnes

❑ Conclusion : la production annuelle additionnelle d'électricité en Chine en 2007 va émettre 52 fois plus de CO2 que les nouveaux véhicules mis sur les routes

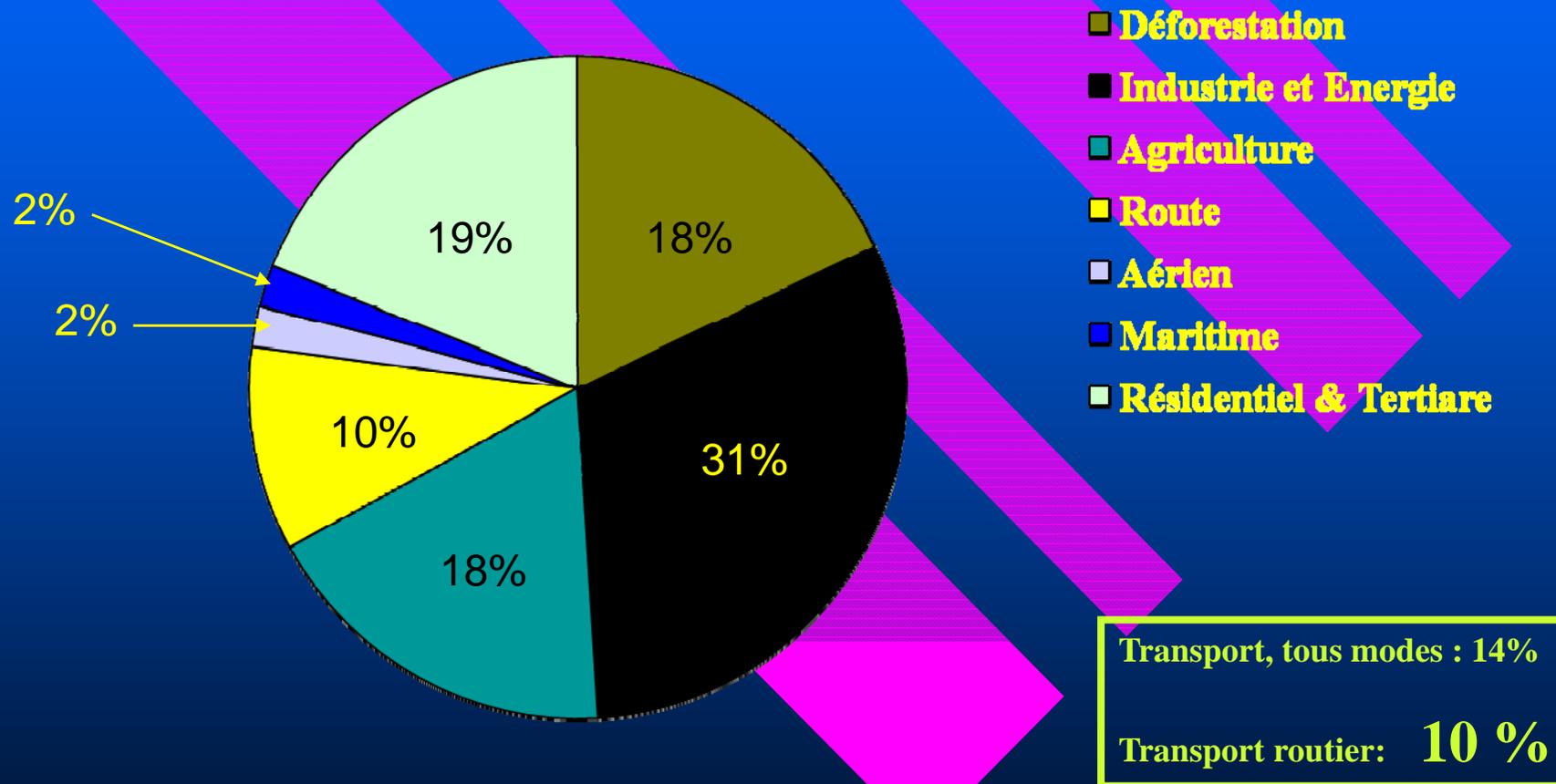
# LA FRANCE UN PAYS SOBRE EN CARBONE

❖ La France représente 1,2%\* des émissions mondiales de gaz à effet de serre alors qu'elle représente 5% du PIB mondial (source: ONU 2004)

- France : 180 tonnes de CO2 par Million de \$ de PIB
- Allemagne: 290 tonnes de CO2 par Million de \$ de PIB
- Royaume Uni: 434 tonnes de CO2 par Million de \$ de PIB
- Brésil et Mexique: 500 tonnes de CO2 par Million de \$ de PIB
- USA: 626 tonnes de CO2 par Million de \$ de PIB
- Chine et Russie: 2500 tonnes de CO2 par Million de \$ de PIB

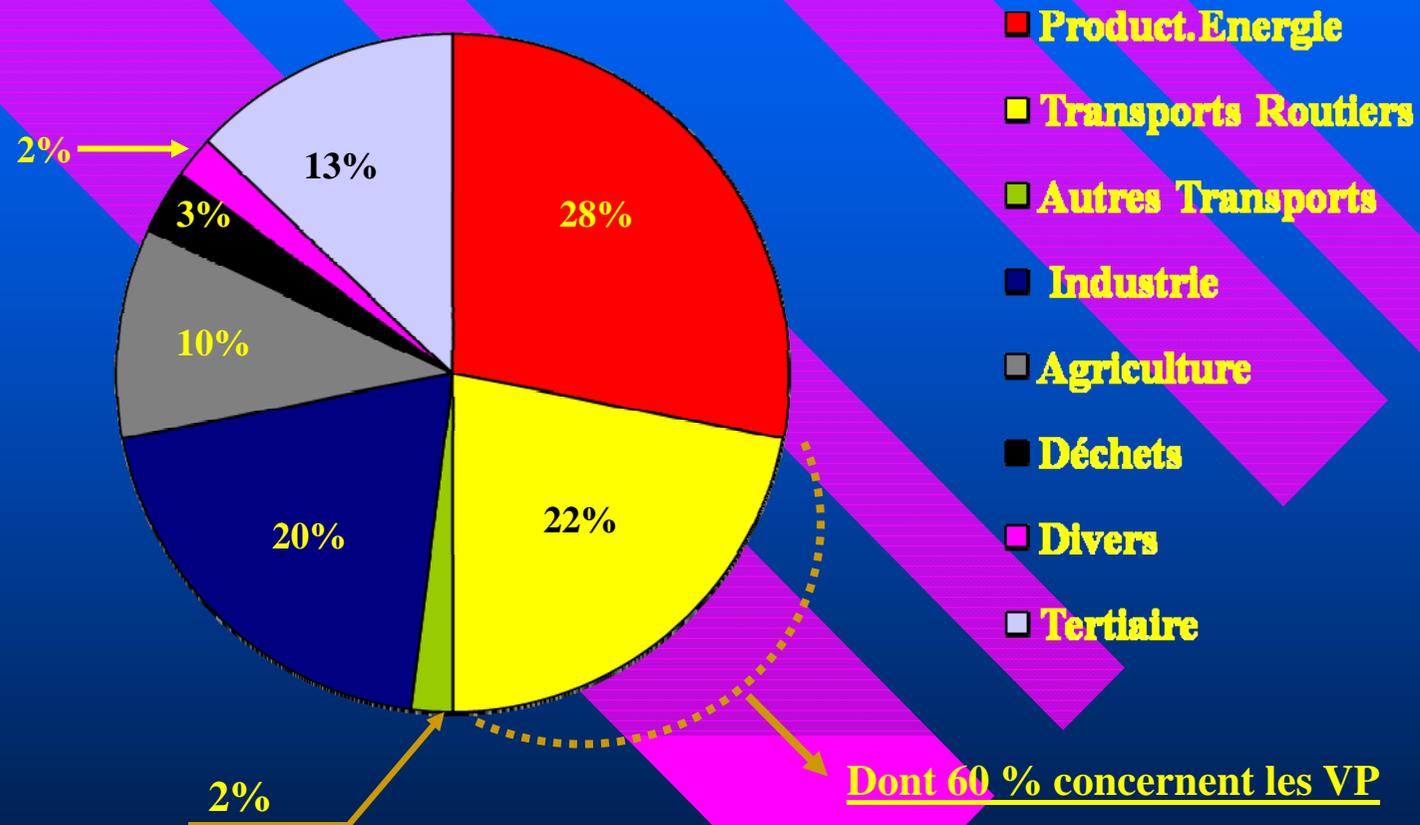
\* Les transports routiers en France représentant 24% du CO2 total français cela correspond à 0,36% du CO2 mondial

# CO2: Émissions par secteurs dans le monde 2005

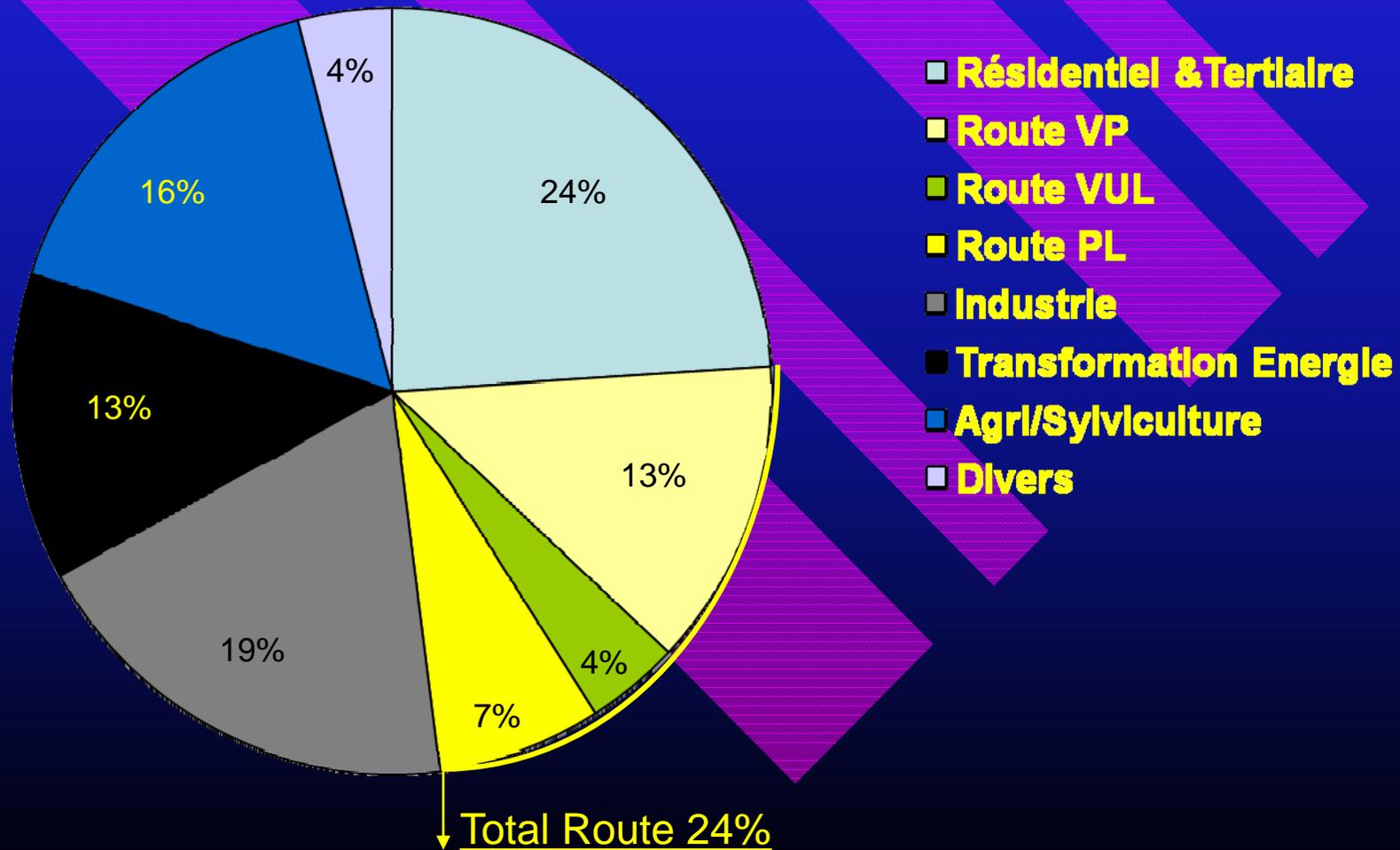


Source: World Resources Institute 2005

# CO2: Émissions par secteurs en Europe (EU15)



# CO2: Émissions par secteurs en France 2004

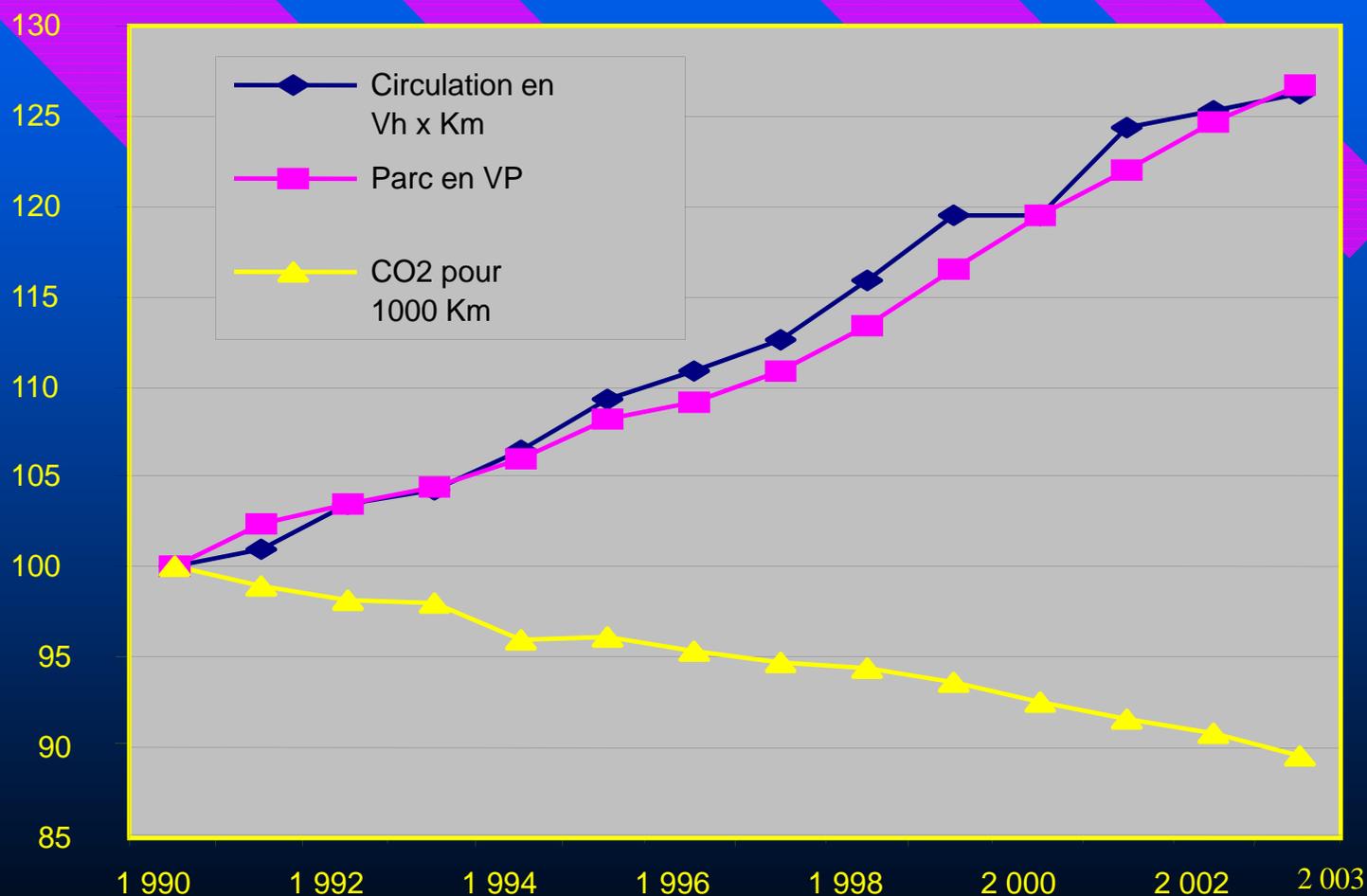


Source Citepa 2006

# France : émissions de CO2 à partir des consommations de carburants (Source : CCTN-METL)

FRANCE VP ESSENCE+GAZOLE

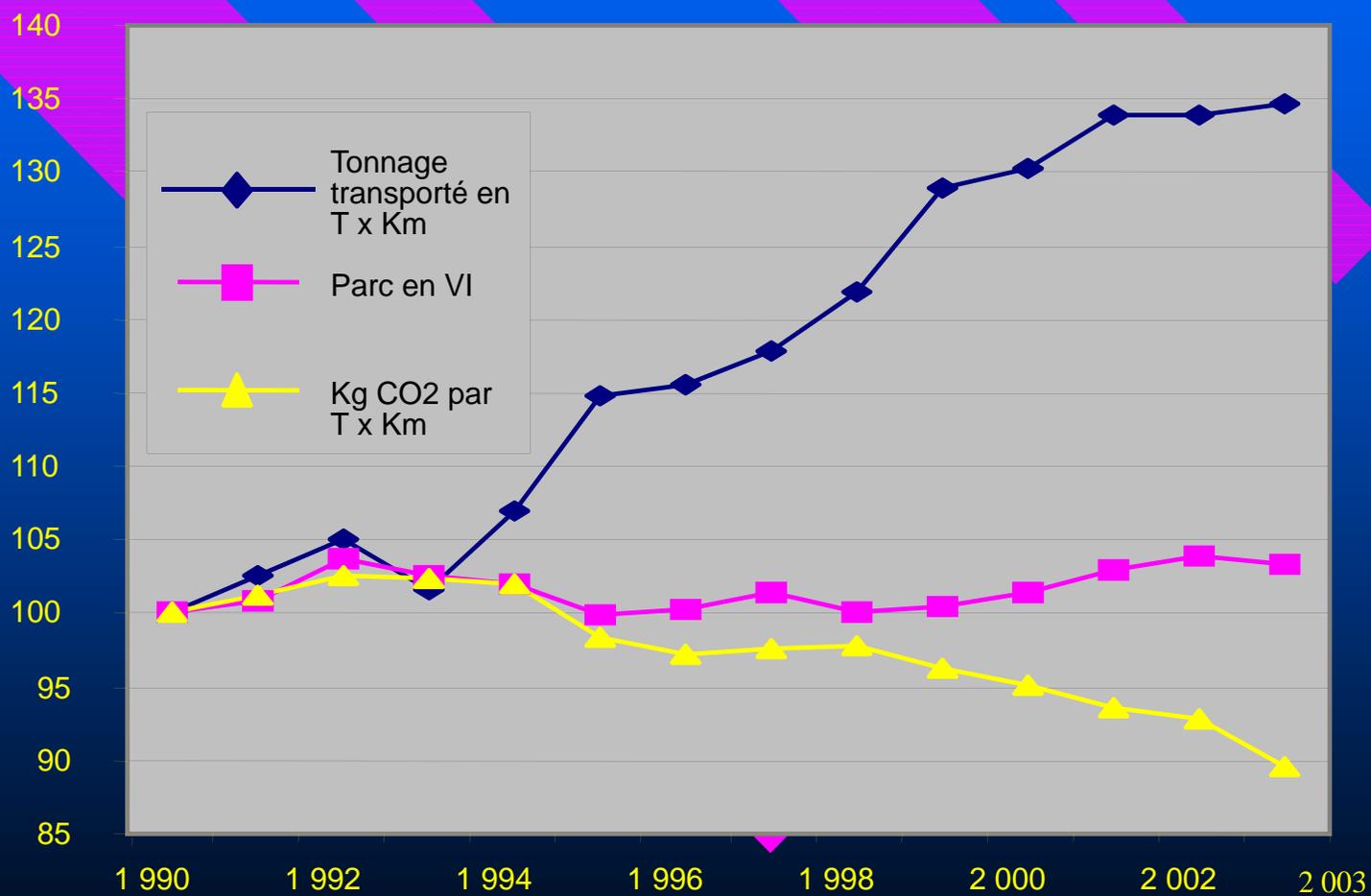
base 100 1990



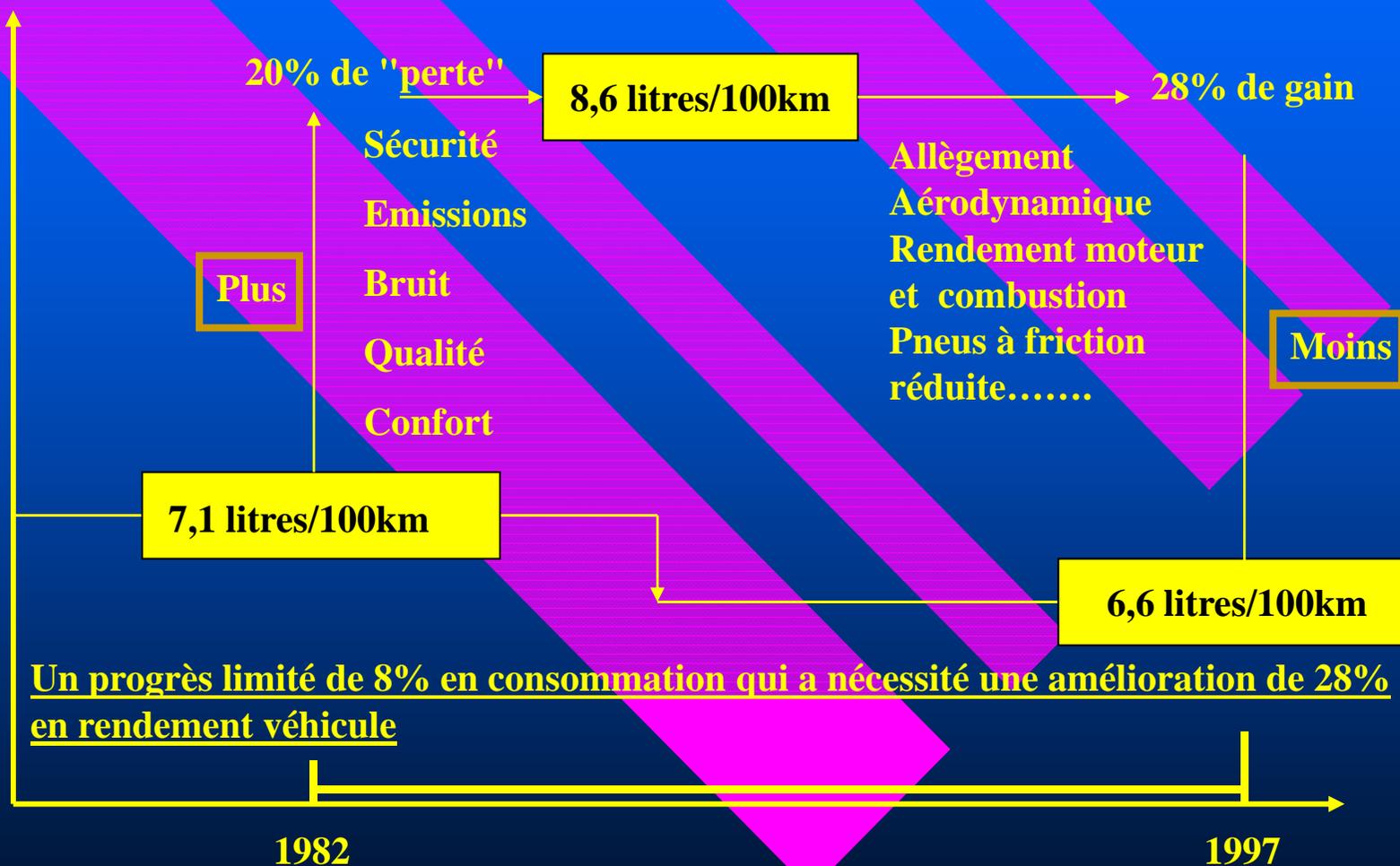
# France : émissions de CO2 à partir des consommations de carburants (Source : CCTN-METL)

FRANCE VI GAZOLE

base 100 1990

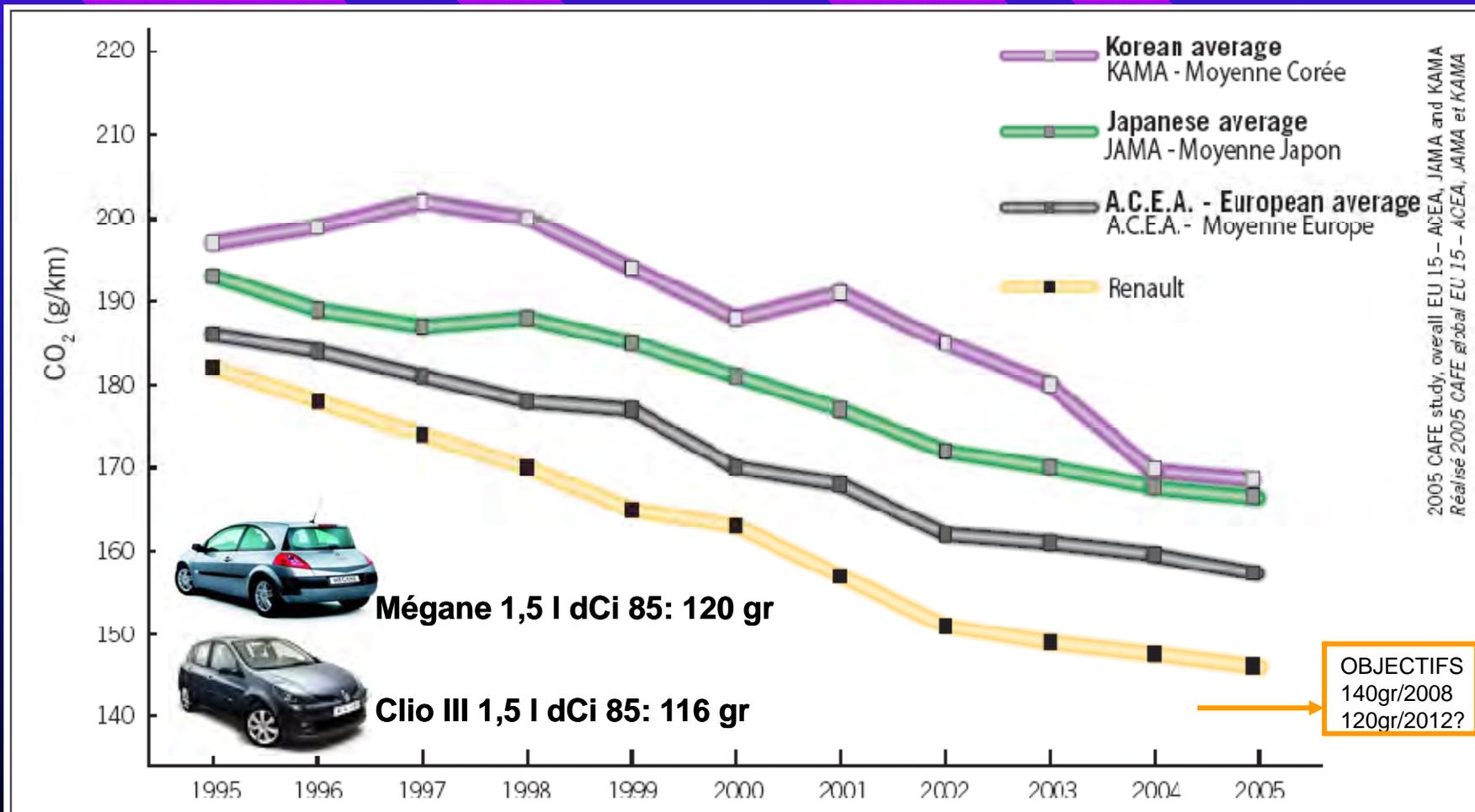


# Consommation et Émission de CO2: 15 ans de progrès sur le véhicule européen moyen « M1 »



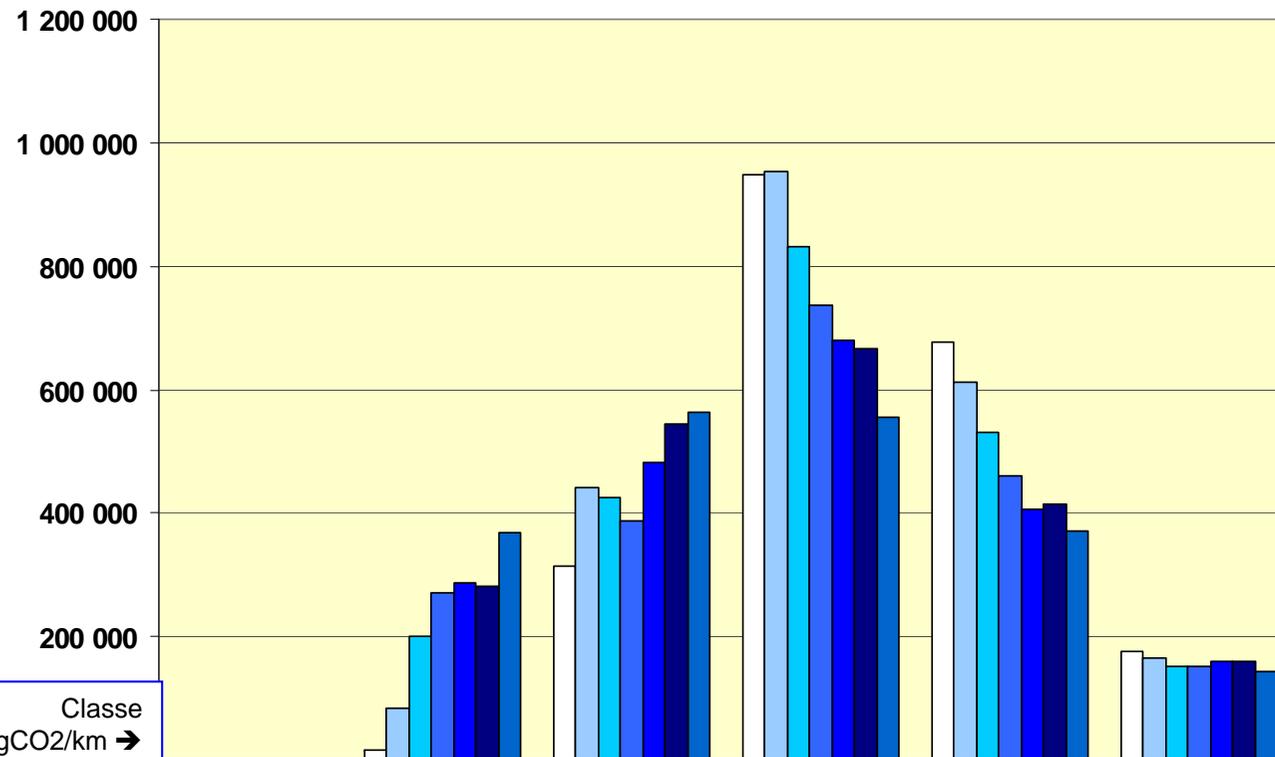
Source ACEA

# ENGAGEMENT VOLONTAIRE ACEA/COMMISSION EUROPEENNE DIMINUTION DE LA MOYENNE DES EMISSIONS DE CO2



CAFE : average CO<sub>2</sub> emissions per km for total vehicle sales made the preceding year  
 CAFE : émissions moyennes de CO<sub>2</sub>, au km parcouru pour les ventes totales réalisées sur l'année précédente.

# Marché France 2000 – 2006 Voitures Particulières Efficacité CO2



Classe gCO2/km	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
inf 100	937	1 213	1 118	634	805	297	59
101 à 120	16 993	82 861	200 189	270 779	286 887	281 900	369 494
121 à 140	314 464	441 416	426 536	388 367	482 453	544 343	563 731
141 à 160	948 458	953 821	832 486	737 371	679 217	665 795	555 042
161 à 200	677 139	611 014	531 919	459 772	405 452	415 668	369 847
201 et +	175 893	164 407	152 823	152 323	158 895	159 786	142 376

**En 2006**

**Croissance du  
marché des  
véhicules bas CO2**

**+ 87600 VP <120g  
et au total  
370 000 <120g**

**Baisse  
significative du  
marché > 200 g**

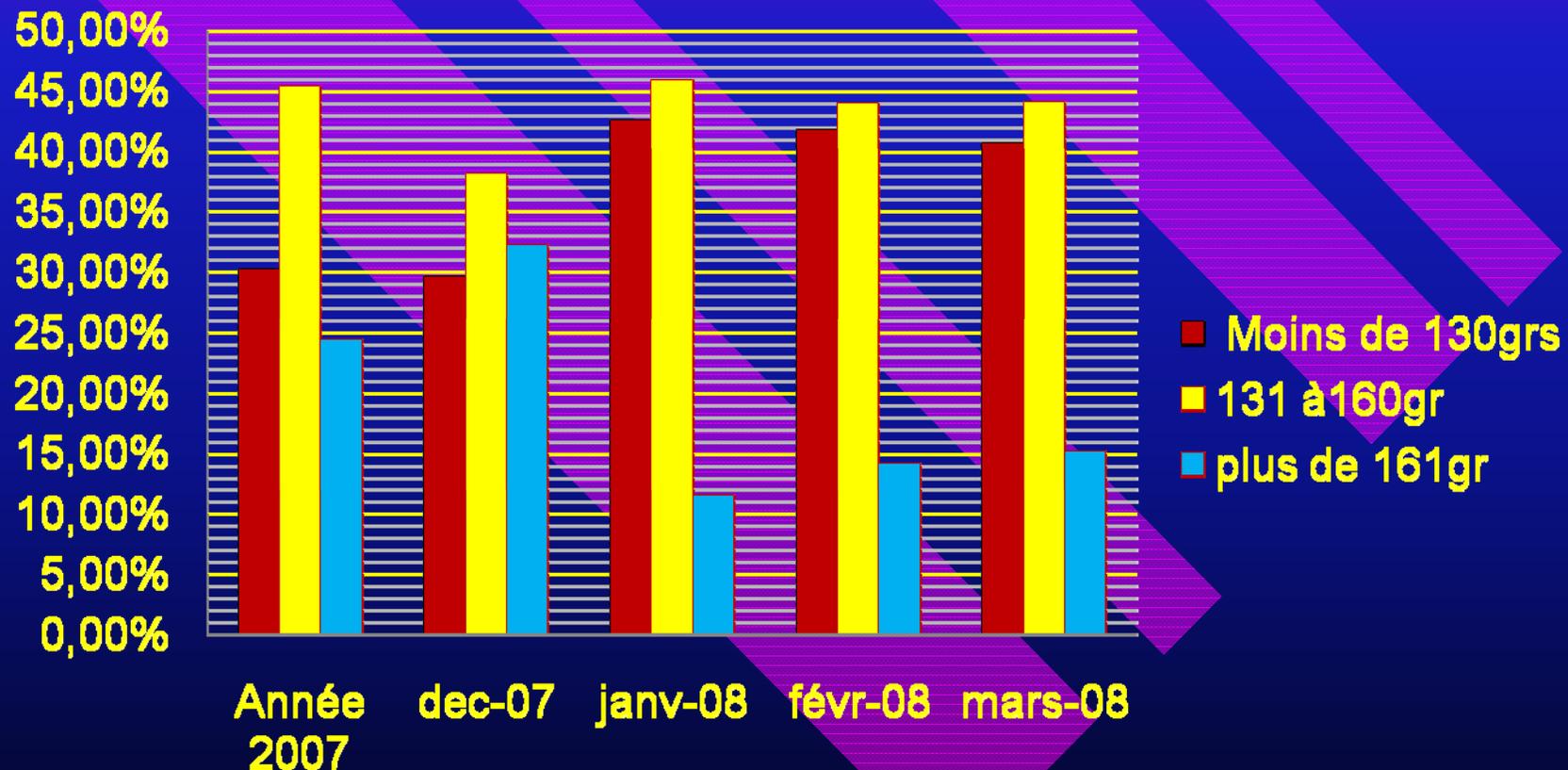
**-17410 VP et 4X4**

## EMISSIONS MOYENNES DE CO2 EN gr/Km DES VEHICULES NEUFS VENDUS EN EUROPE EN 2005

PORTUGAL	143,37		
ITALIE	147,80		
ESPAGNE	149,09		
<b>France</b>	<b>151,06</b>	<b>149 en 2006</b>	<b>148 en 2007</b>
BELGIQUE	152,92		
AUTRICHE	159,96		
DANEMARK	163,11		
LUXEMBOURG	164,00		
IRLANDE	166,12		
PAYS-BAS	168,03		
ROYAUME-UNI	168,10		
ALLEMAGNE	169,05		
FINLANDE	178,45		
SUEDE	192,82		
Moyenne UE	158,40		

Nota: aux USA, objectif 2020:35 mpg = 161 gr / Km

# Marché français par catégories de Bonus-Malus

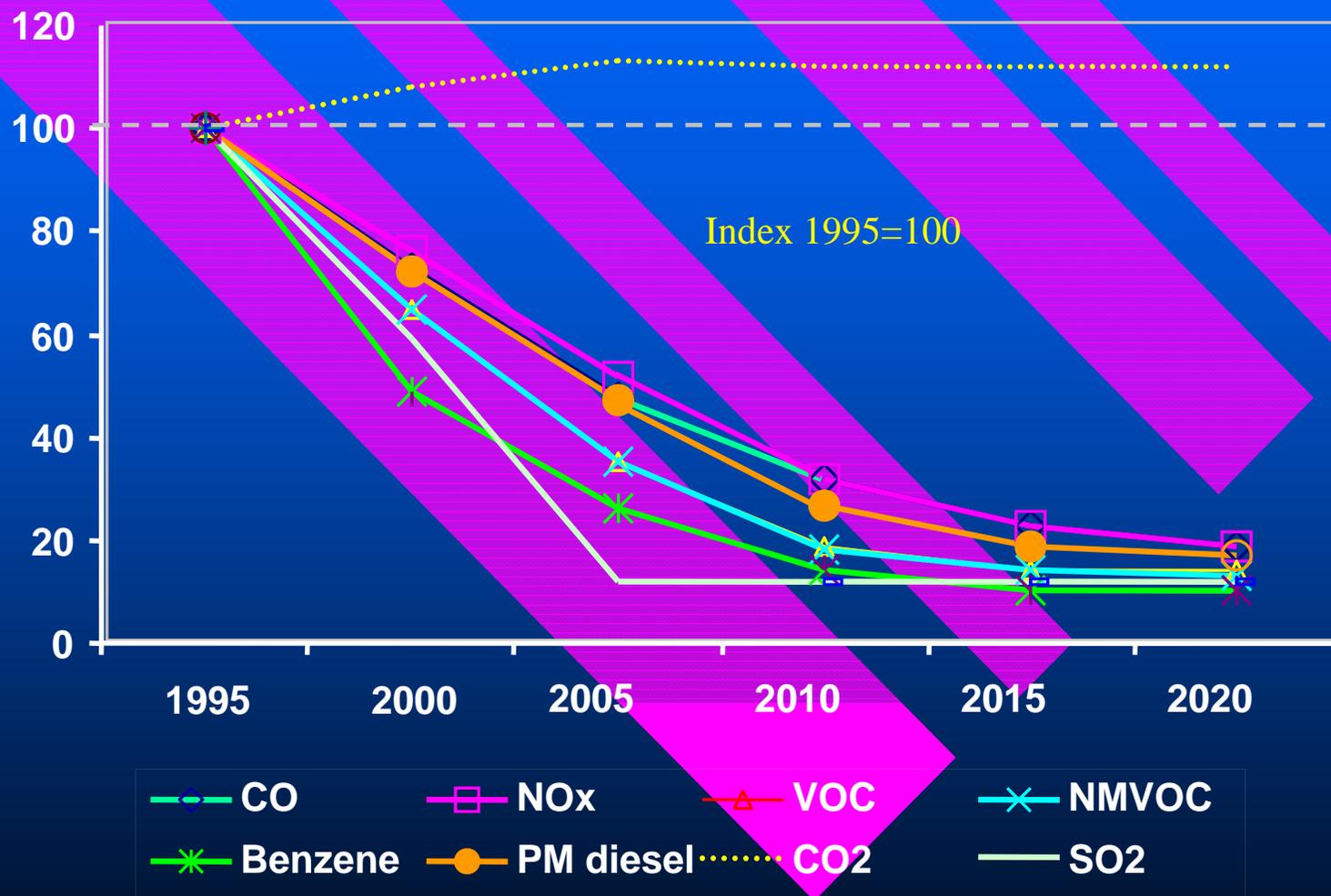


Source : CCFA

# ❖ LES POLLUANTS REGLEMENTES

# Emissions du transport routier en Europe (EU15)

## Bilan du programme Auto-Oil 2 de la Commission Européenne



# REDUCTION DES EMISSIONS POLLUANTES PAR LES DIRECTIVES EUROPEENNES EURO 1 A EURO 4 ( 1993-1996-2000-2005 )

## ESSENCE

	Réductions des émissions
CO	-63%
HC	-90%
NOx	-92%

## DIESEL

	Réductions des émissions
CO	-82%
HC + NOx	-69%
Particules	-82%

# ❖ L'APPROCHE INTEGREE

➤ L'usage du véhicule par la gestion de la mobilité:

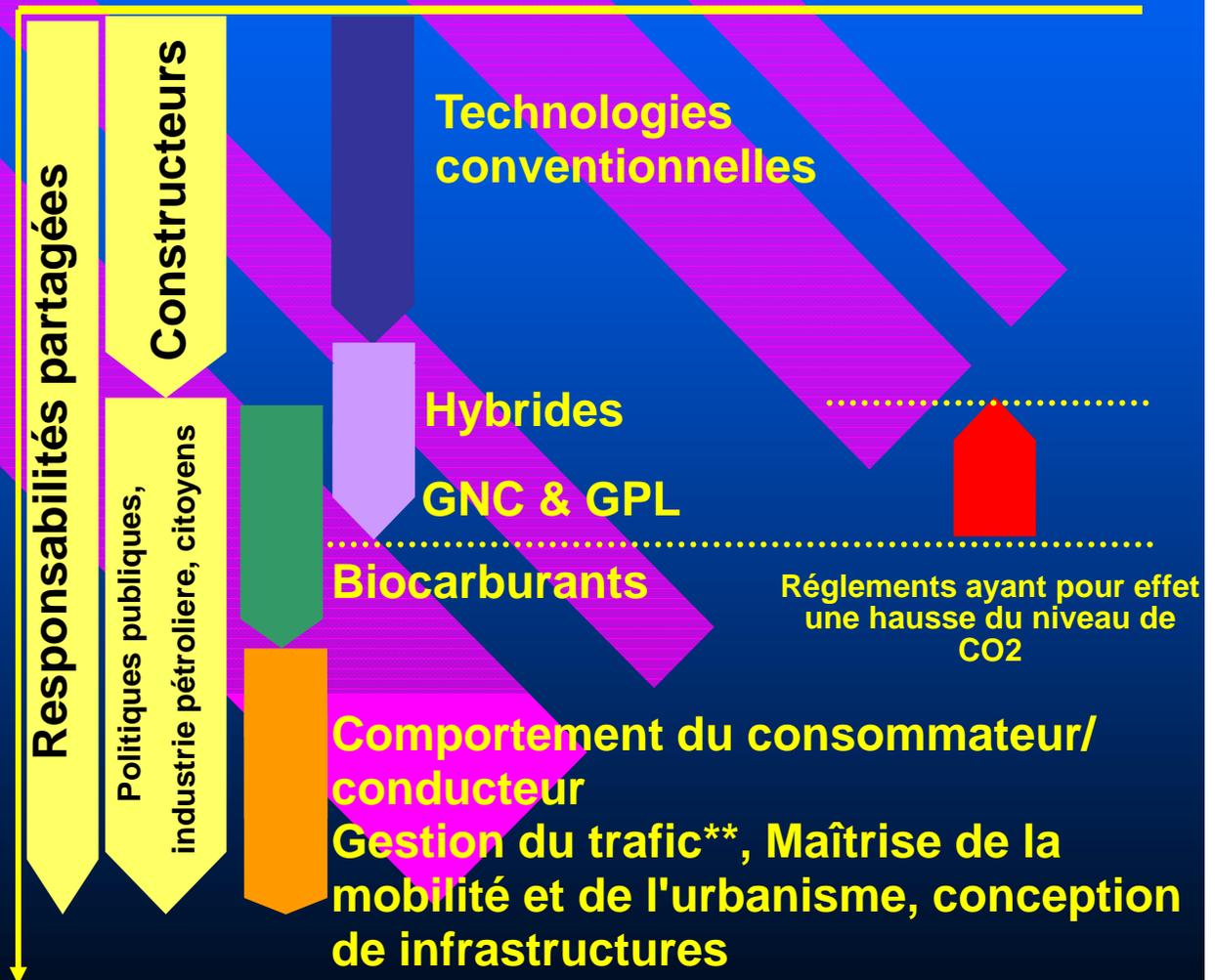
1. Gestion du trafic
2. Conception et exploitation des infrastructures
3. Actions sur le comportement du conducteur
4. Organisation de la mobilité/services de mobilité
5. Mesures spécifique aux PL

➤ Les énergies

➤ Le véhicule

# Gaz à effet de serre : l'Approche Intégrée

- Une mobilisation concertée de tous les acteurs
- Une orchestration assurée par les pouvoirs publics
- Des synergies de réduction au-delà des seules technologies



# Gaz à effet de serre

L'Approche Intégrée

Maîtriser et organiser la mobilité et l'urbanisme

Usage des nouvelles technologies,  
internet: télé-travail, télé-achat,  
livraison à domicile...

**Produits et Services innovants**

Carsharing, covoiturage,  
transport à la demande,  
van pooling

**Densification de l'habitat au voisinage des infrastructures de transport**

**MOBILITE DURABLE**  
Maîtrise et organisation

**Utilisation rationnelle de l'infrastructure routière**

Management du trafic, information trafic et guidage embarqué, PMV, Site internet info-traffic

**Maîtrise de l'urbanisme et de la périurbanisation**

**plan de déplacement des salariés des entreprises**

## L'ORGANISATION DE LA MOBILITE: LE PLAN DE DEPLACEMENTS D'ENTREPRISE

**Exemple : le PDE appliqué aux salariés du Technocentre Renault (12000 personnes) permet une économie d'émission de CO<sub>2</sub>, en année pleine, de l'ordre de 2327 Tonnes de CO<sub>2</sub>**

**Le modèle "tout voiture" représenterait avec les mêmes hypothèses une émission annuelle de 7920 Tonnes de CO<sub>2</sub>.**

**L'économie procurée par le co-voiturage représente 5% du "tout voiture" et l'usage favorisé des TC près de 25%**

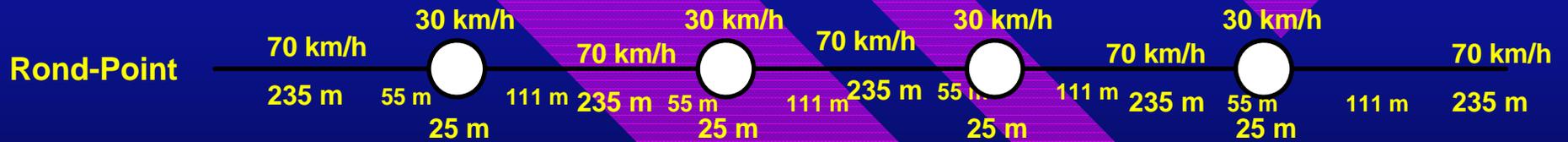
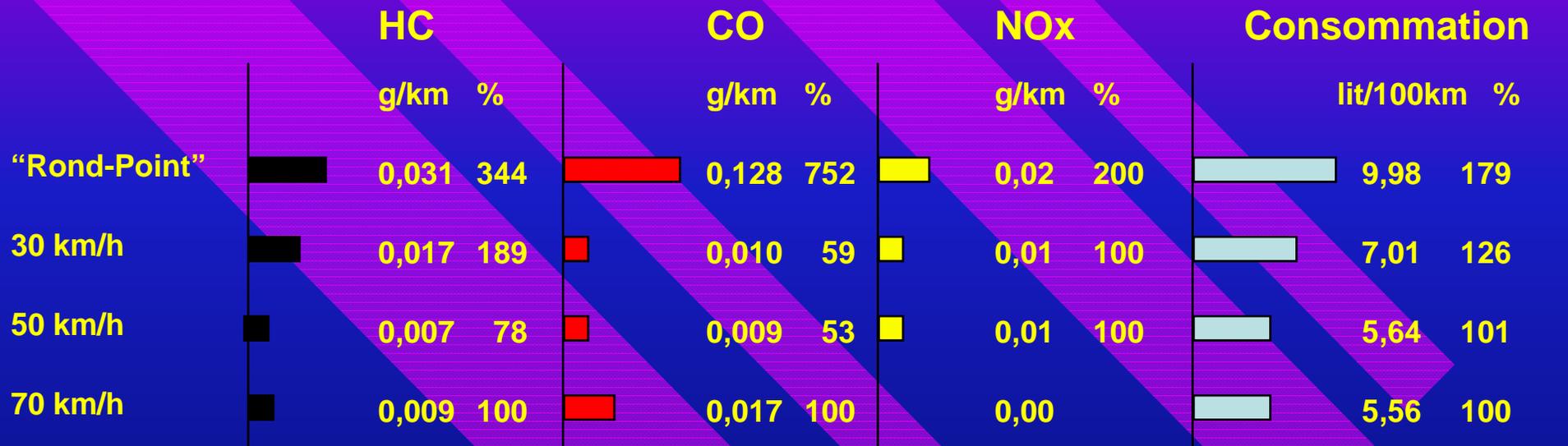
**soit une économie totale de 30% d'émissions de CO<sub>2</sub>**

# LE MANAGEMENT DU TRAFIC

MESURES	Potentiel de réduction en % de CO2
Organisation des livraisons en ville	8 - 15
Interdiction de circulation PL en weekend et vacances	5
Interdiction de dépassement pour les PL sur autoroutes	5
Feux de circulation "intelligents", ondes vertes, gestion NTIC	<b>20</b>
Affectation dynamique de voies de circulation sur voies expres	<b>50</b>
Information trafic en temps de parcours temps réel	<b>20</b>
Régulation dynamique des vitesses en zones saturées	5 - 10
Contrôle d'accès sur voies rapides et autoroute urbaines	5 - 10
Gestion active des zones de travaux	5 - 10
Appel d'urgence automatique /gestion dynamique des accidents	5 - 10

Source ACEA

# EMISSIONS ET CONSOMMATION COMPAREES POUR DIFFERENTES INFRASTRUCTURES

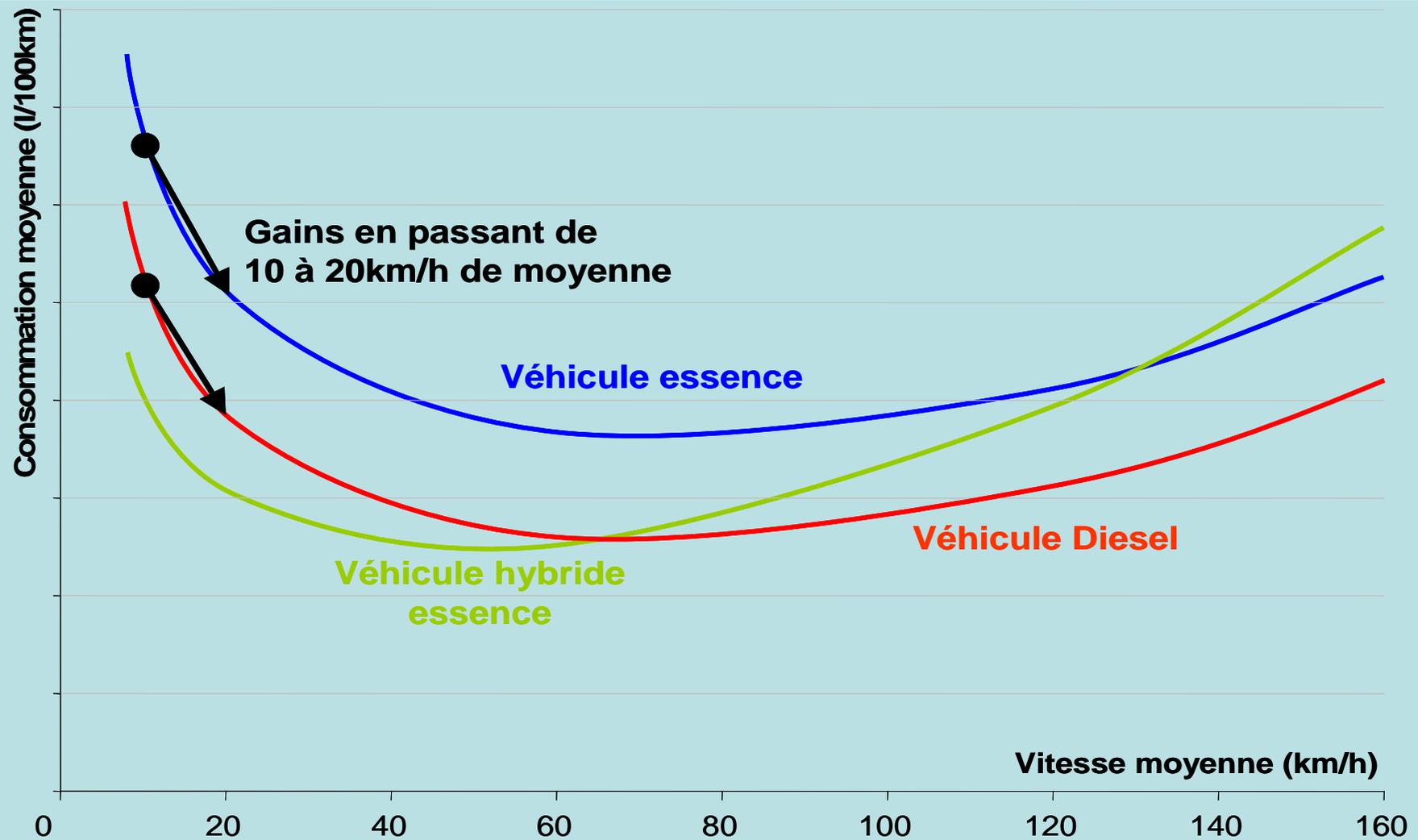


RP 120 sec

1940 m

30 km/h 233 sec  
 50 km/h 140 sec  
 70 km/h 100 sec

# Gains potentiels en gestion du trafic



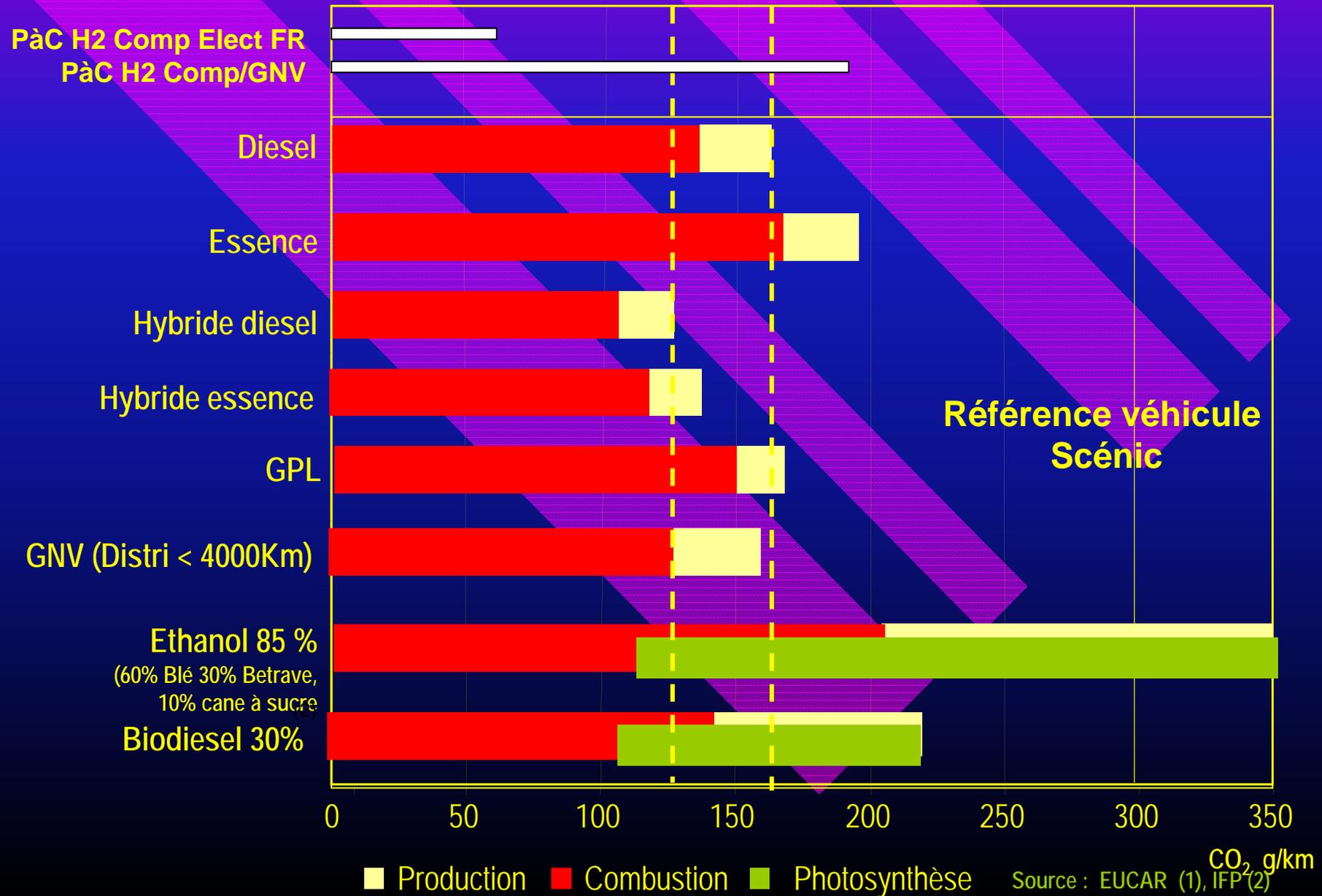
Le passage de 10 à 20km/h de vitesse moyenne en circulation urbaine s'accompagne de gain de l'ordre de 25%.

# ESTIMATION DES PROGRES POSSIBLE DANS LES 15 PROCHAINES ANNEES EN gr de CO2/Km ET CONSOMMATION ( litre/100 Km) POUR LES VI

Sur la moyenne des ventes de véhicules neufs	PL Routier 40t	PL Mixte 19t	PL Urbain et Bus	
2015	1058/35	842/30	1682/57	
2020	649/23	568/21	617/22	
<b>Autres progrès</b>				<b>Gain</b>
PL grand volume (unitaire)	446			31%
Parc moyen (avec 10% grand volume)	629			
Péage sans arrêt	622			1%
Couloirs dédiés		539	586	5%
NTIC (optimisation)	598	529		2%
Réduction vitesse maxi	580			3%
Formation à la conduite économe	551	502	557	5%
Potentiel maxi	551/20	502/18	557/20	

Source ADEME

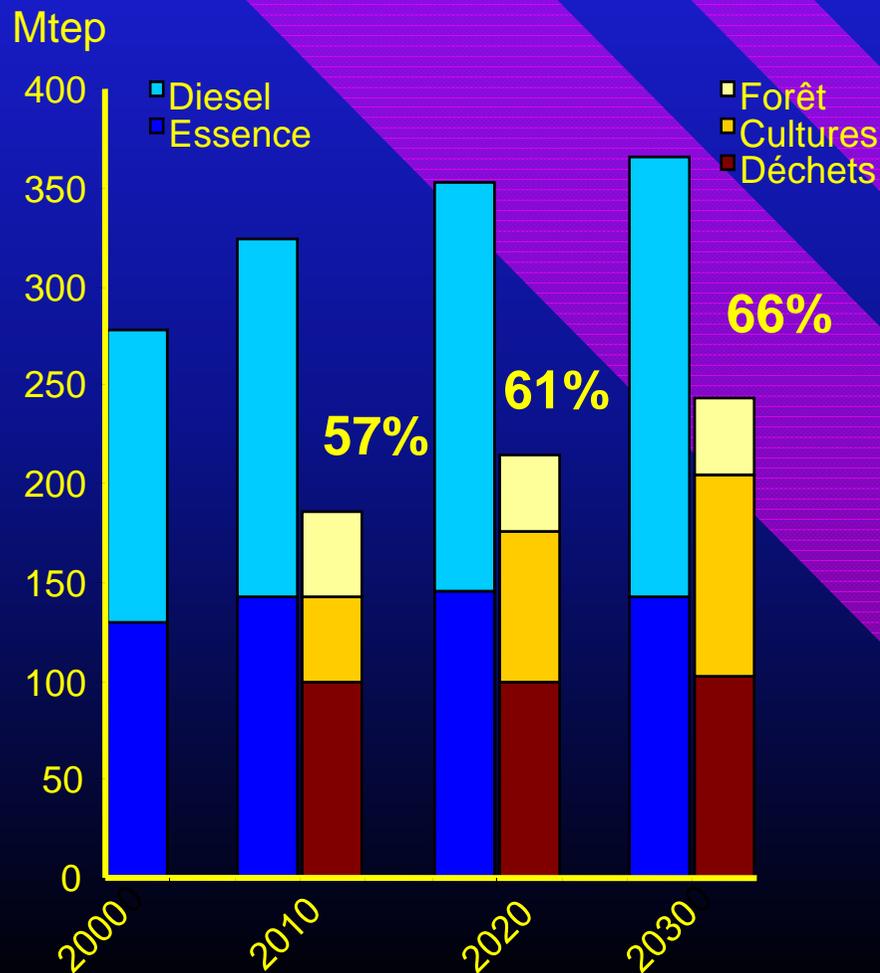
# Émissions de CO2 « du puits à la roue » des énergies actuelles et alternatives



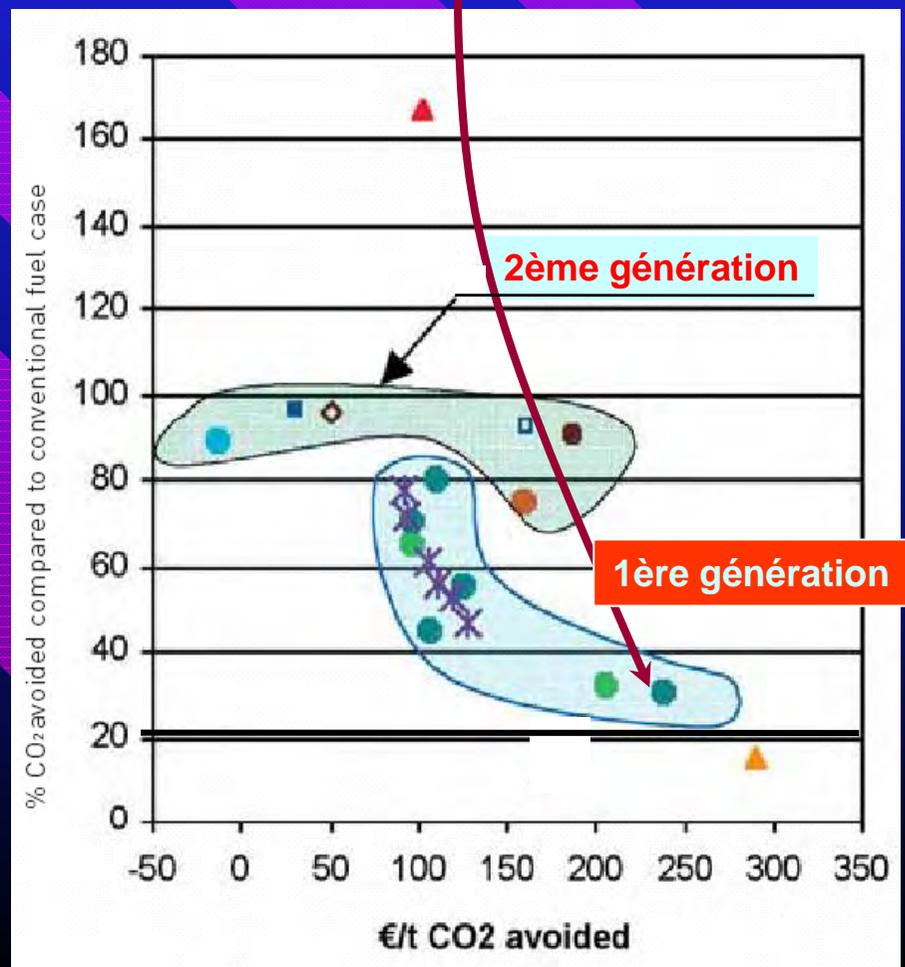
# Biocarburants: Vision DG Recherche Europe 2030

*Comment surmonter les difficultés de lancement*

Potentiel biomasse / carburants route



CO<sub>2</sub> évité et Coût des biocarburants



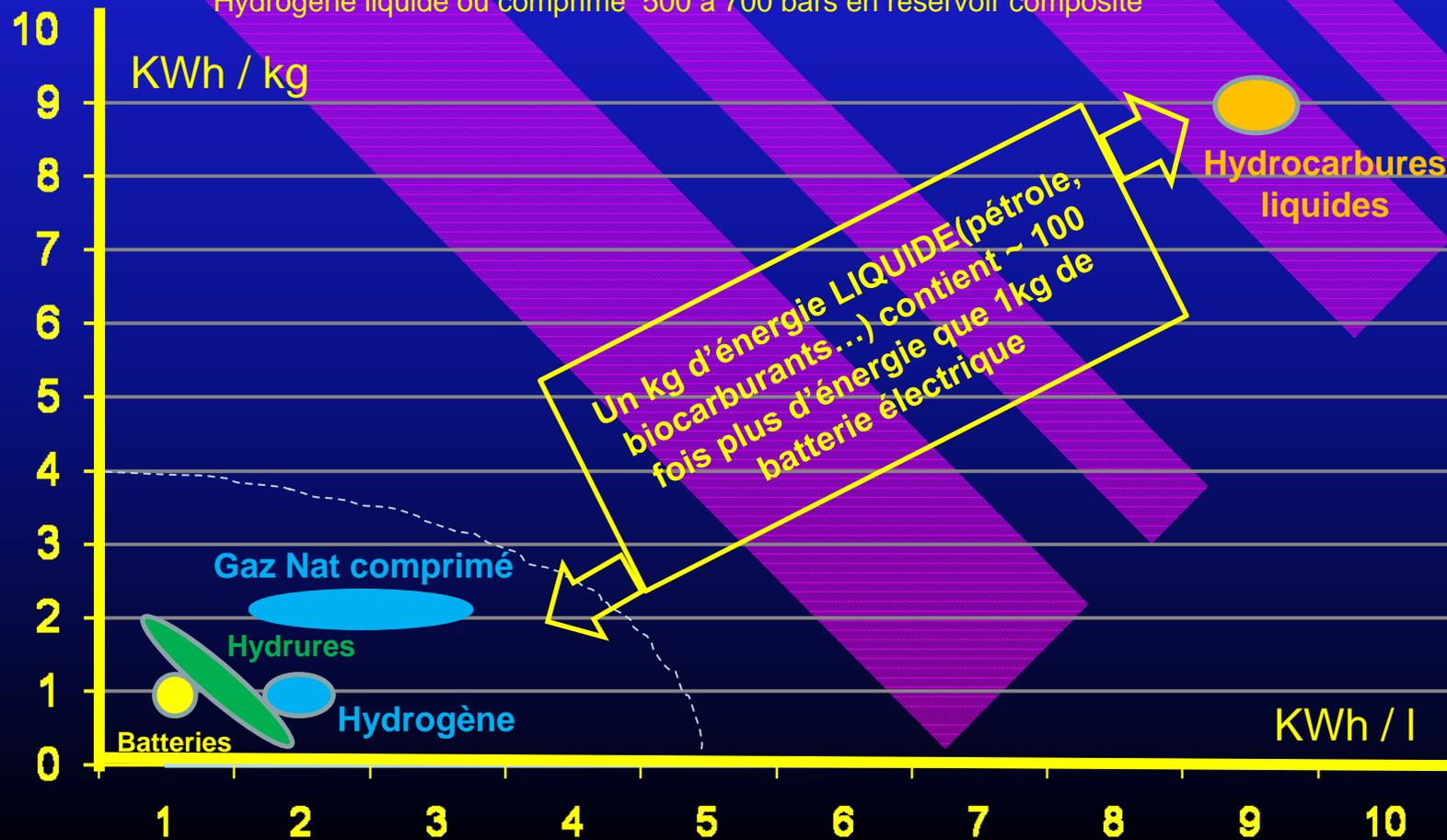
# Electricité - Hydrogène

## Un problème de stockage

Source: PR. BAUQUIS, Facteur 4, 2006

Gaz Nat.: réservoir acier ou composite

Hydrogène liquide ou comprimé 500 à 700 bars en réservoir composite



# Electricité - Hydrogène

Du pire au meilleur

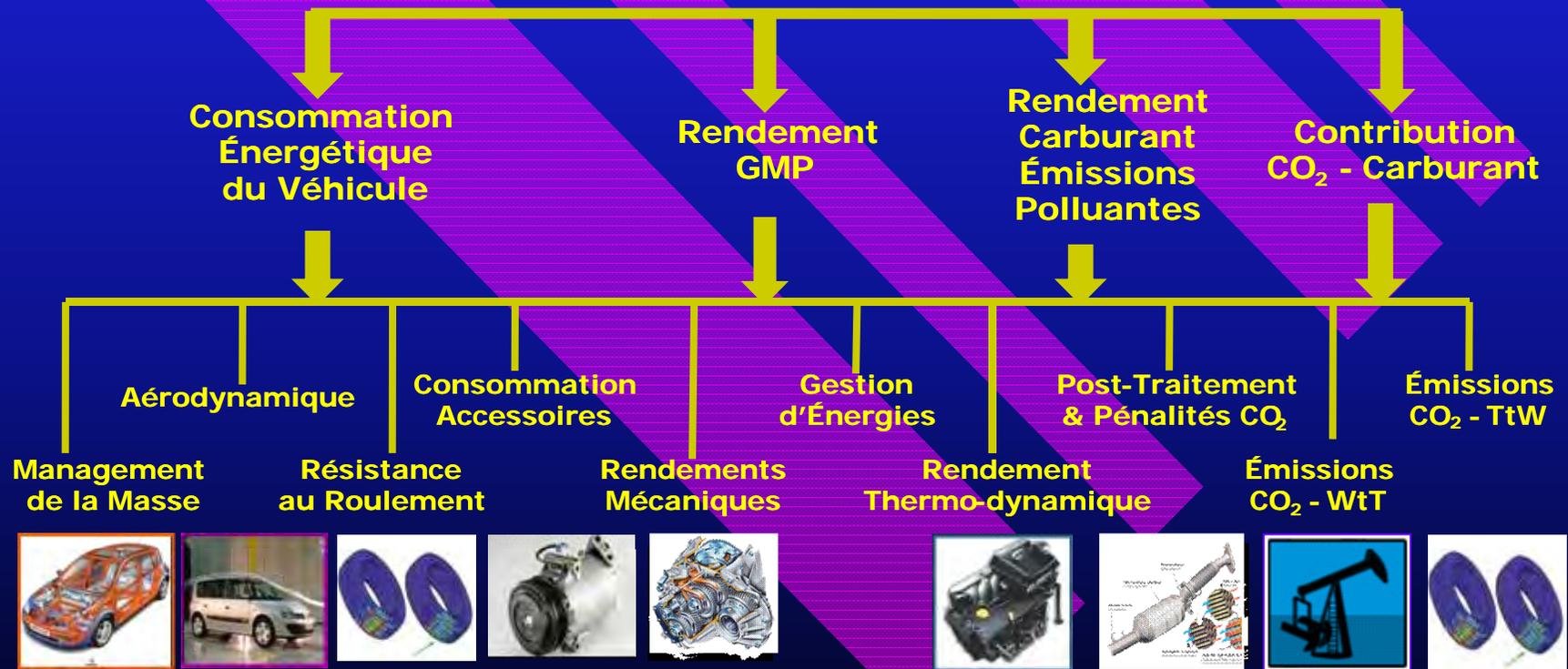
Vecteur énergétique	CO2 g/KWh		De la source à l'utilisation	Procédé Pays
	Production	Combustion		
Gazole	25	270	295	Tous/Monde
Essence	35	270	305	Tous/Monde
GPL	30	240	270	
Gaz Nat.	40	200	240	
Hydrogène	130	0	130	Electrolyse /France
Hydrogène	300	0	300	Gaz Nat. proche
Hydrogène	600	0	600	Gaz Nat. lointain
Electricité	100	0	100	France Mix
Electricité	400	0	400	Gaz cycle combiné
Electricité	470	0	470	Europe Mix
Electricité	640	0	640	USA Mix
Electricité	960	0	960	Chine charbon

L'électricité et l'hydrogène ne sont **"BAS CO2"** que s'ils sont produits sans énergies fossiles

H2 et électricité sont les plus mauvaises des solutions CO2 pour la Chine

# LE VEHICULE

## Consommation de carburant & émissions de CO2



***« Dans les vingt ans qui viennent, la clé du succès, en matière d'environnement, sera encore liée à la mise au point de moteurs thermiques le plus écologiques possibles »***

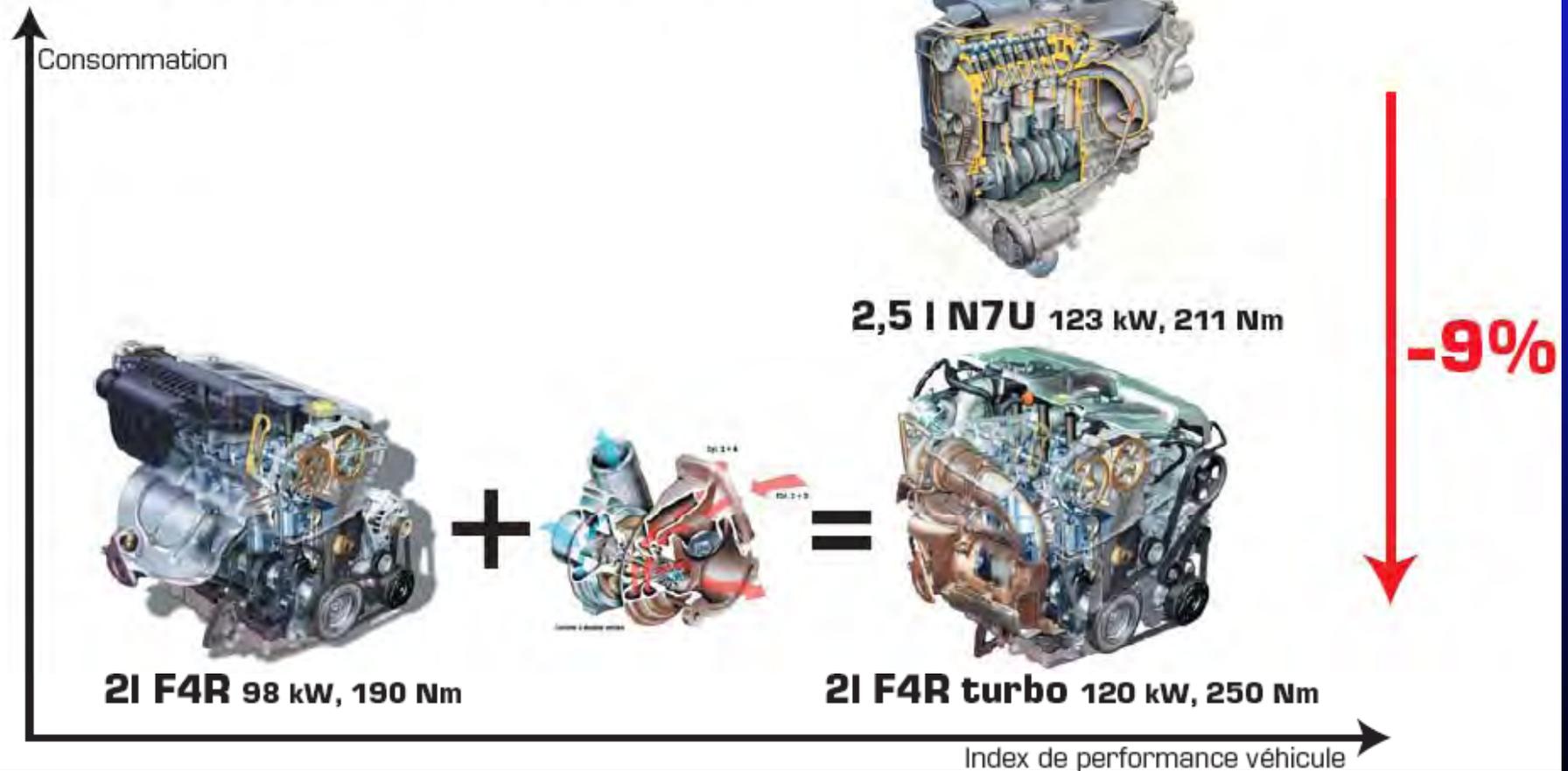
***déclaration de M. Christian Streiff, président de PSA,  
au sujet de la voiture électrique. Genève Février 2008***

# Les Instruments techniques /1

- Améliorer les groupes motopropulseurs
  - Réduire les frottements à froid et à chaud
    - lubrifiants, dimensions vilebrequin, distributions à rouleaux, refroidissement haute température...
  - Diminuer la boucle négative, ou pompage du moteur
    - moteurs Injection directe essence stratifiés
    - suralimentation avec downsizing\*: écosuralimentation
    - moteurs «camless»
  - Optimiser la combustion: moteurs HCCL et CAI

# \*LE DOWNSIZING

## Schéma de principe (moteur essence)



# Les Instruments techniques /2

- Améliorer les groupes motopropulseurs
  - Moteurs diesel
    - injection directe à rampe commune hp, turbo...
    - haute suralimentation
- Adaptation des transmissions
  - Augmenter l'ouverture
    - Bva 5 et 6 vitesses
    - Bvm 6 vitesses
    - Bvm robotisée
    - Cvt
- Système Start & Stop

# Les Instruments techniques /3

- Propulsion hybride
  - Hybride thermique-électrique
    - limitations par le coût et la complexité
    - surtout adaptés à la circulation urbaine, pas ou peu de gain en routier/autoroutier
    - Plutôt le diesel que l'essence mais coût encore plus élevé
- Pile à combustible
  - Intérêt pour le CO2 variable suivant la filière de production
    - rendement intrinsèque élevé
    - cycle de vie, fabrication et distribution H2... ?
    - Non encore industrialisable à coût automobile

# Hybride Essence "Américain"

vs

# Diesel Européen

<u>"USA"</u>	VW Golf IV 115 CV Essence - BVA		Toyota Prius 2 Linea Sol Essence - BVA	
Cycles	l/100	CO <sub>2</sub> g/km	l/100	CO <sub>2</sub> g/km
US	9,8	234	3,9	93
EUROPE	9,2	220	4,3	104
<u>"EUROPE"</u>	Mégane K9K 1.5 dCi 85 19000€ Retail Price Diesel - BVM		Toyota Prius 2 Linea Sol 25550€ Retail Price 22655 € Adjusted Retail Price Essence - BVA	
EUROPE	4,5	119	4,3	104
Urbain	5,5	146	5	120
Extra urbain	4	105	4,2	100

# Les Instruments techniques /4

- GNV
  - Contenu en carbone avantageux
  - Réduction de 20 % du CO<sub>2</sub> à iso moteur
  - Réduction de 15 % à iso perfos véhicule
- Limites
  - Coût, encombrement, masse
  - Sécurité
  - Distribution et compression du gaz
  - Durée de remplissage

# Les Instruments techniques /5

## Nouveaux procédés de combustion "froide"

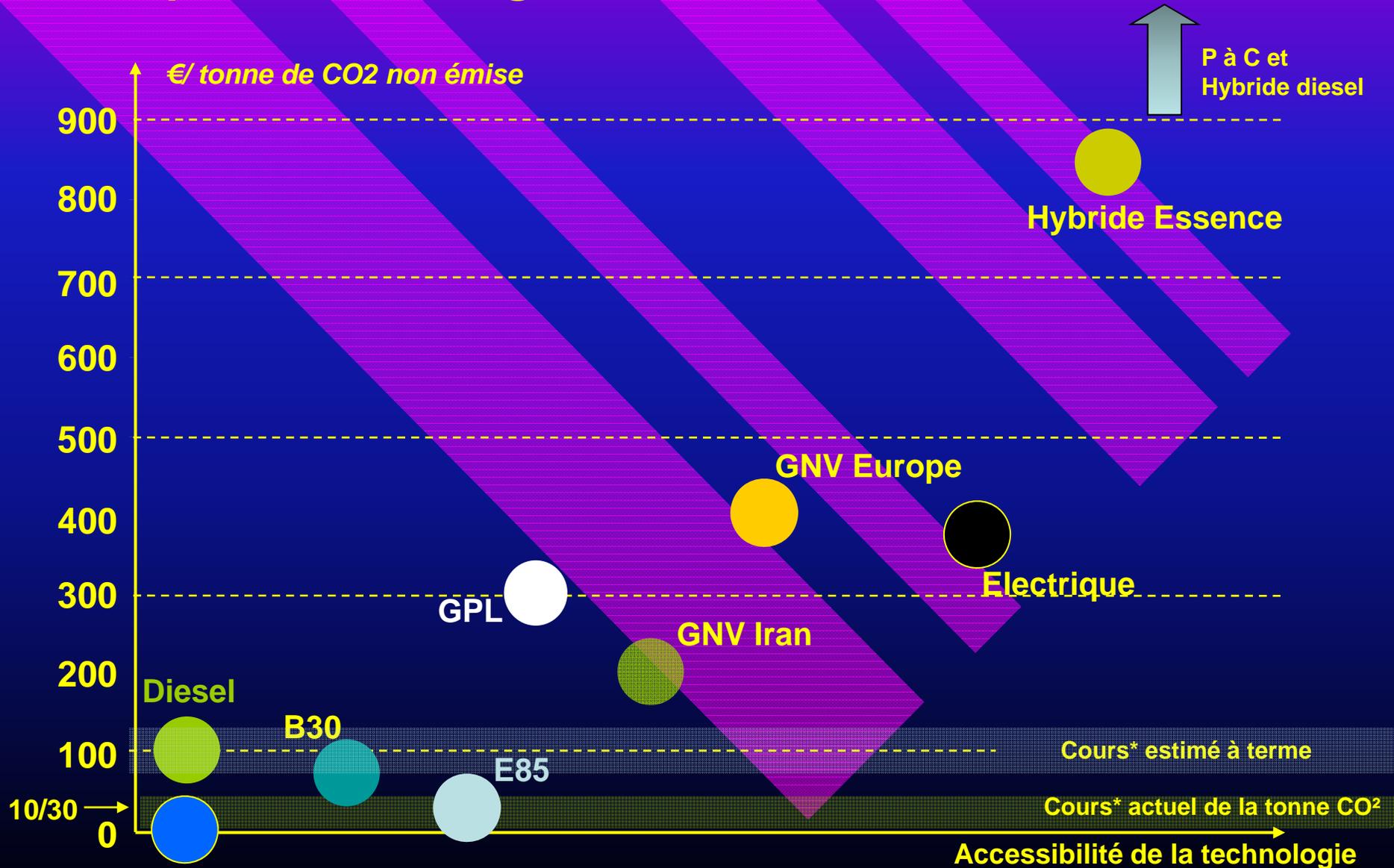
- **Homogeneous Charge Compression Ignition (diesel)**
  - allumage simultané d'un mélange air+fuel+résiduels suivi d'un dégagement d'énergie contrôlé par l'hétérogénéité du mélange à petite échelle
- **Controlled Auto Ignition (essence)**
  - Dégagement d'énergie contrôlé par le délai d autoinflammation

**HCCI et CAI se caractérisent par**  
Combustion rapide => rendement élevé  
mais à basse température  
=> pas de formation de NOx  
=> pas de formation de particules

*Prometteur, mais zones de fonctionnement encore limitées*

# Diminution des Émissions CO<sup>2</sup>

Quelques ordres de grandeur de coût client au véhicule



Essence 1.6 16V : Référence

\*Emissions trading scheme

# Coût client à la tonne de CO2 non émise

**RENAULT  
MEGANE**

**1.5 dCi 85 bhp  
Authentique**



**RP\*: 19 000 €**

**4.5 l/100km**

**120 g/km CO<sub>2</sub>**

**28.5 tons\*\***

**Incitations fiscales pour les hybrides:**

- France:

**2000€ (+1000€ si fin de vie une fois <1997)  
~1500€ pour flotte (TVS, immat., 12 mois  
de depreciation).**

- Hollande:

**5000€ vs. Diesel pour efficacité énergétique  
label A**

- Italie

**2000€ (si hybride <120g CO<sub>2</sub> /km)**

**TOYOTA  
PRIUS**

**Linea Sol**



**RP\*: 25 550 €**

**ARP\*: 22 655 €**

**4.3 l/100km**

**104 g/km CO<sub>2</sub>**

**24.4 tons\*\***

$$22655 - 19000 = 3655 \text{ €}$$

$$28.5 - 24.4 = 4.1 \text{ tons saved}$$

$$\rightarrow 890 \text{ €/CO}_2 \text{ ton saved}$$

**Coût de la tonne de CO2 non émise  
(production du carburant + utilisation sur 200 000km)**

\*: RP (Retail Price) - ARP (Adjusted Retail Price)

\*\* : 28.5 = 24 (/200 000 km) + 4.5 (production)

24.4 = 20.8 (/200 000 km) + 3.6 (production)

# LOGAN ECO2 CONCEPT

« LOW COST BUT LOW FUEL » L'ÉCOLOGIE A PORTEE DE TOUS, IL Y AURA UN LENDEMAIN !

Moteur 1.5 dCi 85 ch compatible B3

**EMISSION CO2: 97gr/Km(3,8 l/100Km) (selon cycle mixte norme NEDC)**

Logan de série homologuée à 120gr/Km



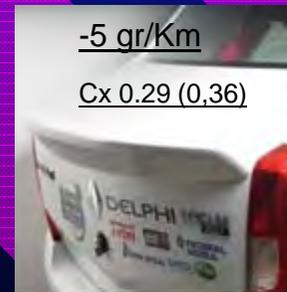
Logan « Renault eco<sup>2</sup> » Concept a réussi à parcourir les 172,20 km du Challenge Bibendum de Shanghai en ne consommant que 4,69 litres de carburant diesel. Un niveau record d'émissions de CO<sub>2</sub> de **71gr CO<sub>2</sub> par Km** soit une consommation de 2,72 l/100Km ceci grace aux améliorations listées ci-dessous et à l'habileté du pilote à suivre les recommandations du « gear shift indicator » Avec l'utilisation de **B30** cette valeur serait de **51gr/Km**



Tableau de bord avec « gear shift indicator »



Modification des pistons et de l'injection, jeux et huiles optimisés

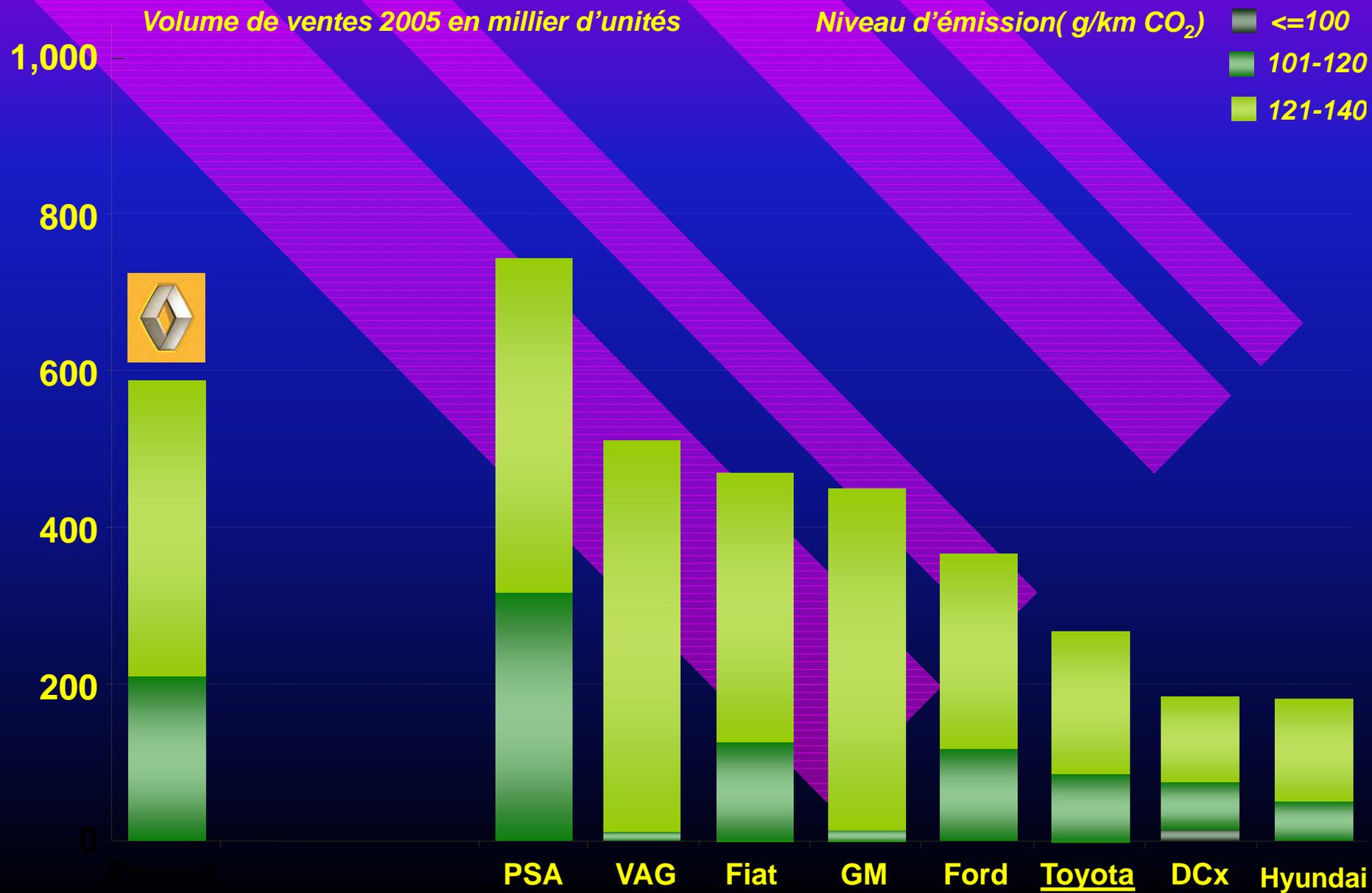


Générateur de vortex sur le toit, béquet arrière et lame souple à l'avant



Pneus Michelin « Pure » et réglages trains optimisés

# Volume des ventes 2005 en Europe (UE 15) à 120/140 gr d'émission par constructeurs



## L'IMPORTANT CE N'EST PAS LA PERFORMANCE MEDIATIQUE ET INDIVIDUELLE C'EST LE RESULTAT GLOBAL, EXEMPLE:

- En 2005 en Europe il s'est vendu 15000 Véhicules hybrides qui émettent 104 gr de CO2 par Km
- Sur une année de roulage à 15000 Km en moyenne cela fait un gain d'émission de CO2 de 12 600 tonnes de CO2 par rapport à la moyenne du marché européen qui se situe à 160 gr/Km
- Dans la même année Renault a vendu 100 000 Mégane à 120 gr/Km ce qui fait un gain, dans les mêmes conditions, de 60 000 tonnes de CO2, près de 5 fois plus !
- En 2007 48% des ventes de Renault ont été des véhicules dont les émissions de CO2 sont inférieures ou égales à 120gr/Km
- Des chiffres comparables sont obtenus par le groupe PSA

# Le véhicule et les Pays en développement



# LES CIBLES

1. Exportation de nos véhicules avec les dernières technologies
2. Des véhicules “low cost” mais “low fuel”: Logan
3. Des véhicules “ultra low cost” et ultra low fuel”  
Tata Nano, Renault Bajaj



Boicarburants, GNC, GPL

....



Logan, Sandero eco2



Ex: Tata Nano



## TATA NANO

2500 \$, incompatible avec les directives et normes européennes

3,10 m, 4 places

Moteur 625 cc 2 cylindres 4 temps

30 CV, 46 N.m

3l/100 Km; CO2:72gr/Km

Transmission CVT

V max# 100 Km/h

Renault rejoindra ce marché en 2011 avec un véhicule à 2500 \$ étudié avec le partenaire indien Bajaj



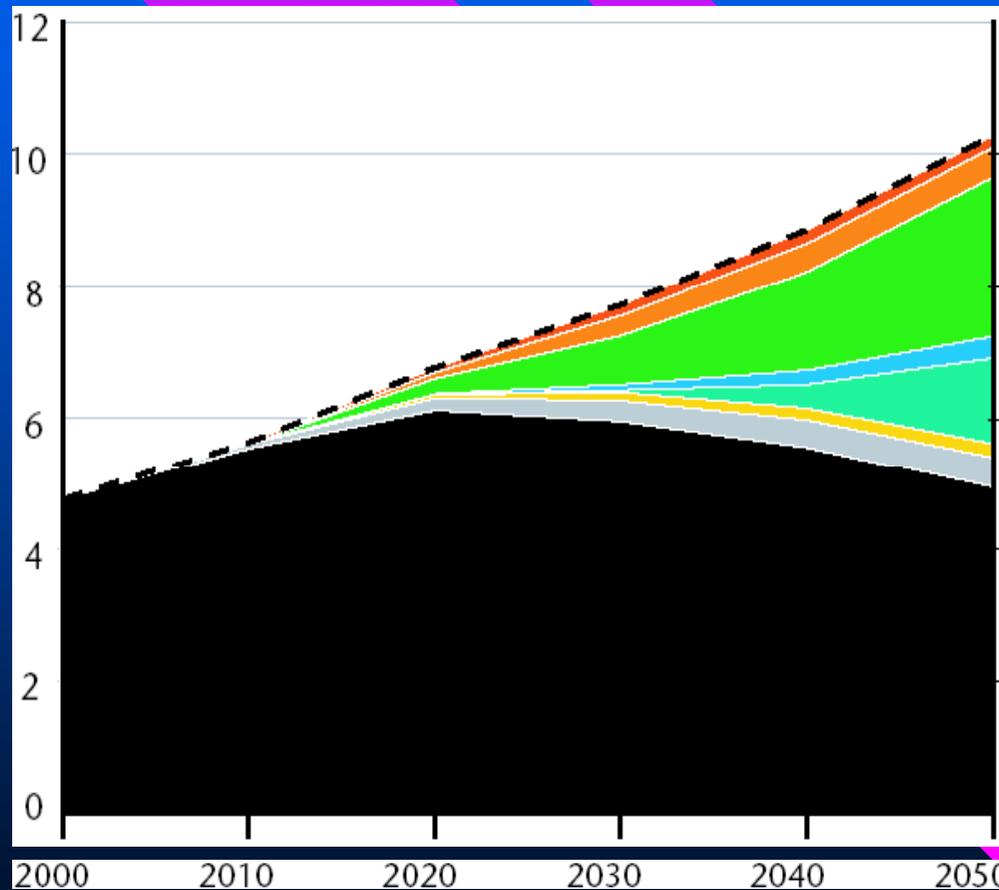


# CONCLUSION: LA VISION 2030

# Gaz à effet de serre

Potentiel de diminution de gaz à effet de serre du transport routier  
Combinaison technologies /carburants / mobilité/infrastructures

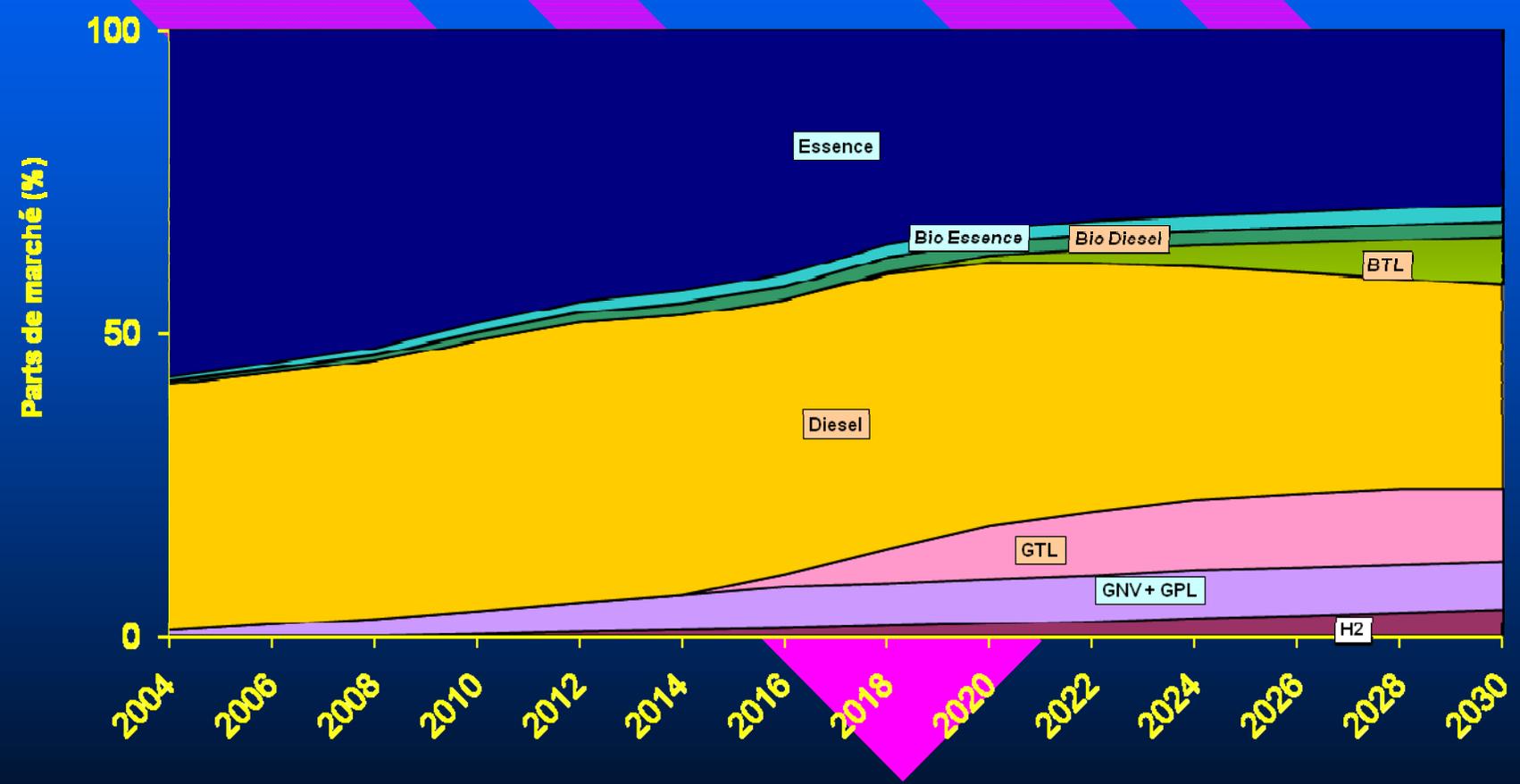
Gigatonnes  
d'équivalent CO2



----- Hypothèse de référence

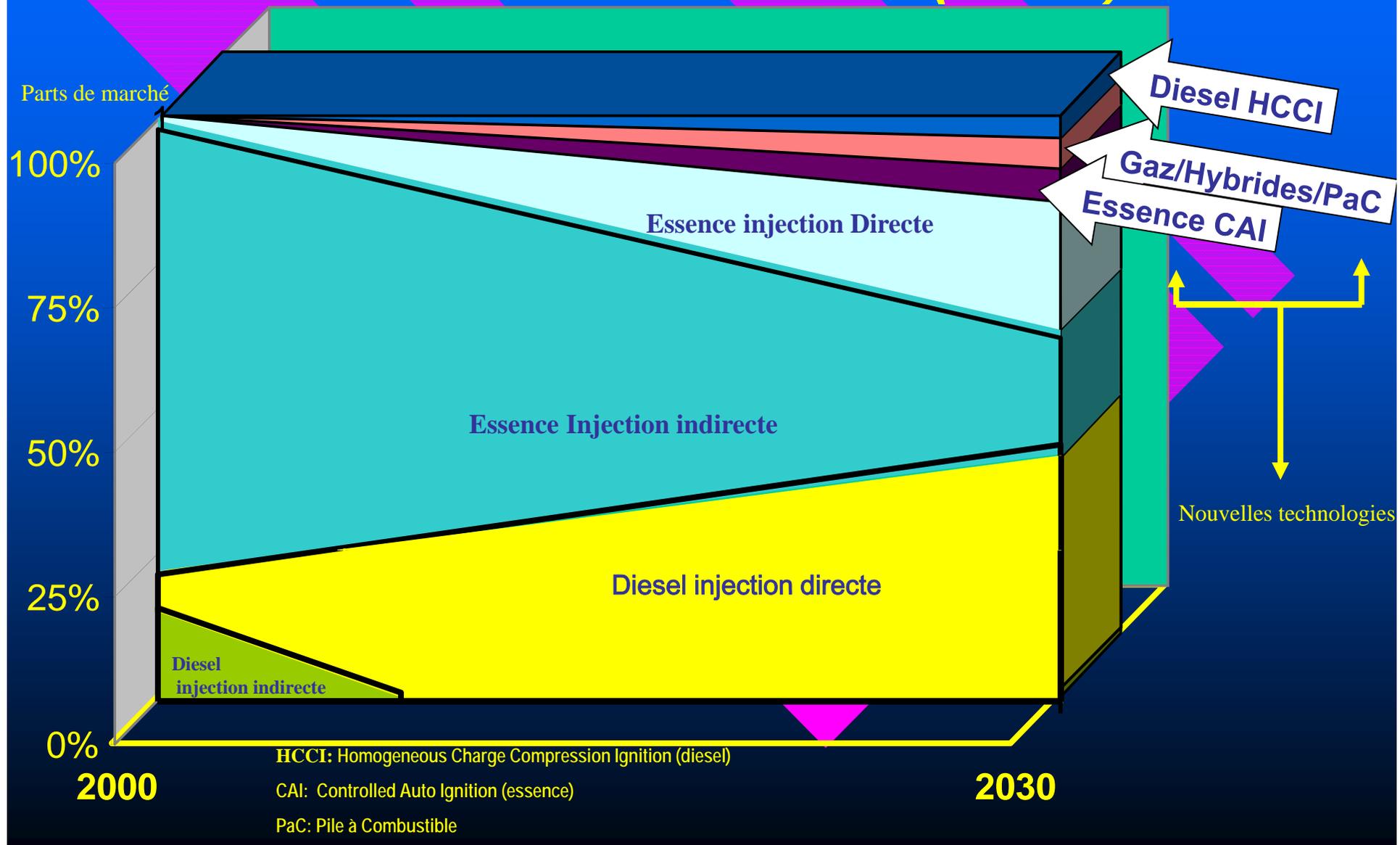
- 1 Diesel
- 2 Hybrides
- 3 Bio-carburants avancés
- 4 Piles à combustibles  
(H2 produit à partir d'énergie fossile)
- 5 Piles à combustibles  
(H2 produit avec faibles émissions de CO2)
- 6 Economies de carburants
- 7 Amélioration des conditions de circulation

# Diversification Carburants/Motorisations *Une Vision 2030 (EU25)*



\* BTL: Biodiesel de synthèse, \* GTL: Gazole de synthèse

# Technologies Moteurs/Carburants Une Vision 2030 (EU25)



# UNE PERFORMANCE MEDIATIQUE RENAULT VESTA 2 EN 1987

- Paris Bordeaux,  
501,4 km à 101 km/h de moyenne  
avec 2 personnes à bord
- Consommation totale 9 l d'essence soit 1,94 l/100 Km  
( 46,6 gr de CO<sub>2</sub> /Km)
- Moteur 3 cylindres essence 27 CV
- Cx de 0,186
- Un exploit resté historique mais sans lendemain  
commercial car correspondant à un véhicule invendable en  
coût, confort, qualité: tout était sacrifié à la consommation
- Mais un réservoir d'idées utilisées au fil du temps