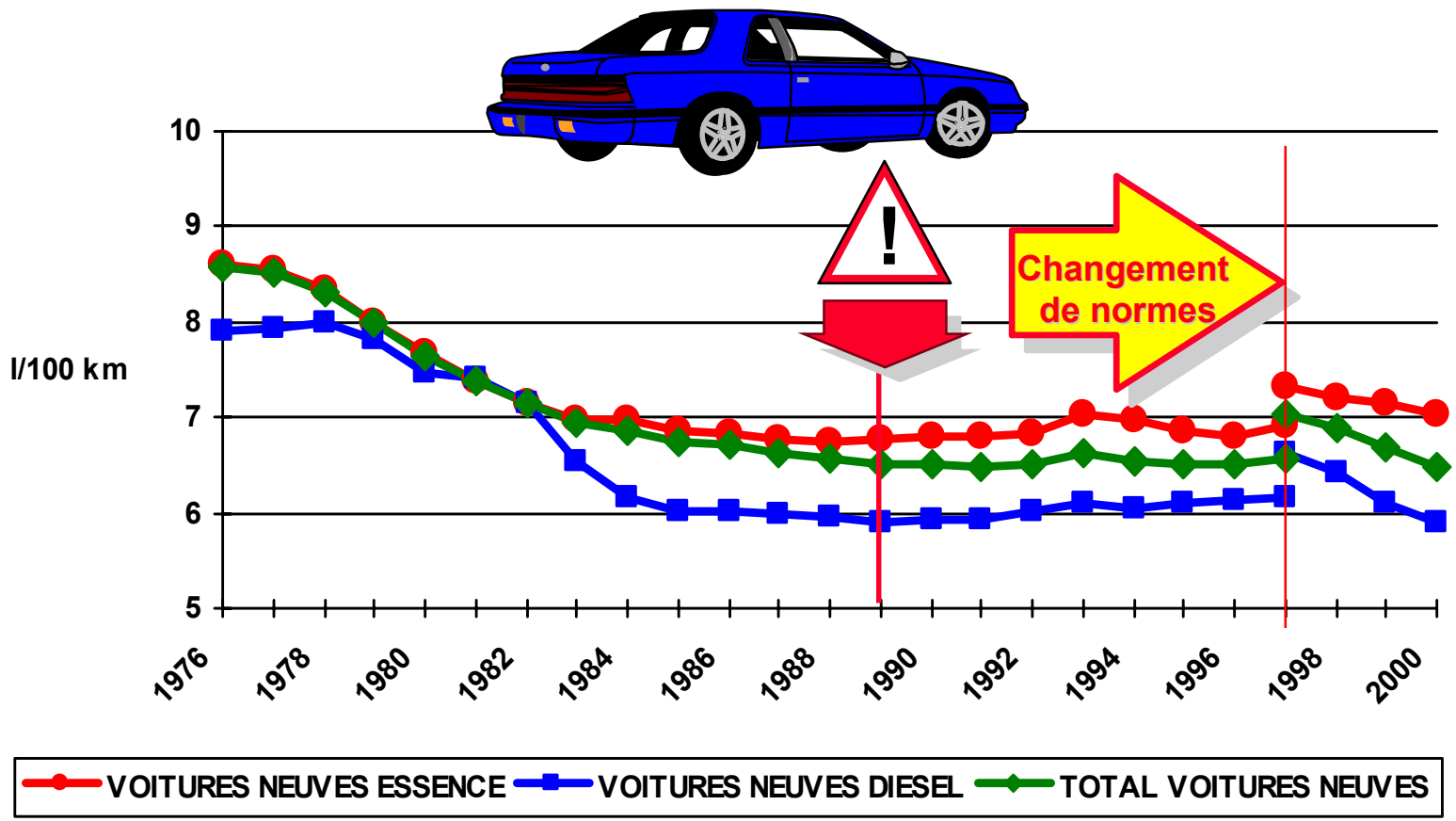
9
TECHNOLOGIES DES VÉHICULES

L'ÉVOLUTION DES CONSOMMATIONS DES VOITURES PARTICULIÈRES

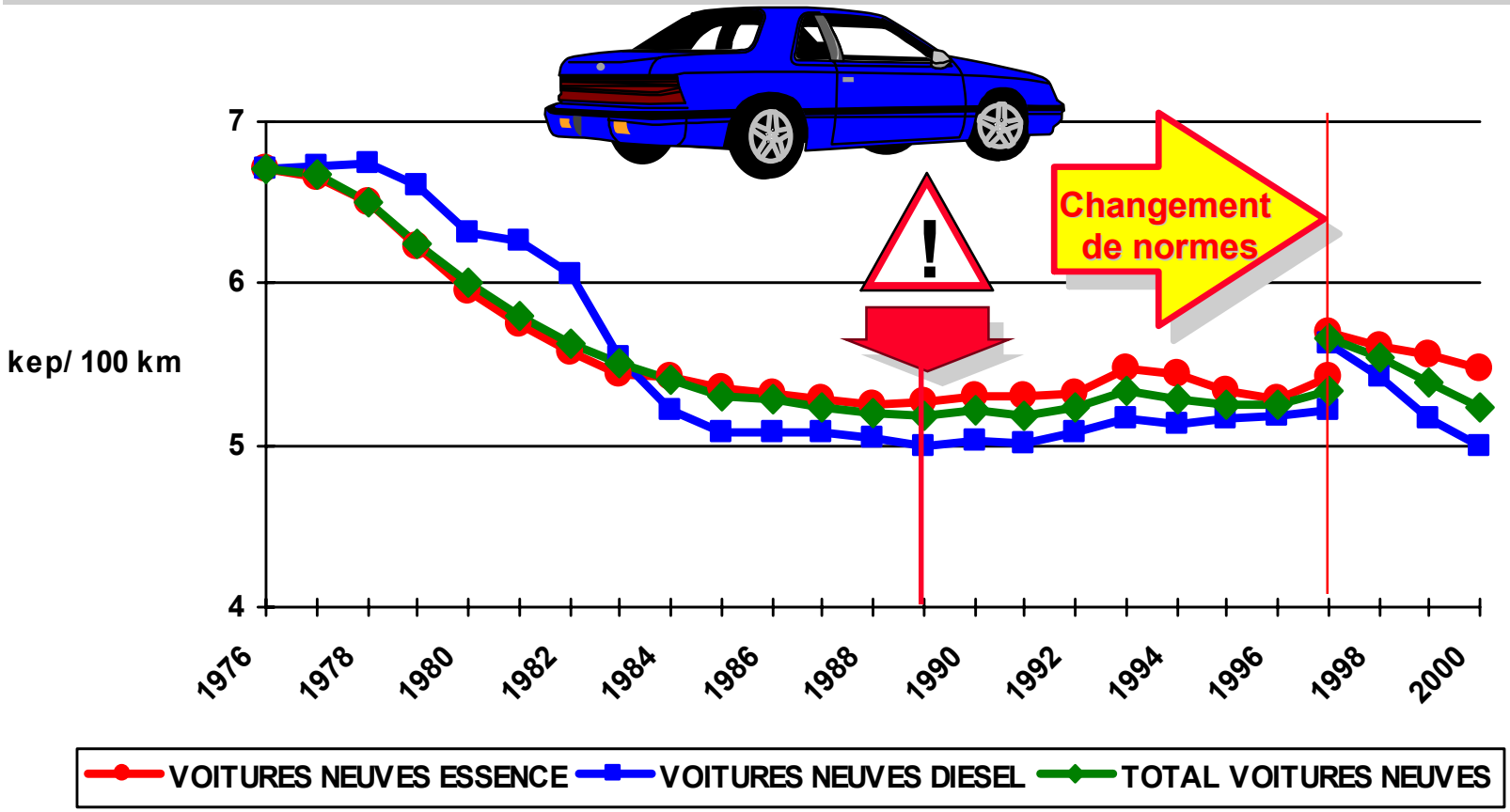
APRES 1989, SEULE LA PÉNÉTRATION DU DIESEL EXPLIQUE LA BAISSE APPARENTE DES CONSOMMATIONS DES VOITURES NEUVES



CONSOMMATIONS EN VOLUME (l / 100 km)

Source Ademe/UTAC

EN TERME D'ÉNERGIE
L'ÉCART DE CONSOMMATION DIESEL / ESSENCE ÉTAIT DE SEULEMENT 5% EN FAVEUR DU DIESEL EN 1997,
IL AUGMENTE AVEC LA NOUVELLE NORME

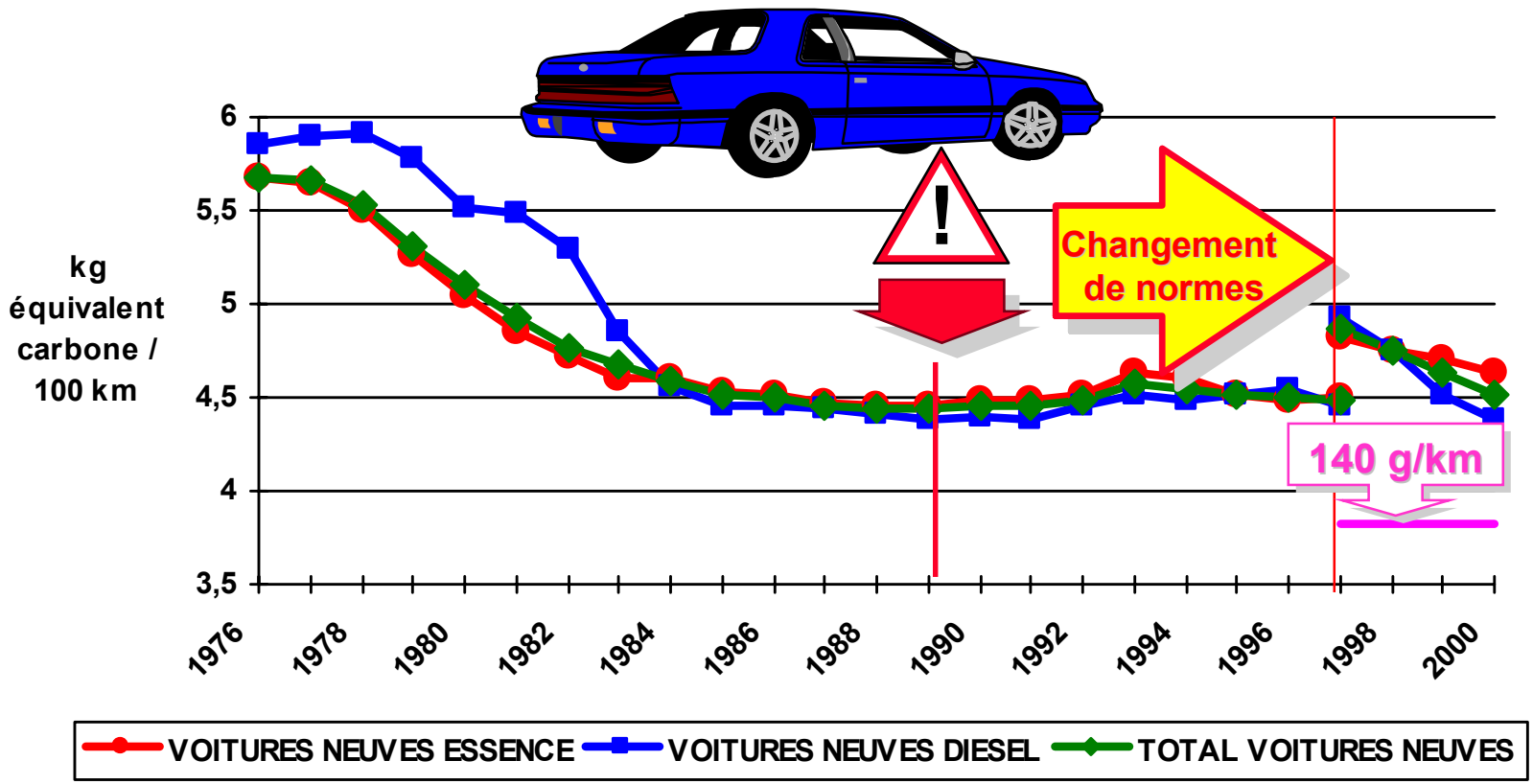


CONSOMMATIONS EN ÉNERGIE (kep / 100 km)

Source Ademe/UTAC

ENTRE 1985 & 1997 LES PERFORMANCES DES VOITURES ESSENCE ET DIESEL SONT QUASI IDENTIQUES EN TERME D'EFFET DE SERRE

LA NOUVELLE NORME MONTRE L 'EFFICACITE DU DIESEL



CONSOMMATIONS EN ÉQUIVALENT CARBONE (kg ~ C / 100 km)

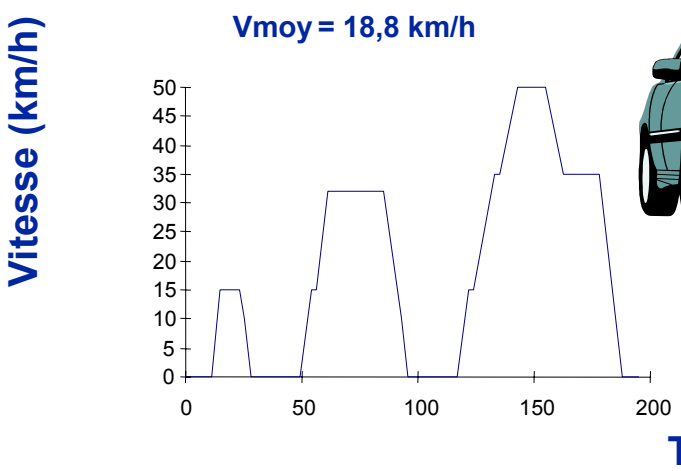
Source Ademe/UTAC

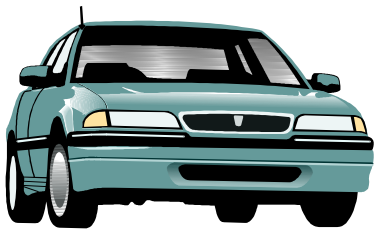
LES NORMES
ET LEURS ÉVOLUTIONS

LES DIFFERENTS CYCLES RÉGLEMENTAIRES EUROPÉENS V.P. : ECE, EUDC, NEDC

Cycle ECE

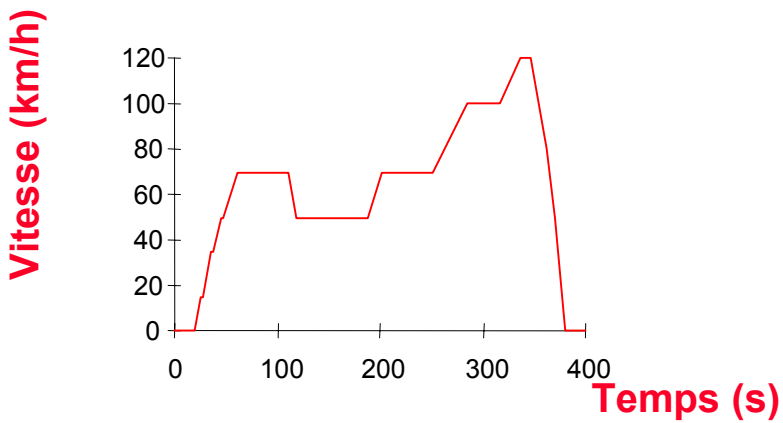
Vmoy = 18,8 km/h





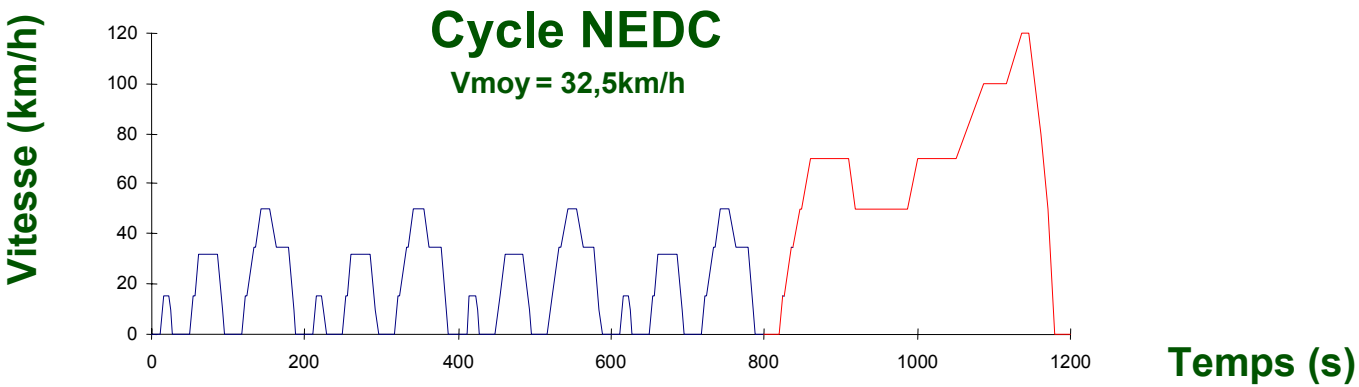
Cycle EUDC

Vmoy = 62,6 km/h

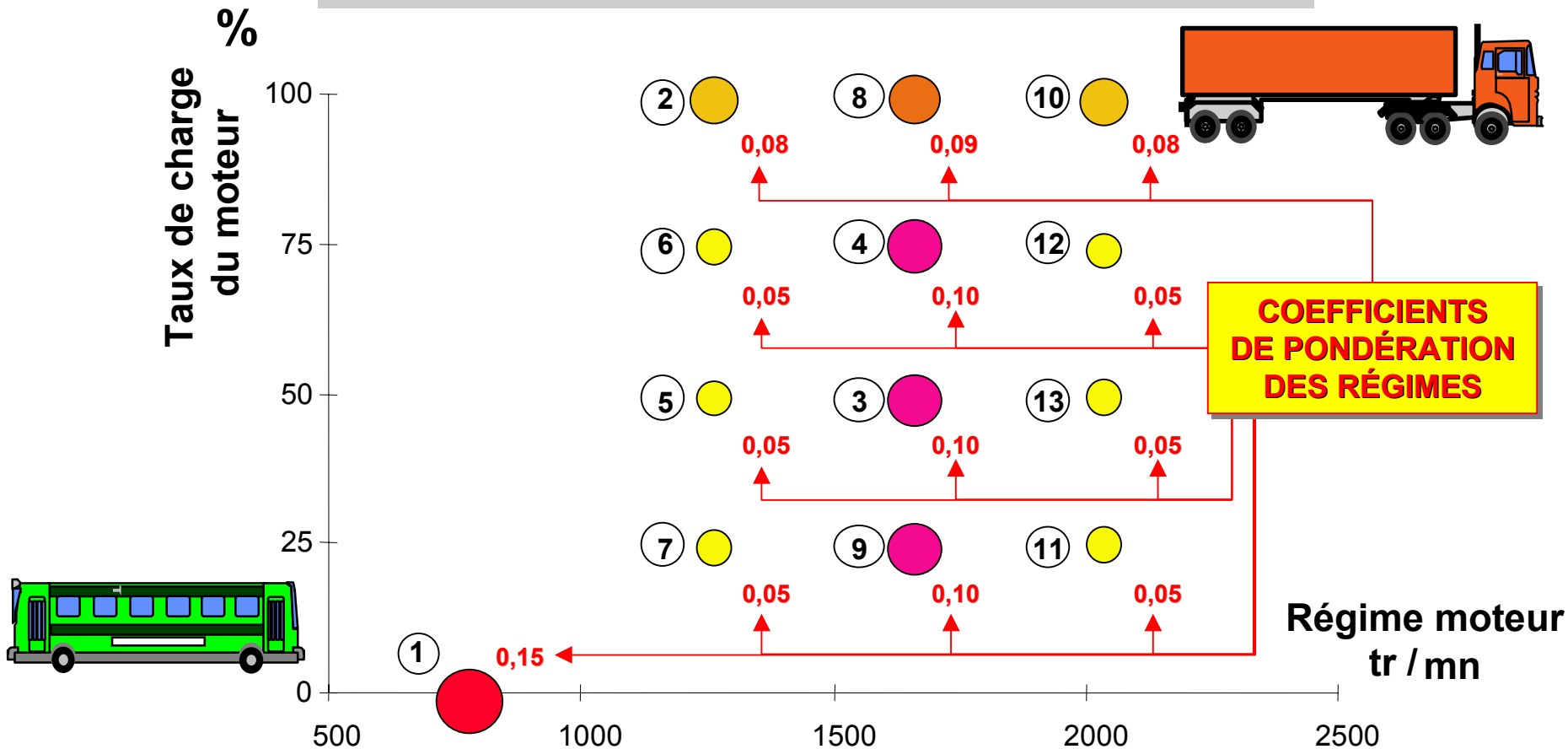


Cycle NEDC

Vmoy = 32,5km/h

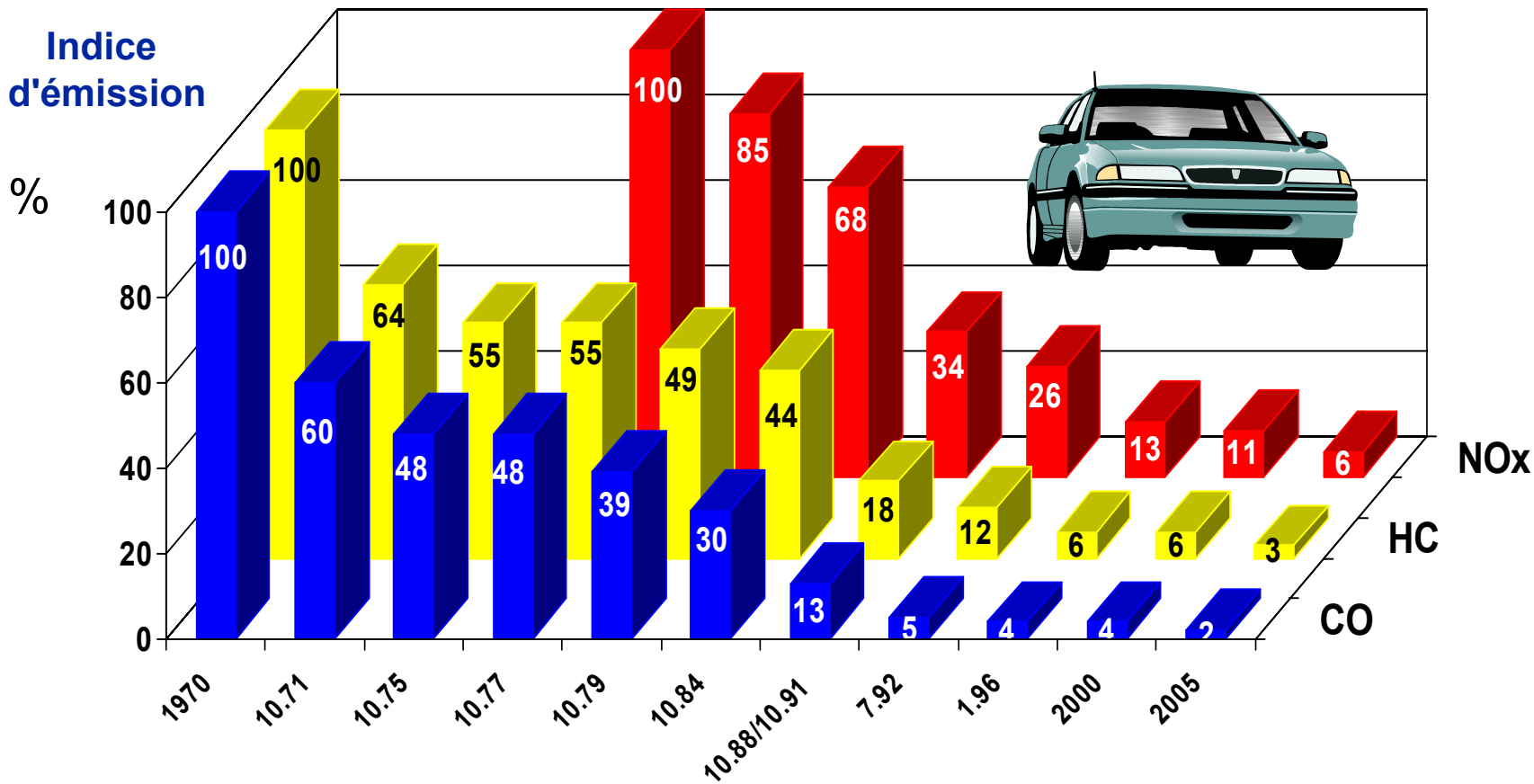


VÉHICULES LOURDS
NOUVEAU CYCLE 13-MODES
ESC (étape Euro 3)



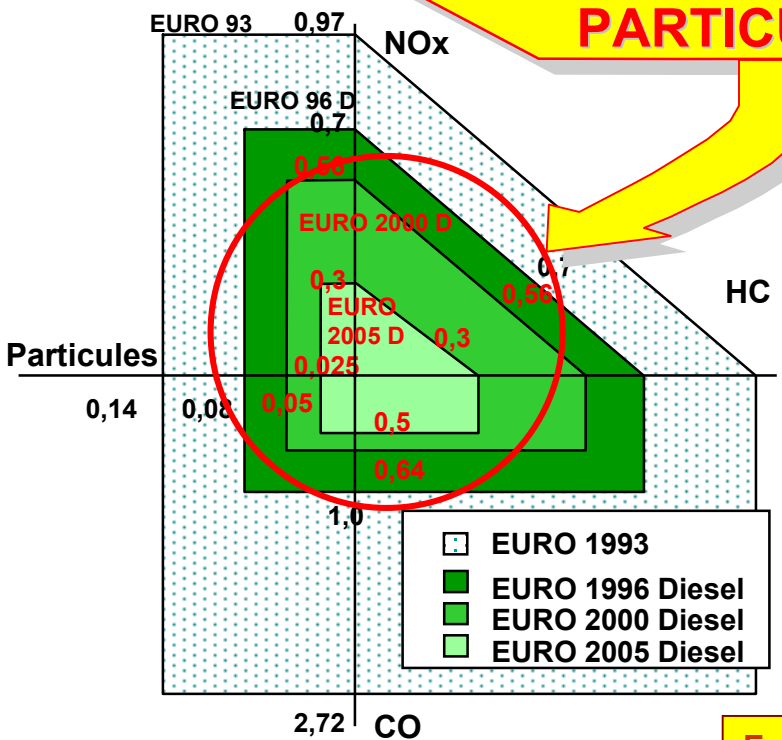
ÉVOLUTION DES NORMES D'ÉMISSIONS des voitures particulières en Europe

pour un véhicule moyen, changement de cycle à partir de 91/441, départ froid pour 2000 et 2005

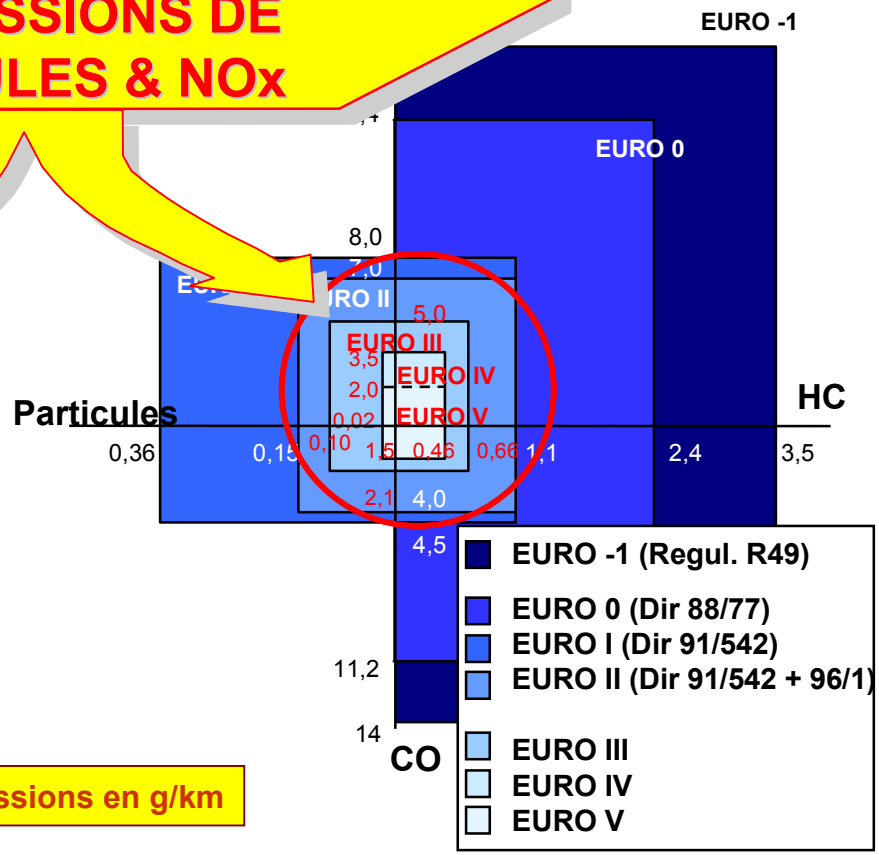


LE RENFORCEMENT DES NORMES EUROPÉENNES D'ÉMISSION DES VÉHICULES ROUTIERS 1980 - 2005

DÉFI SUR LA RÉDUCTION SIMULTANÉE DES ÉMISSIONS DE PARTICULES & NOx



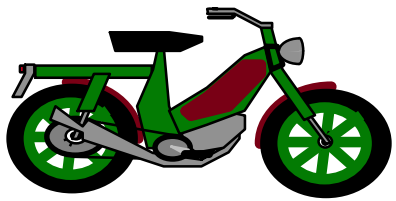
1993 &1996 : MVEG cycle, 2000 & 2005 : NEDC

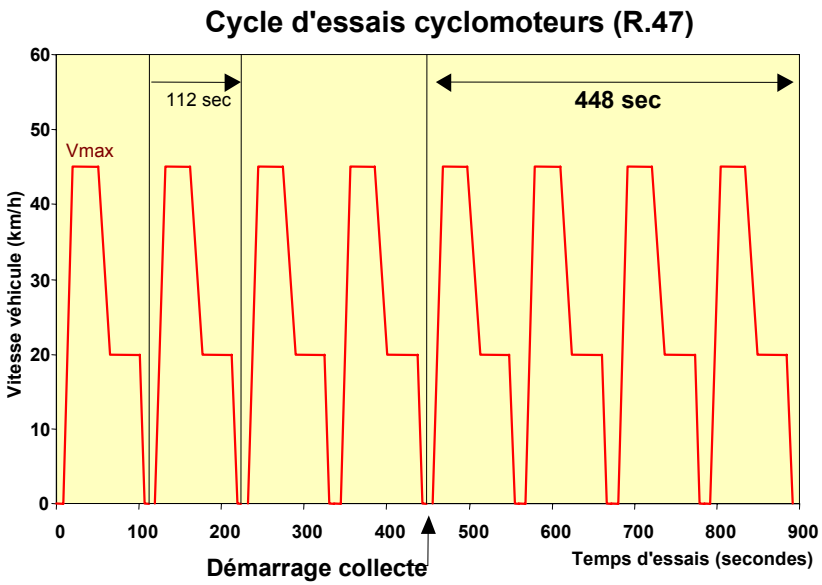


Emissions en g/km

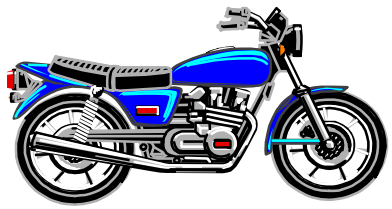
LES DIFFÉRENTS CYCLES RÉGLEMENTAIRES EUROPÉENS 2 ROUES

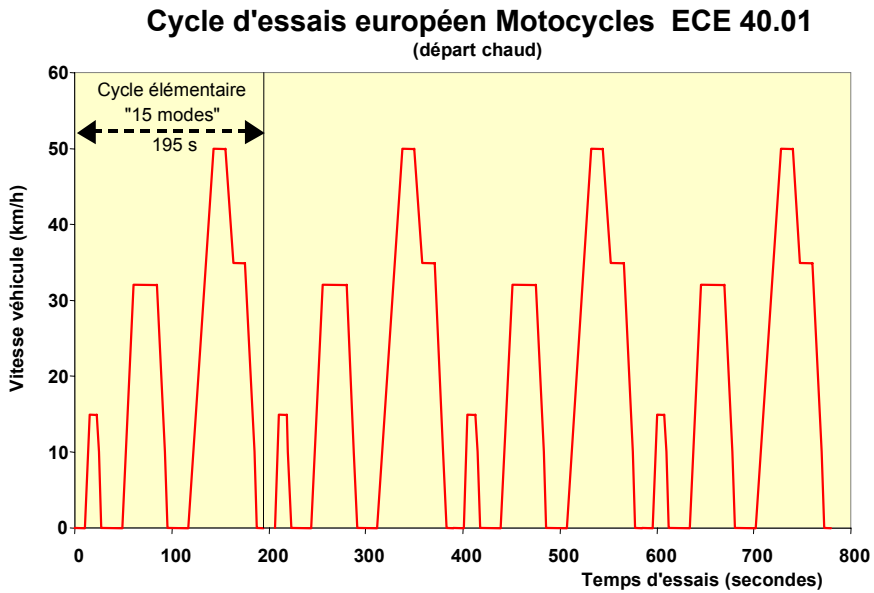
Cycle d'essais Cyclomoteurs R 47





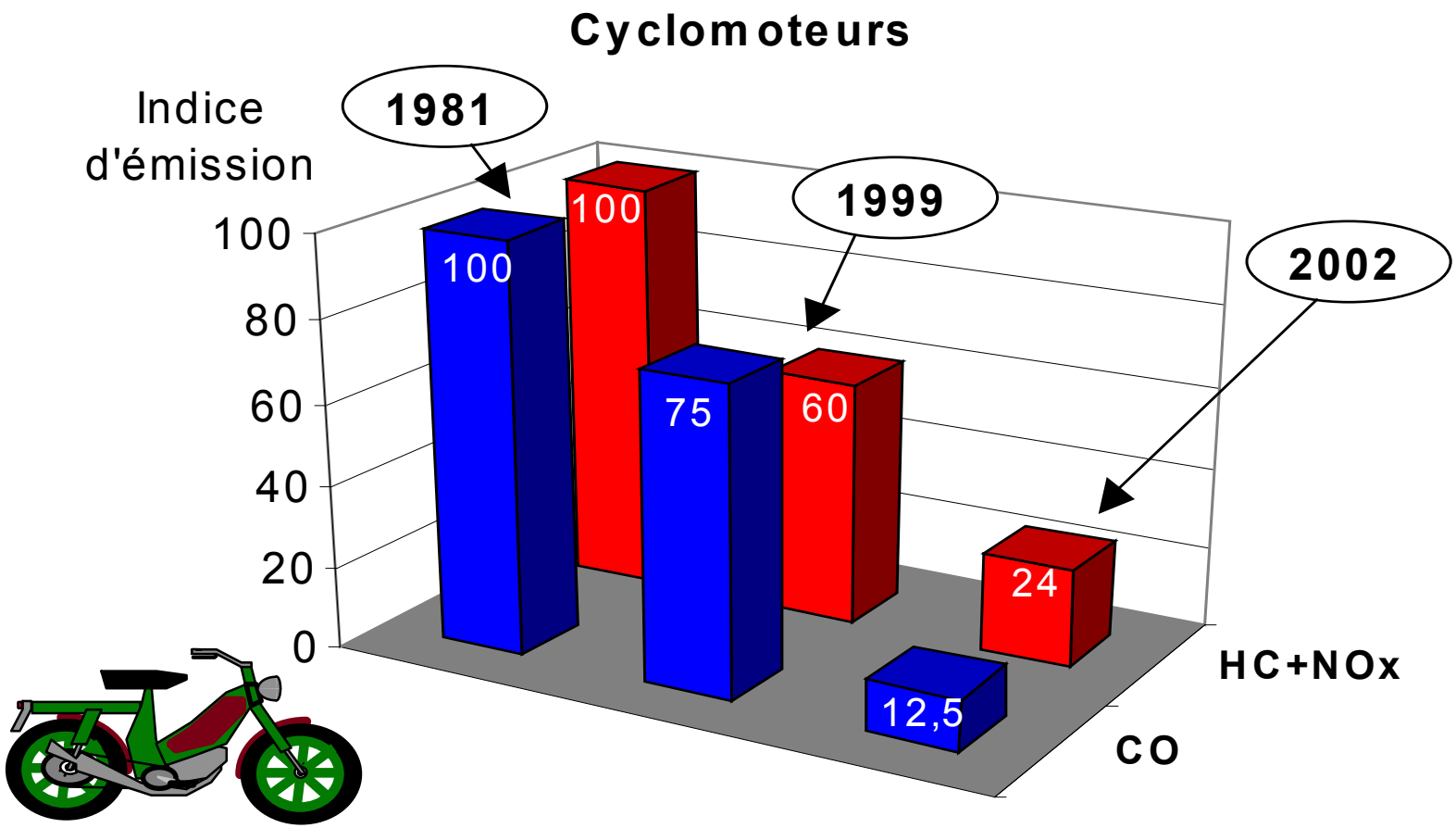
Cycle d'essais Motocycles ECE 40.01





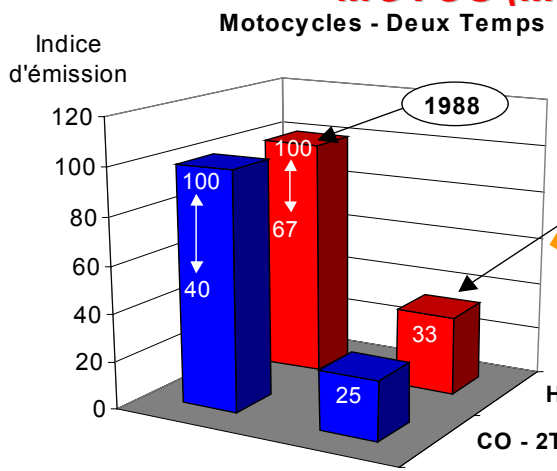
ÉVOLUTION DES NORMES D'ÉMISSIONS DES 2 ROUES EN EUROPE

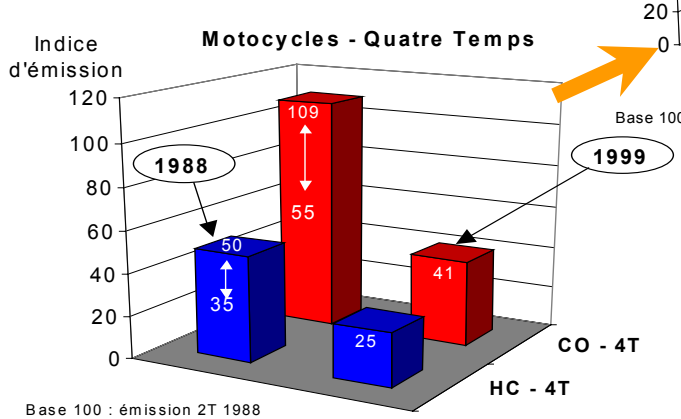
MOBYLETTES (CYCLOMOTEURS de cylindrée inférieure à 50cm³ et masse < 400 kg

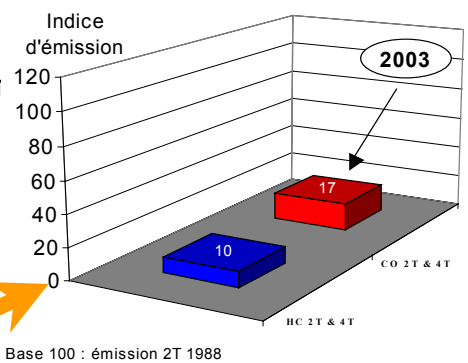


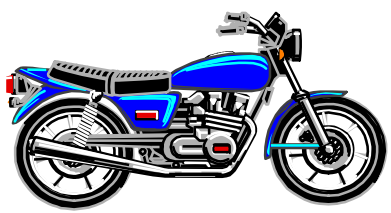
ÉVOLUTION DES NORMES D'ÉMISSIONS DES 2 ROUES EN EUROPE

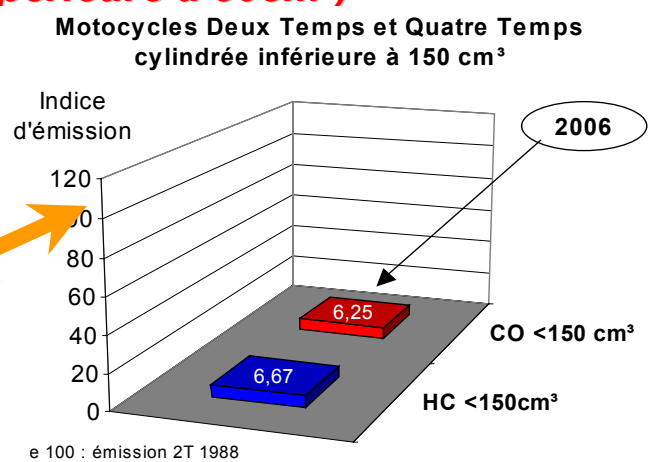
MOTOS (MOTOCYCLES de cylindrée supérieure à 50cm³)

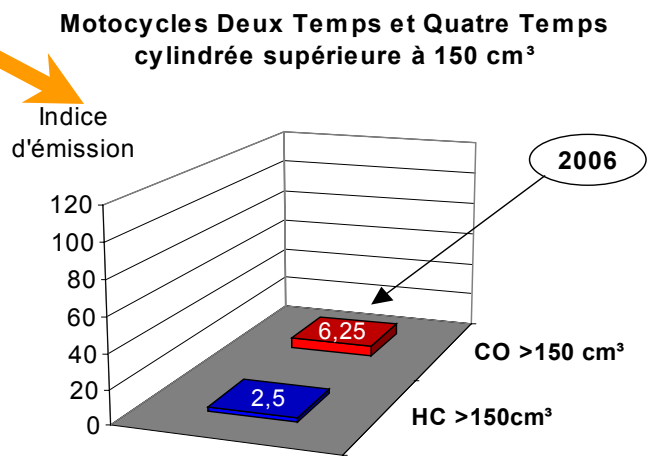






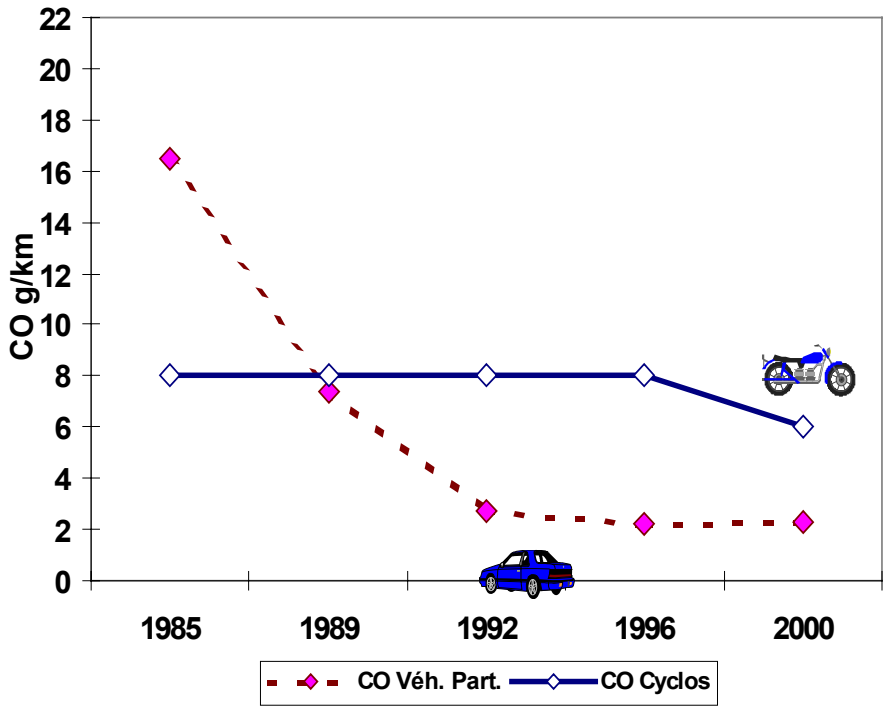


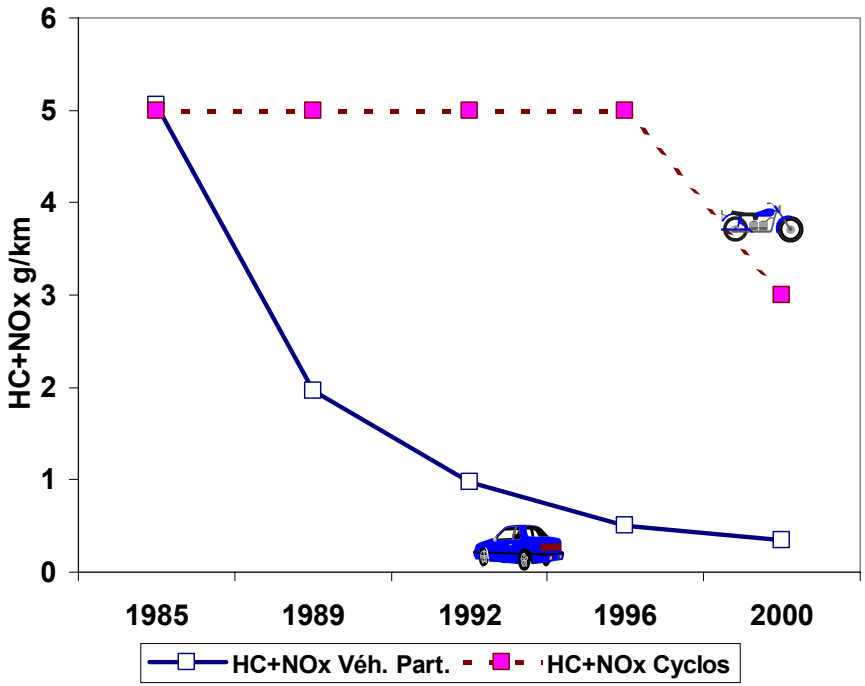




2-ROUES & AUTOMOBILES :

UNE ÉVOLUTION RÉGLEMENTAIRE SUR LES POLLUANTS EN RETARD…



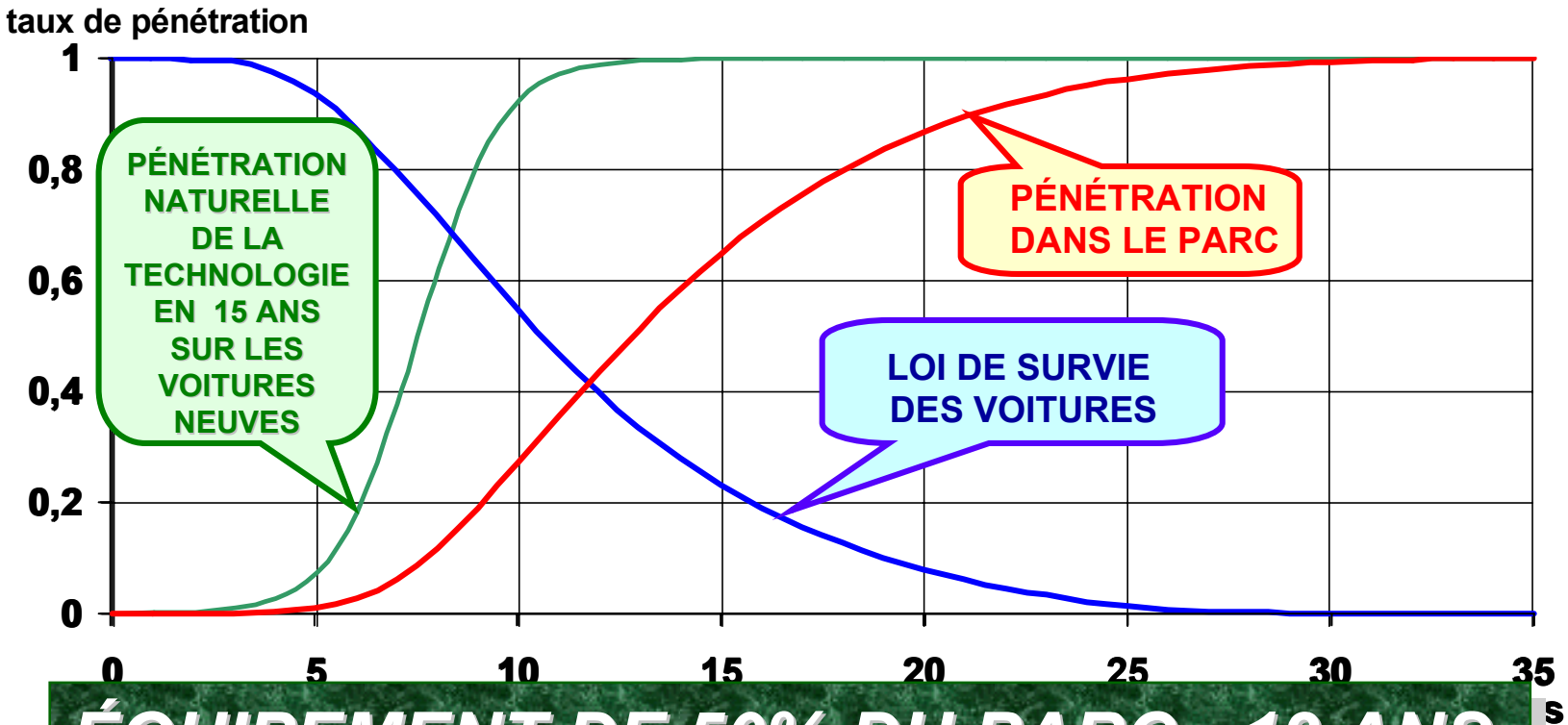


… MAIS DES PALIERS DE RÉDUCTION SÉVÈRE QUI ARRIVENT À GRAND PAS !

LA DYNAMIQUE DE PÉNÉTRATION DES TECHNOLOGIES

LE LENT RENOUVELLEMENT DU PARC DE VOITURES PARTICULIÈRES

PÉNÉTRATION NATURELLE D 'UNE NOUVELLE TECHNOLOGIE

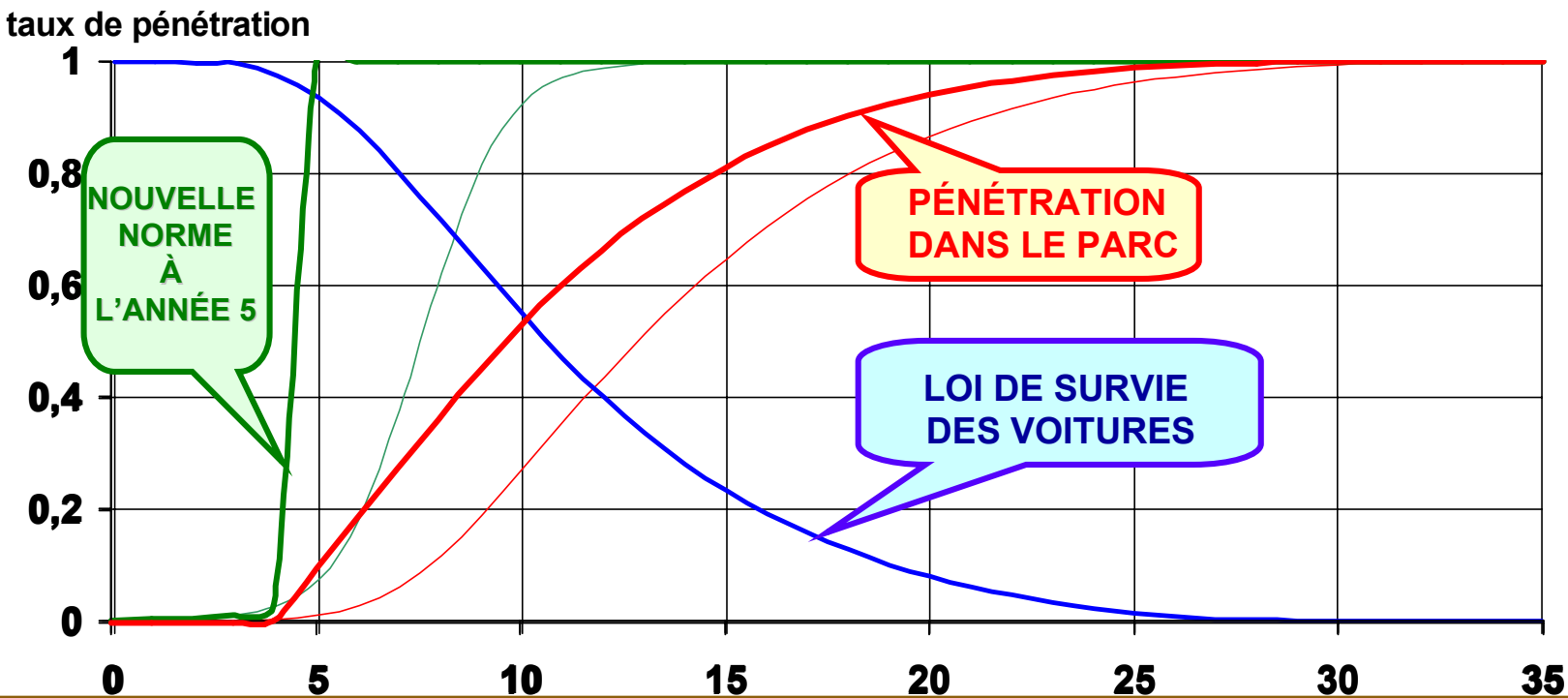


ÉQUIPEMENT DE 50% DU PARC : 13 ANS
ÉQUIPEMENT DE 95% DU PARC : 24 ANS

Source C.Ga

LE LENT RENOUVELLEMENT DU PARC DE VOITURES PARTICULIÈRES

PÉNÉTRATION ACCÉLÉRÉE PAR ENTRÉE EN VIGUEUR DE NORME

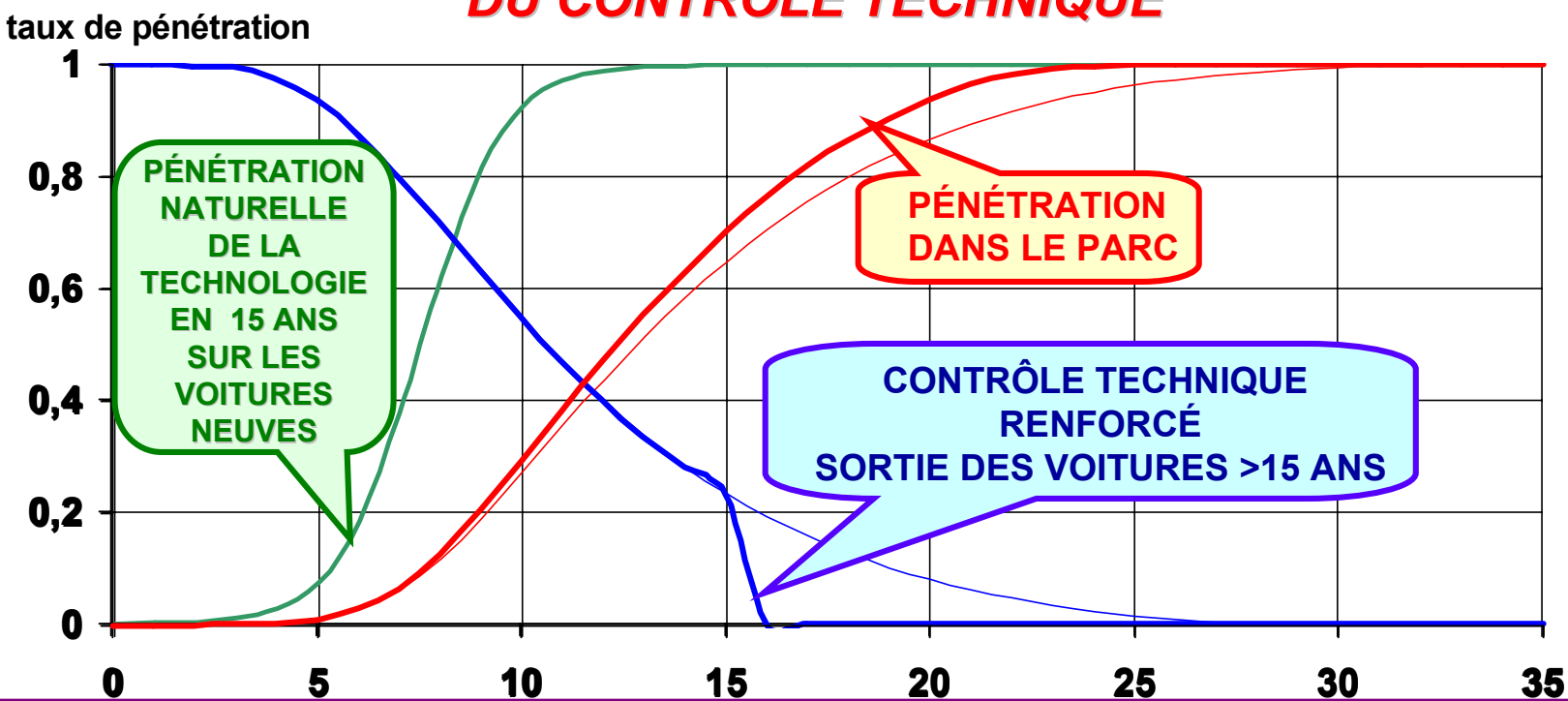


ÉQUIPEMENT DE 50% DU PARC 3,5 ANS PLUS TÔT
ÉQUIPEMENT DE 95% DU PARC 3,5 ANS PLUS TÔT

Sou

LE LENT RENOUVELLEMENT DU PARC DE VOITURES PARTICULIÈRES

SORTIE DE PARC ACCÉLÉRÉE PAR RENFORCEMENT DU CONTRÔLE TECHNIQUE

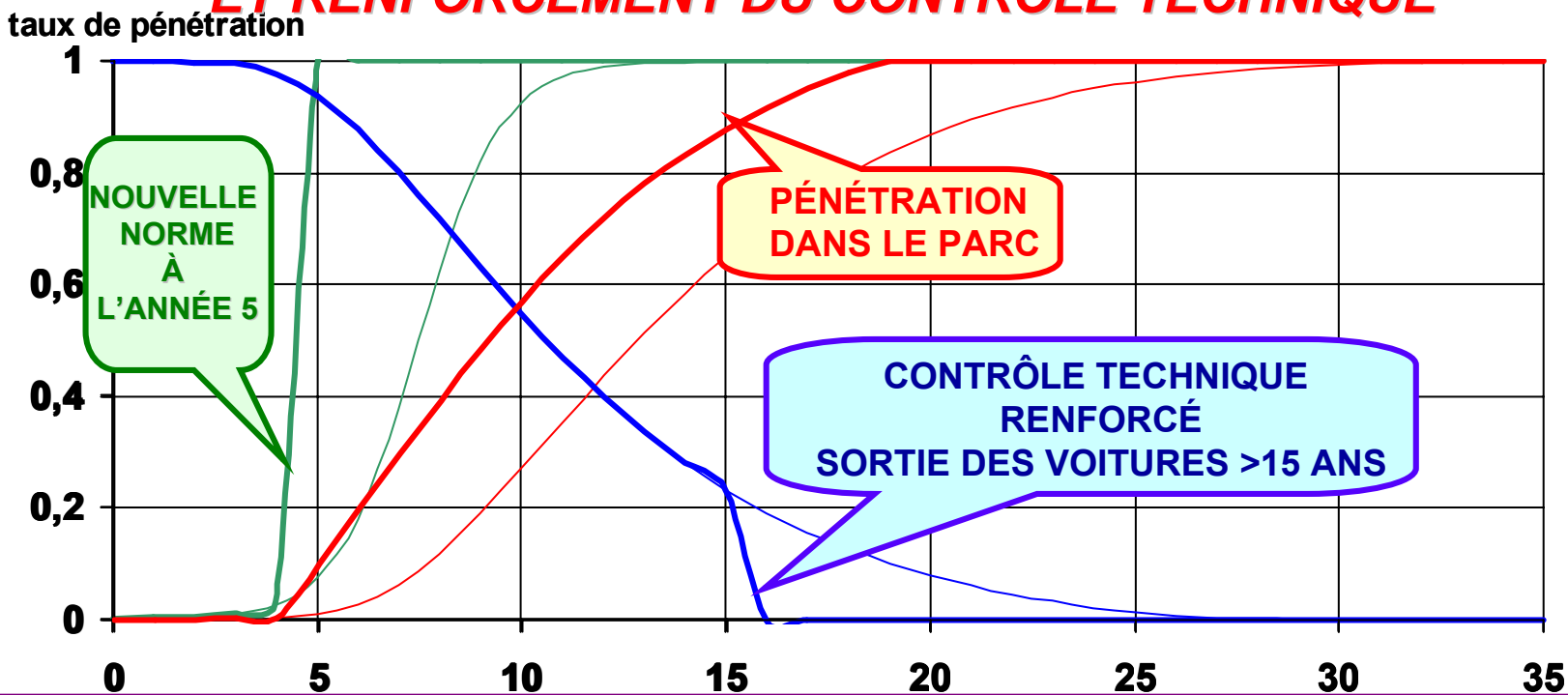


ÉQUIPEMENT DE 50% DU PARC 0,5 ANS PLUS TÔT
ÉQUIPEMENT DE 95% DU PARC 3,5 ANS PLUS TÔT

Source C.Galez INRETS/ADEME

LE LENT RENOUVELLEMENT DU PARC DE VOITURES PARTICULIÈRES

SORTIE DE PARC ACCÉLÉRÉE PAR ENTRÉE EN VIGUEUR DE NORME ET RENFORCEMENT DU CONTRÔLE TECHNIQUE

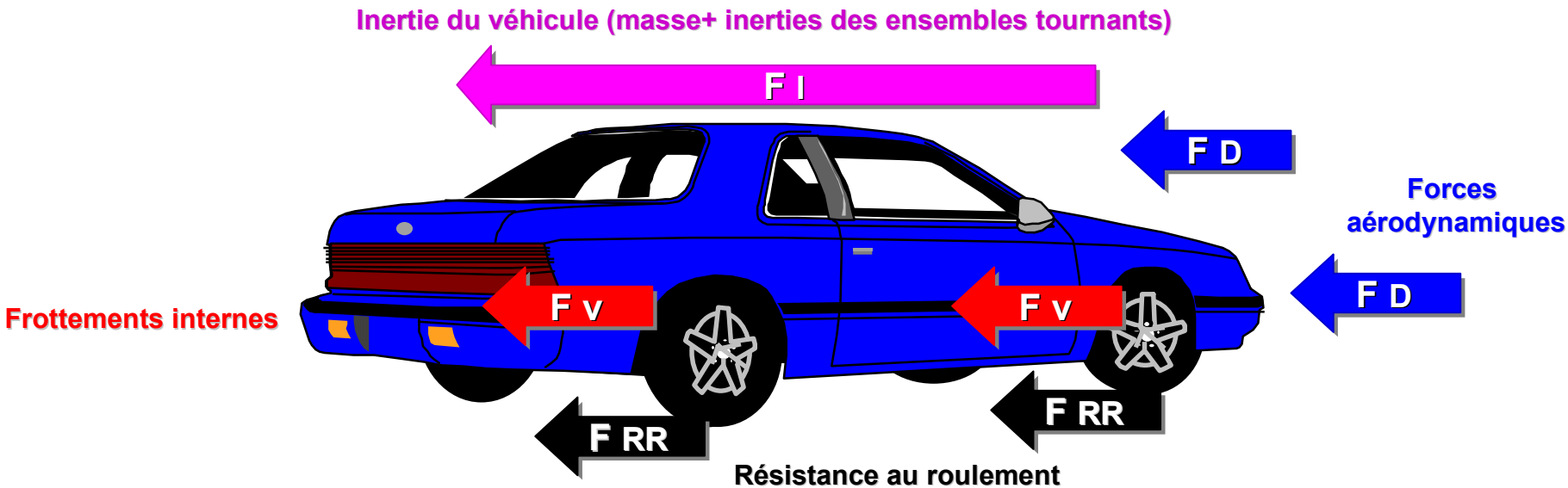


ÉQUIPEMENT DE 50% DU PARC 4 ANS PLUS TÔT
ÉQUIPEMENT DE 95% DU PARC 7 ANS PLUS TÔT

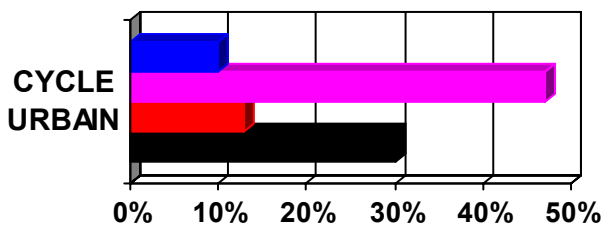
Source C.Galiez INRETS/ADEME

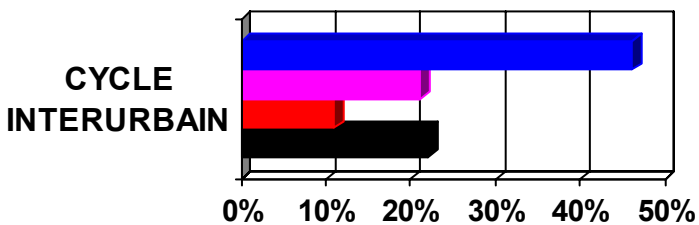
ÉNERGIE ET MOTORISATION

LES DIFFÉRENTES COMPOSANTES DE LA RÉSISTANCE À L'AVANCEMENT D'UN VÉHICULE



RÉSITANCE À L'AVANCEMENT DU VÉHICULE = FI + FD + FRR + FV

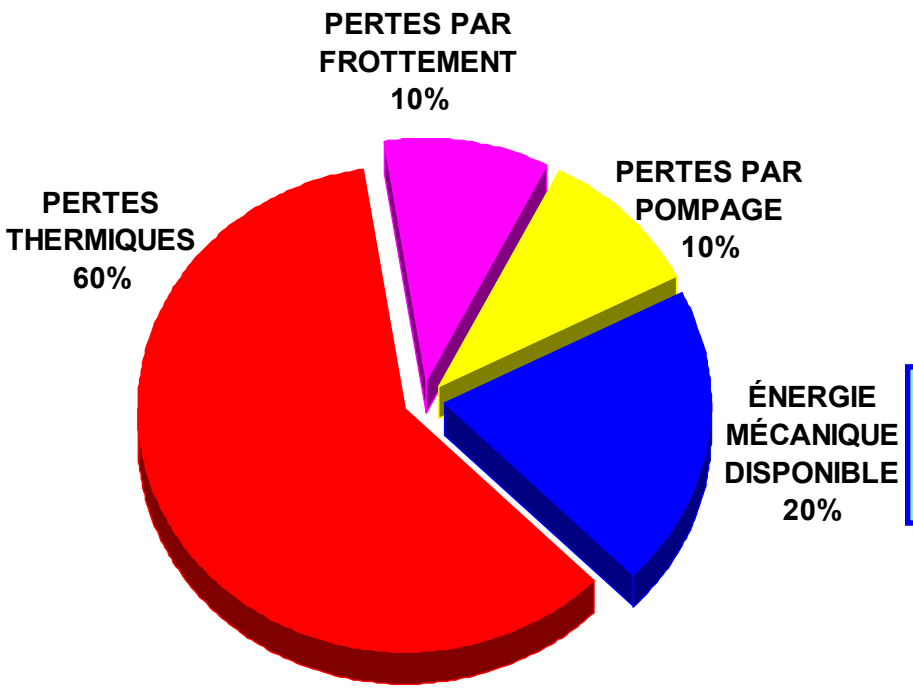




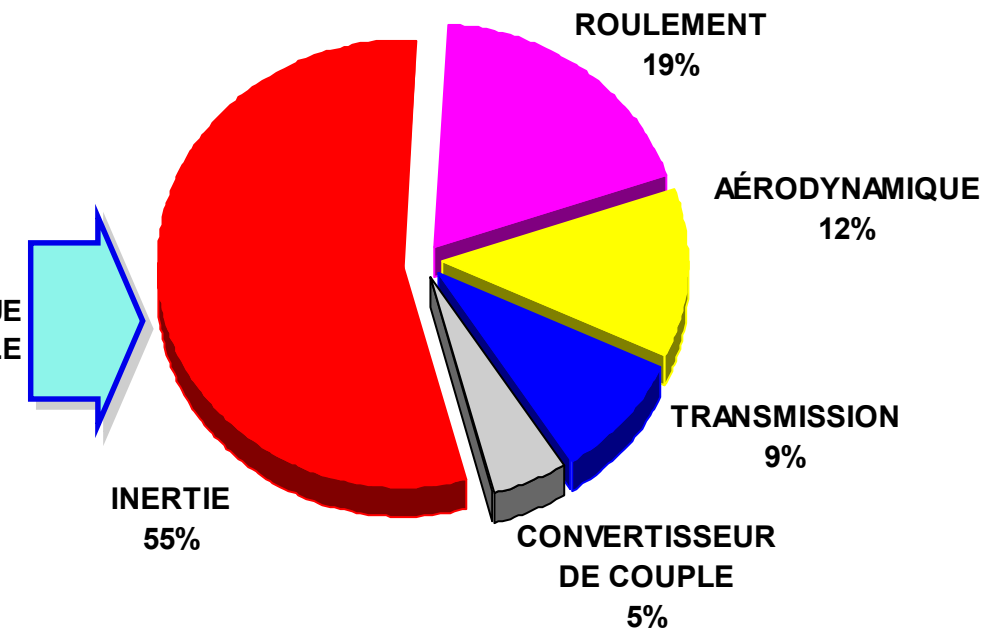
C'après MICHELIN

EXEMPLE DE RÉPARTITION DE LA CONSOMMATION D'ÉNERGIE

UTILISATION DE L'ÉNERGIE CONSOMMÉE



UTILISATION DE L'ÉNERGIE MÉCANIQUE

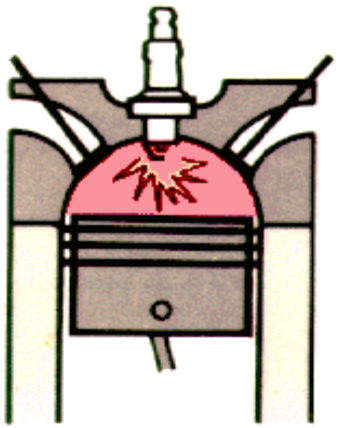


pour une TOYOTA CAMRY 2 litres essence, cycle Japon 10-15 modes

Source TOYOTA

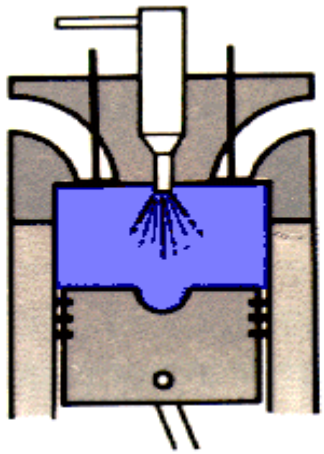
COMPARAISON DES FONCTIONNEMENTS DES MOTEURS ESSENCE ET DIESEL

Moteur Essence



Un mélange air-carburant est introduit Une étincelle (apport d'énergie) est nécessaire pour initier la combustion.
-> Mode de combustion favorable à la «puissance»,
-> Formation de polluants CO, HC et NOx.
Pas ou peu de particules.

Moteur Diesel



Le carburant est introduit directement dans l'air comprimé de la chambre. Il s'enflamme automatiquement.
La présence élevée d'oxygène entraîne une combustion quasi complète :
peu de CO et HC mais problème sur les NOx et les particules

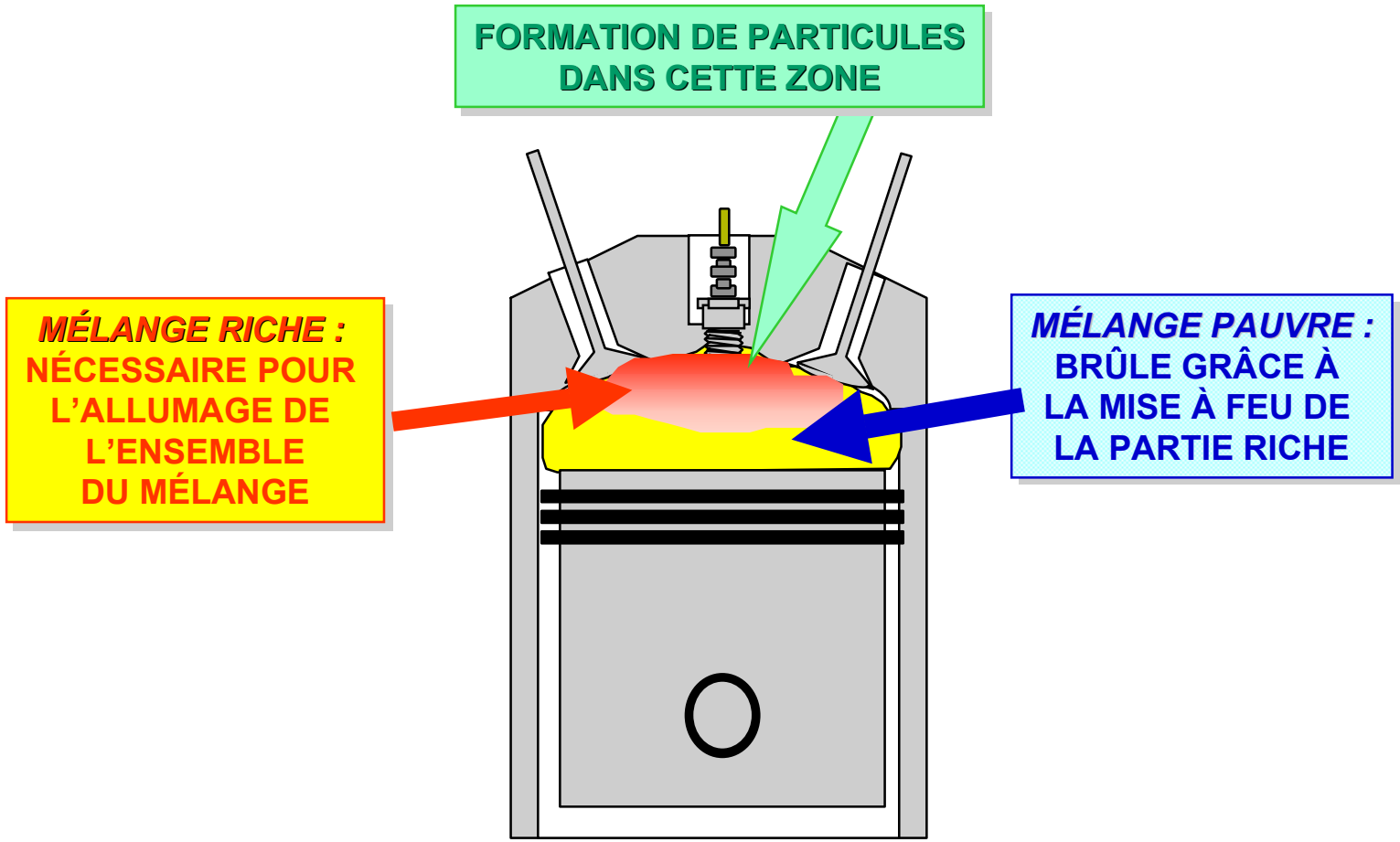
POSSIBILITÉS D'AMÉLIORATION DU RENDEMENT MOTEUR

INTERÊT
- Très fort
- Fort
- Moyen

DIFFICULTÉ
- Assez forte
- Forte
- Très forte

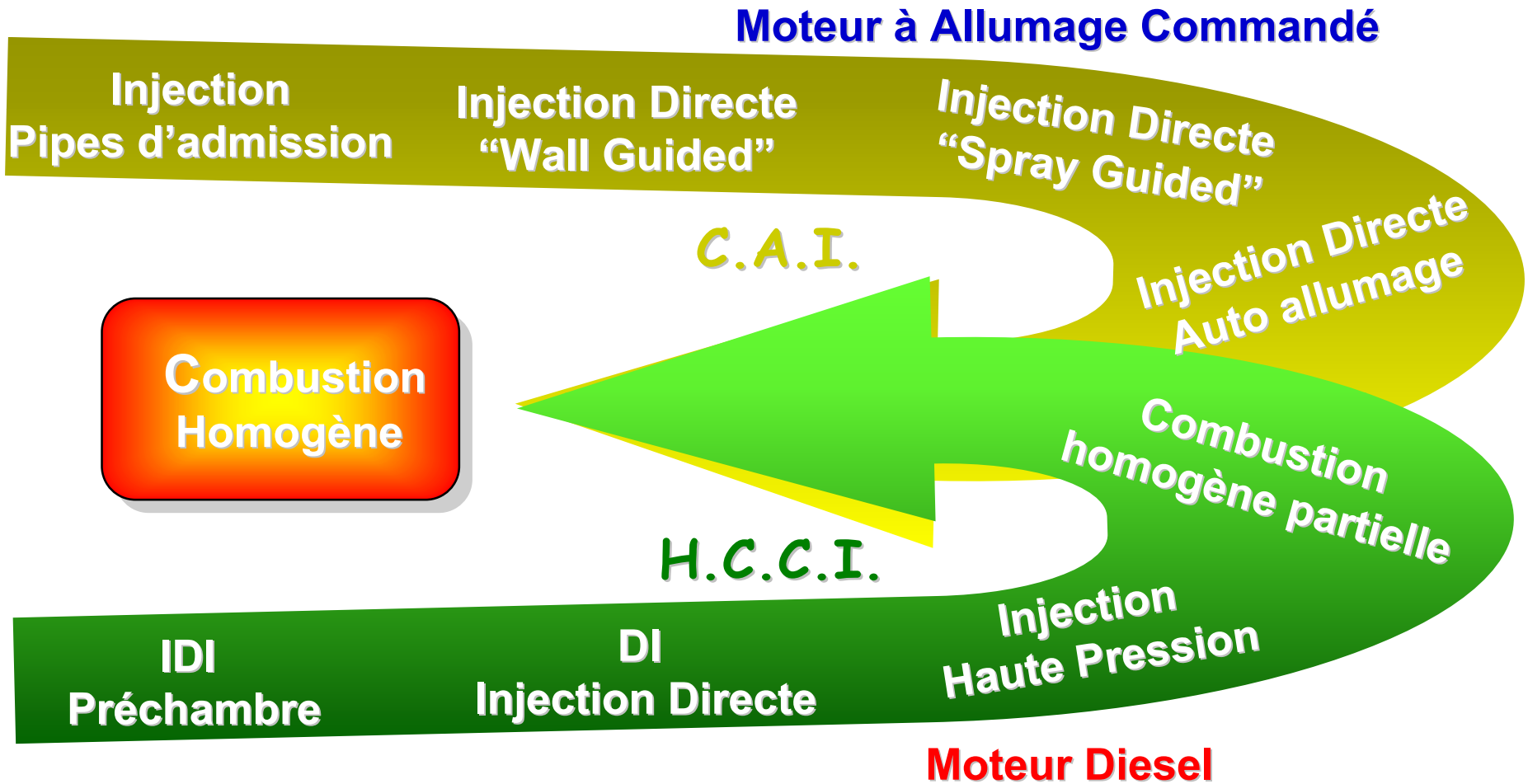
	INTERÊT	DIFFICULTÉ
DIMINUTION DE LA CYLINDRÉE	Moyen	Assez forte
RÉDUCTION DES PERTES PAR FROTTEMENT, POMPAGE ET THERMIQUES	Fort	Forte
RÉDUCTION DE L'INERTIE DES PIÈCES MOBILES	Moyen	Forte
AMÉLIORATION DU DÉGAGEMENT DE CHALEUR (chambre de combustion et conduit d'admission)	Fort	Forte
AUGMENTATION DU COUPLE À BAS RÉGIME ET TRANSMISSION ADAPTÉE	Fort	Assez forte
SURALIMENTATION	Fort	Assez forte
DIMINUTION DU RÉGIME DE RALENTI	Moyen	Forte
FONCTIONNEMENT INDÉPENDANT DES CYLINDRES	Fort	Très forte
RÉDUCTION DE LA CONSOMMATION DES AUXILIAIRES	Moyen	Forte
INJECTION DIRECTE :		
- DIESEL	Très fort	Forte
- 4 TEMPS ALLUMAGE COMMANDÉ	Très fort	Forte
- 2 TEMPS ALLUMAGE COMMANDÉ	Très fort	Très forte
AMÉLIORATION DE LA GESTION MOTEUR	Fort	Assez forte
DÉVELOPPEMENT DE MOTEURS À ALLUMAGE COMMANDÉ AVEC :		
- LEVÉE DE SOUPAPE VARIABLE	Fort	Forte
- AUGMENTATION OU VARIATION DU TAUX DE COMPRESSION (cycle de Miller)	Très fort	Forte
- MÉLANGE PAUVRE (homogène ou stratifié)	Fort	Forte
- RECIRCULATION DES GAZ D 'ÉCHAPPEMENT A NIVEAU ELEVÉ	Fort	Forte

MÉLANGE PAUVRE STRATIFIÉ



ESSENCE / DIESEL

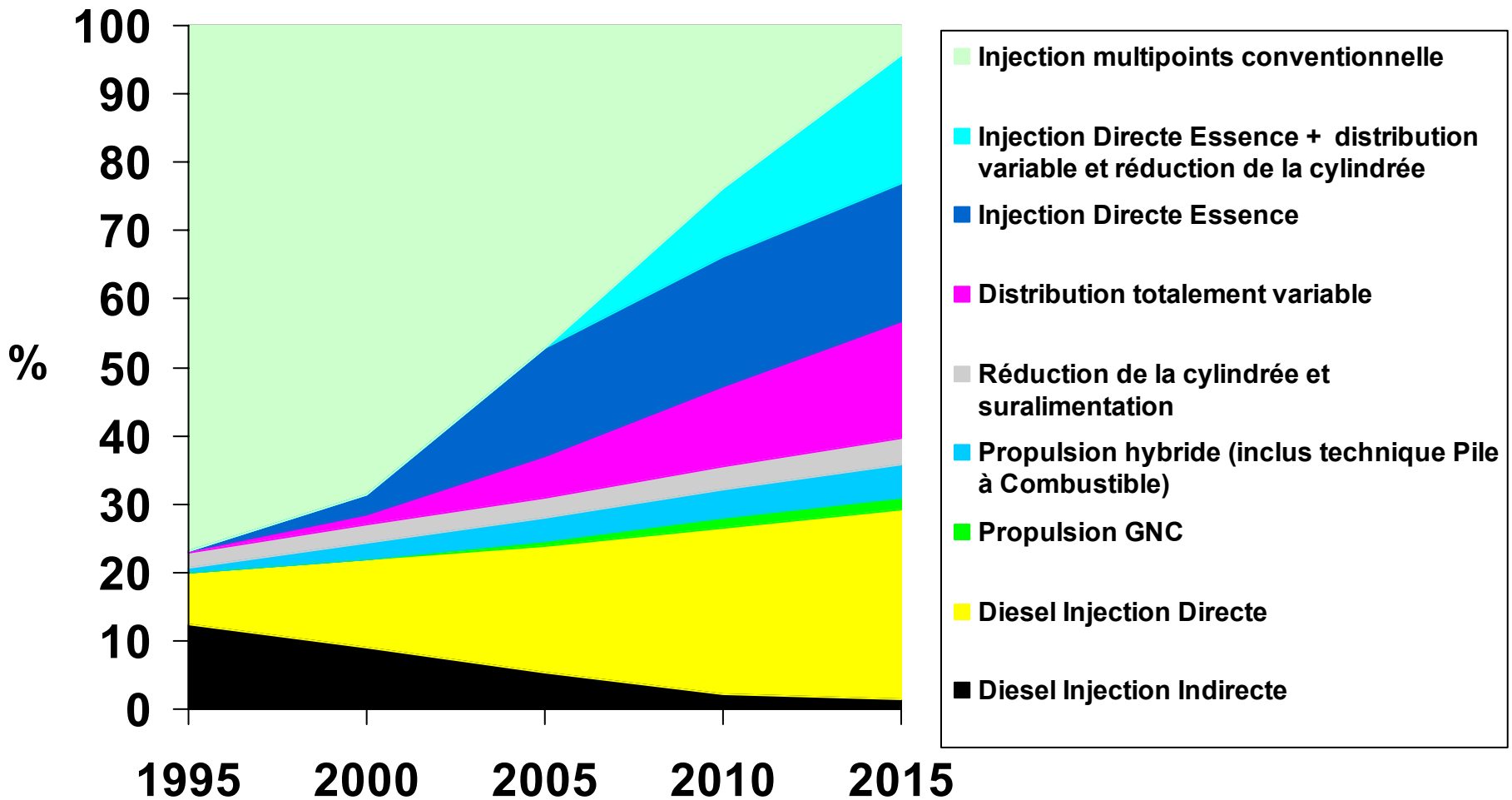
VERS UN MOTEUR COMMUN ?



Source : Volkswagen – Oslo –09/2001

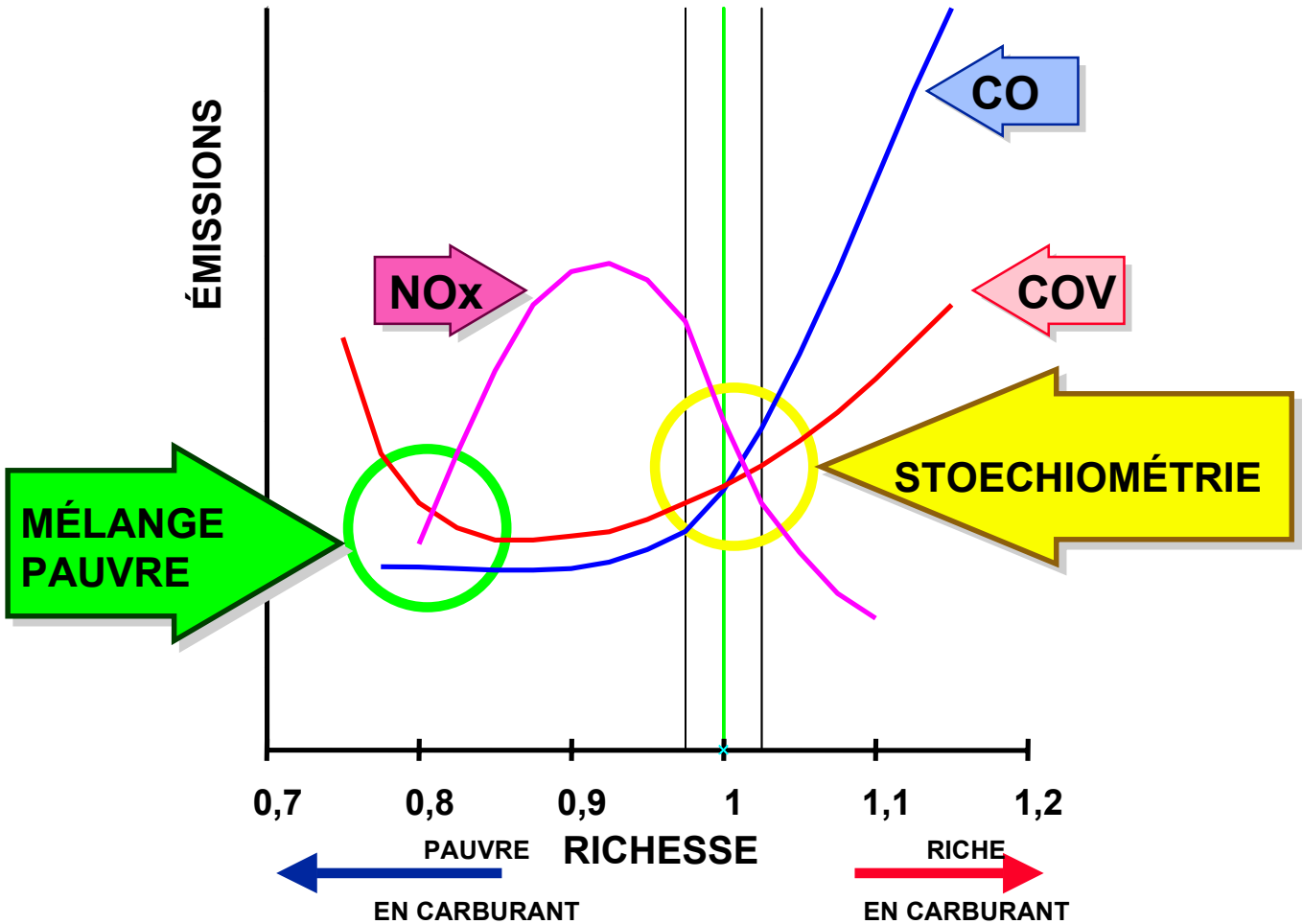
PERSPECTIVES D ’ÉVOLUTIONS TECHNOLOGIQUES

Motorisation thermique



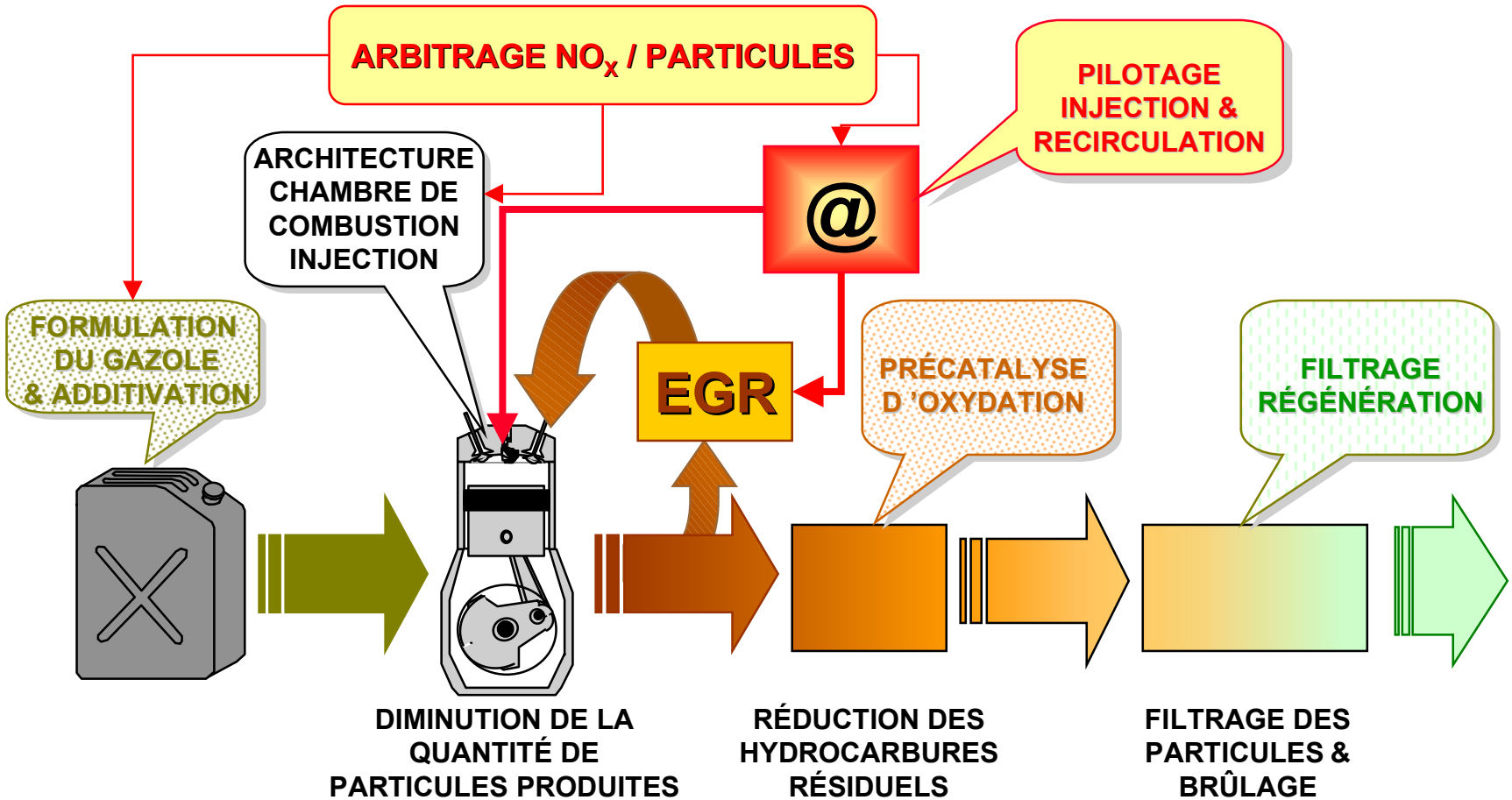
TECHNIQUES DE DÉPOLLUTION

CATALYSE 3 VOIES

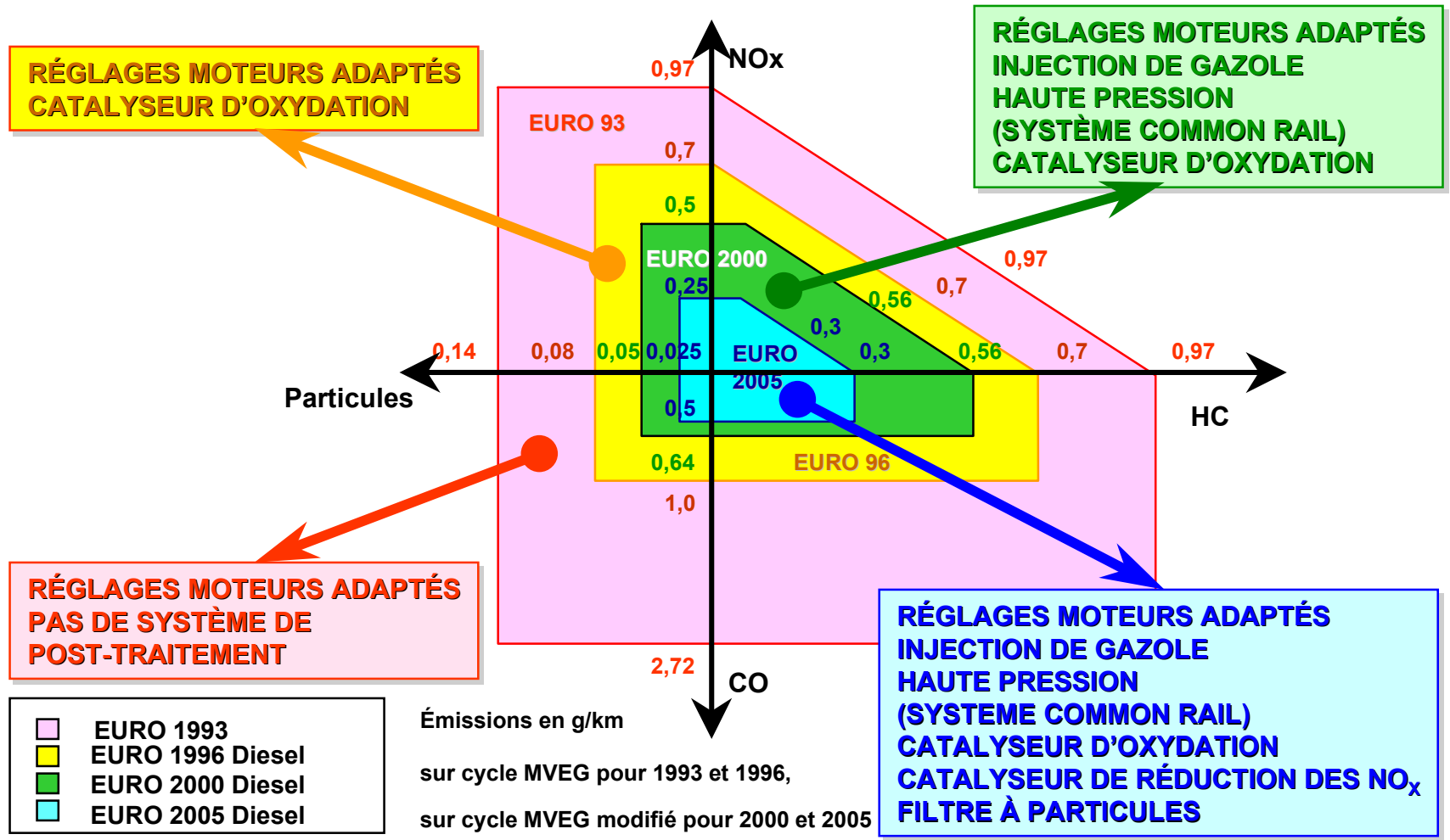


OU AGIR POUR DÉPOLLUER LES MOTEURS DIESEL ?

(OU Á MÉLANGE PAUVRE)



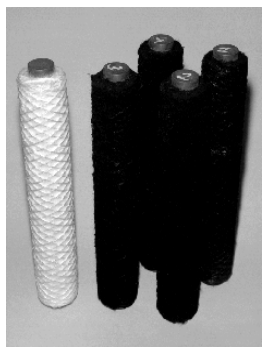
ÉVOLUTION DES VALEURS LIMITES D 'ÉMISSIONS V.P. ET TECHNOLOGIES DE DÉPOLLUTION



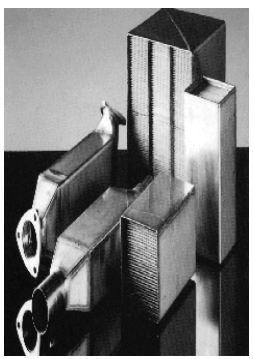
INFLUENCE DU FILTRE SUR LA DISTRIBUTION EN TAILLE DES PARTICULES

Monolithe Corning

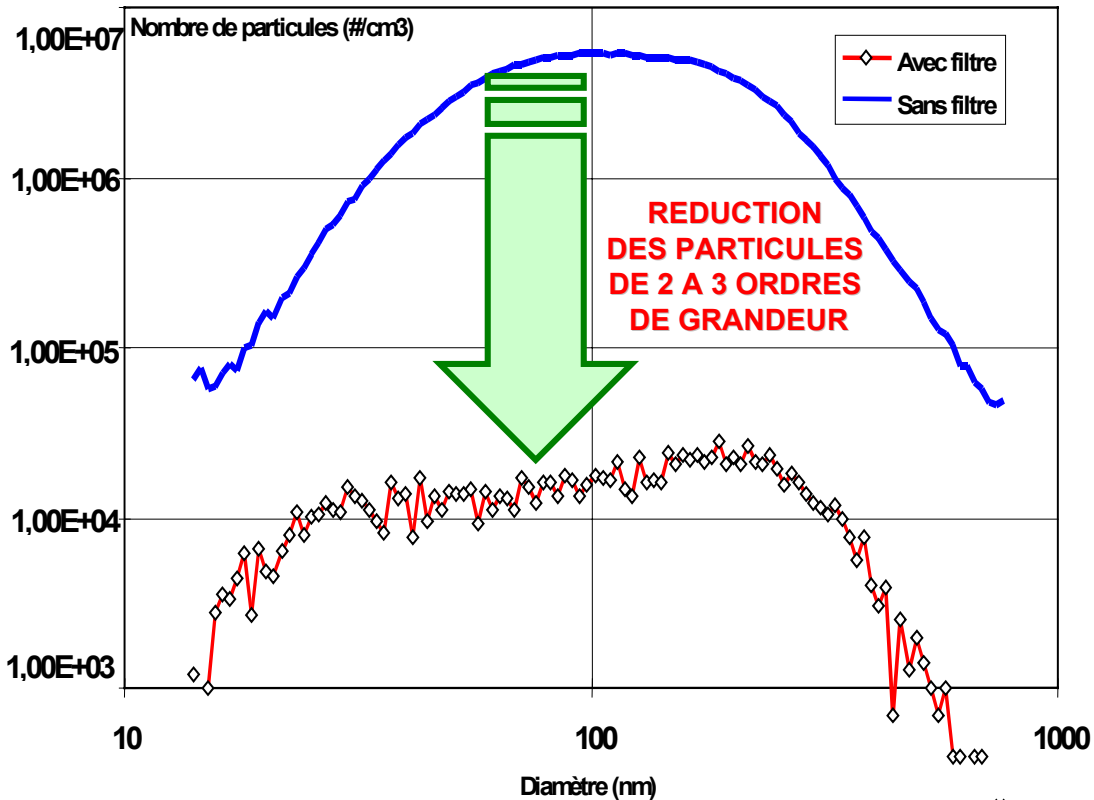
Cartouches 3M



Filtre HJS



Cartouches Buck

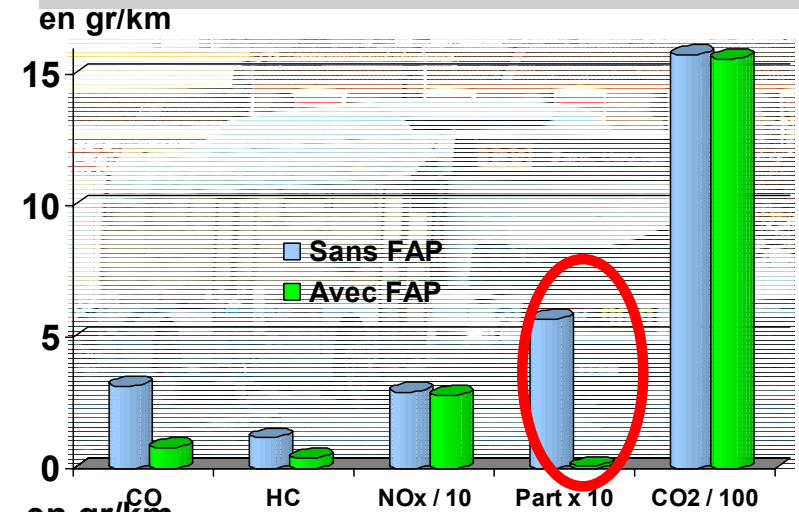


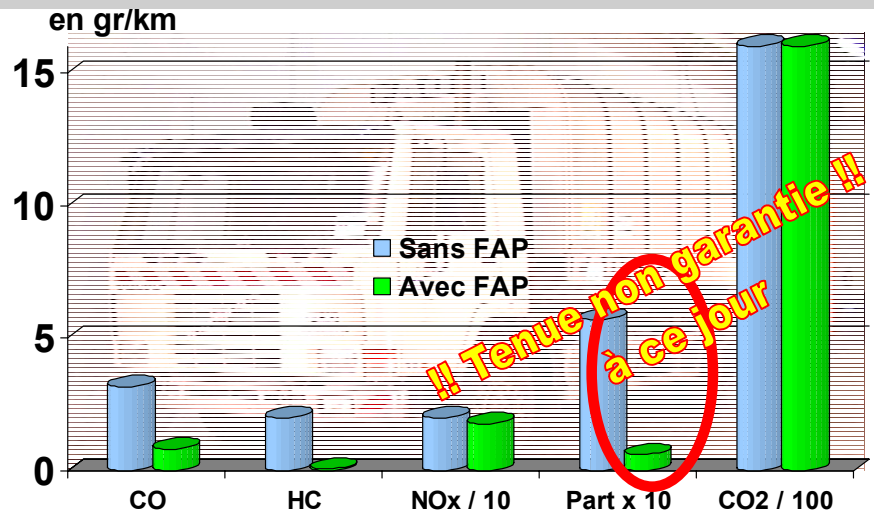
filtre Corning, moteur VW 1.9 l TDI

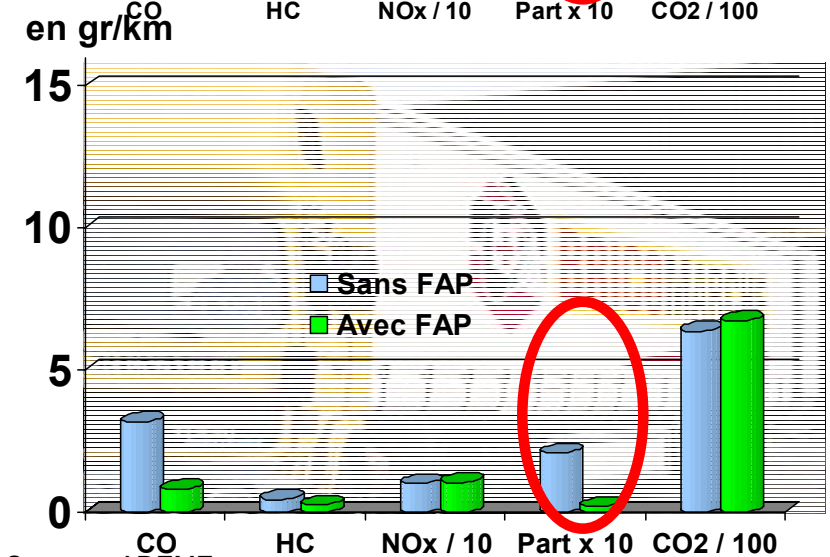
Source IFP pour ADEME 1998

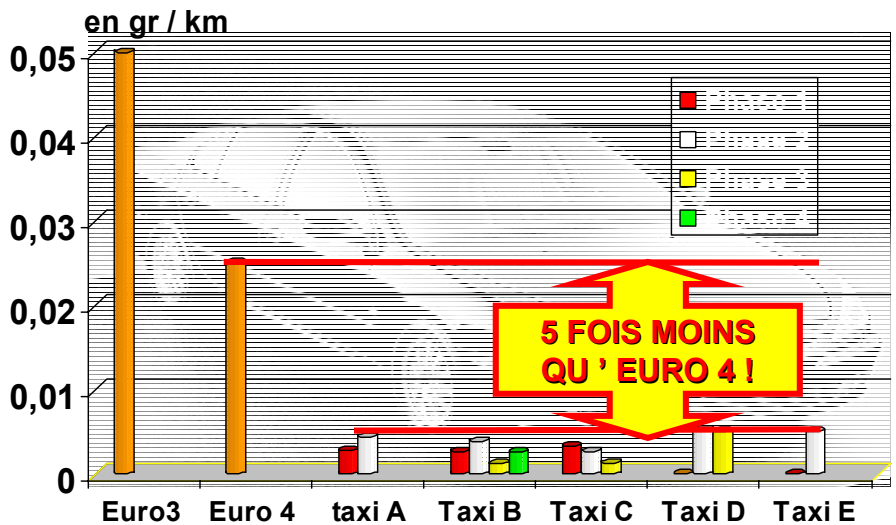
L'EFFICACITÉ DES FILTRES À PARTICULES

Véhicules légers, Autobus, Poids-lourds, Bennes à Ordures Ménagères





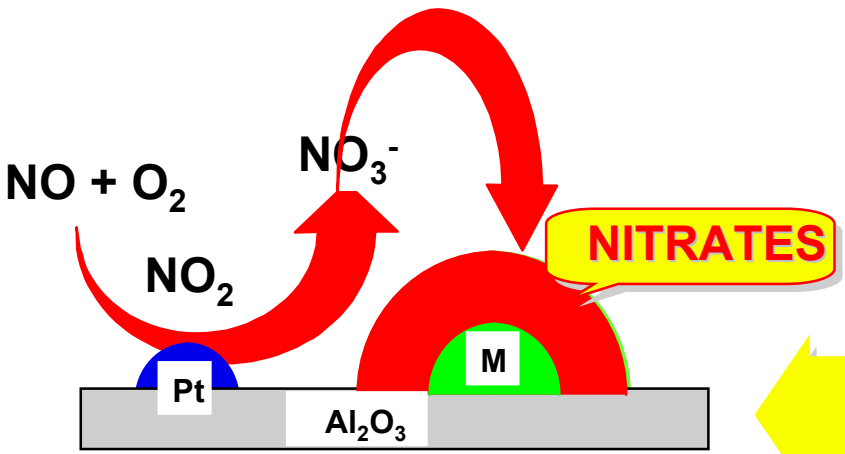




Source : ADEME

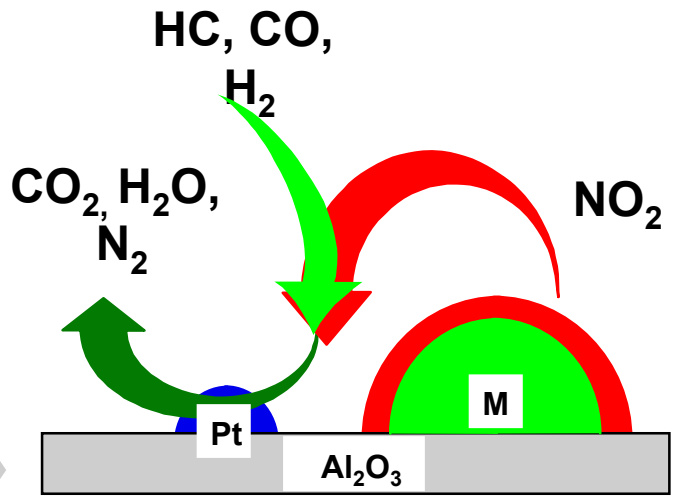
MÉCANISME DE STOCKAGE ET RÉDUCTION DES NOx

PHASE 1 : STOCKAGE SOUS FORME DE NITRATES



PHASE DE FONCTIONNEMENT EN MÉLANGE PAUVRE

PHASE 2 : RÉDUCTION EN AZOTE



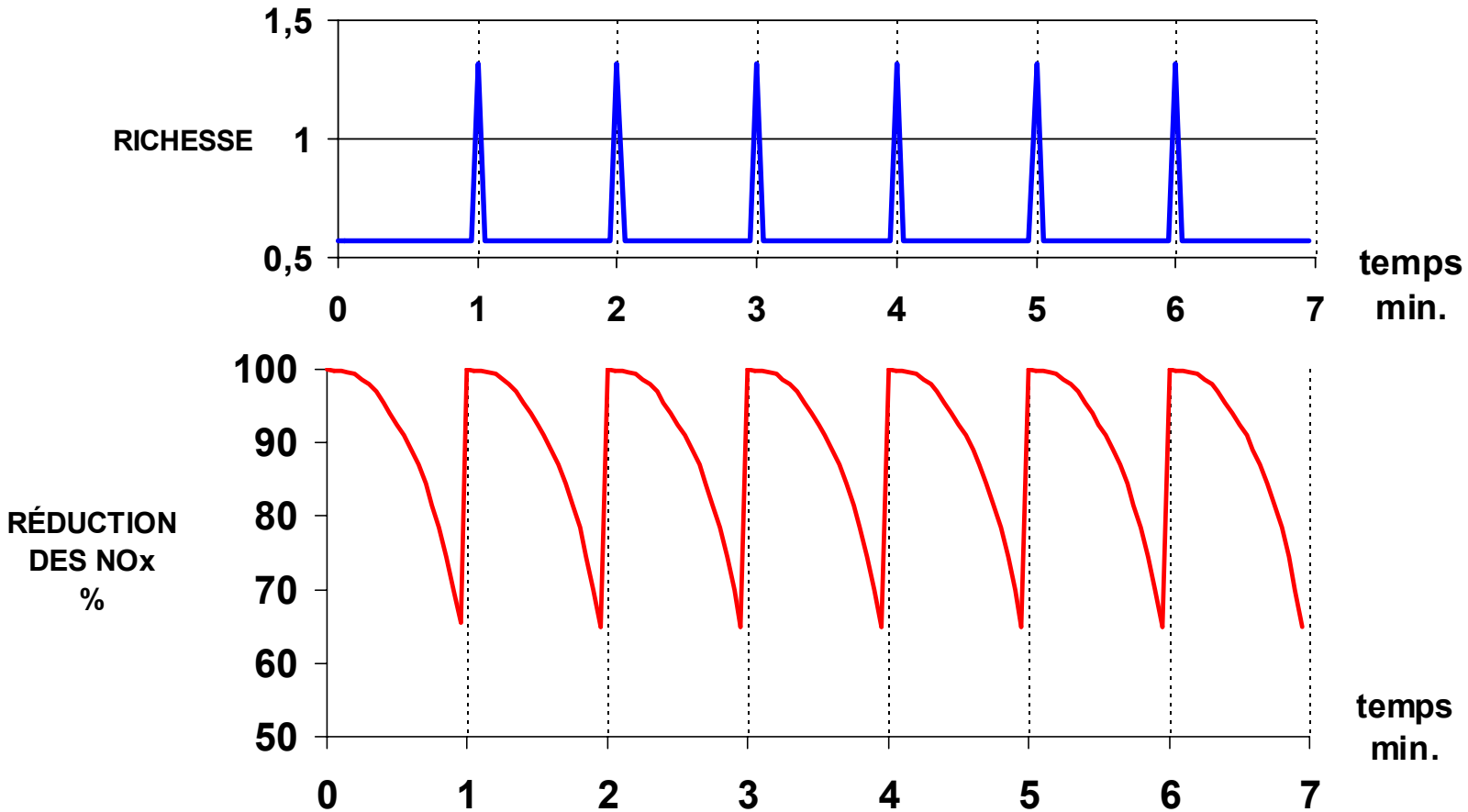
PHASE DE FONCTIONNEMENT A LA STOECHIOMÉTRIE ET EN MÉLANGE RICHE

M : COMPOSANT DE STOCKAGE DES NOx

NÉCESSITÉ UNE TENEUR EN SOUFRE DU CARBURANT < 30 PPM POUR FONCTIONNER!

Source TOYOTA

MODE OPÉRATOIRE D'UN PIÈGE CATALYTIQUE À RÉDUCTION DE NO_X

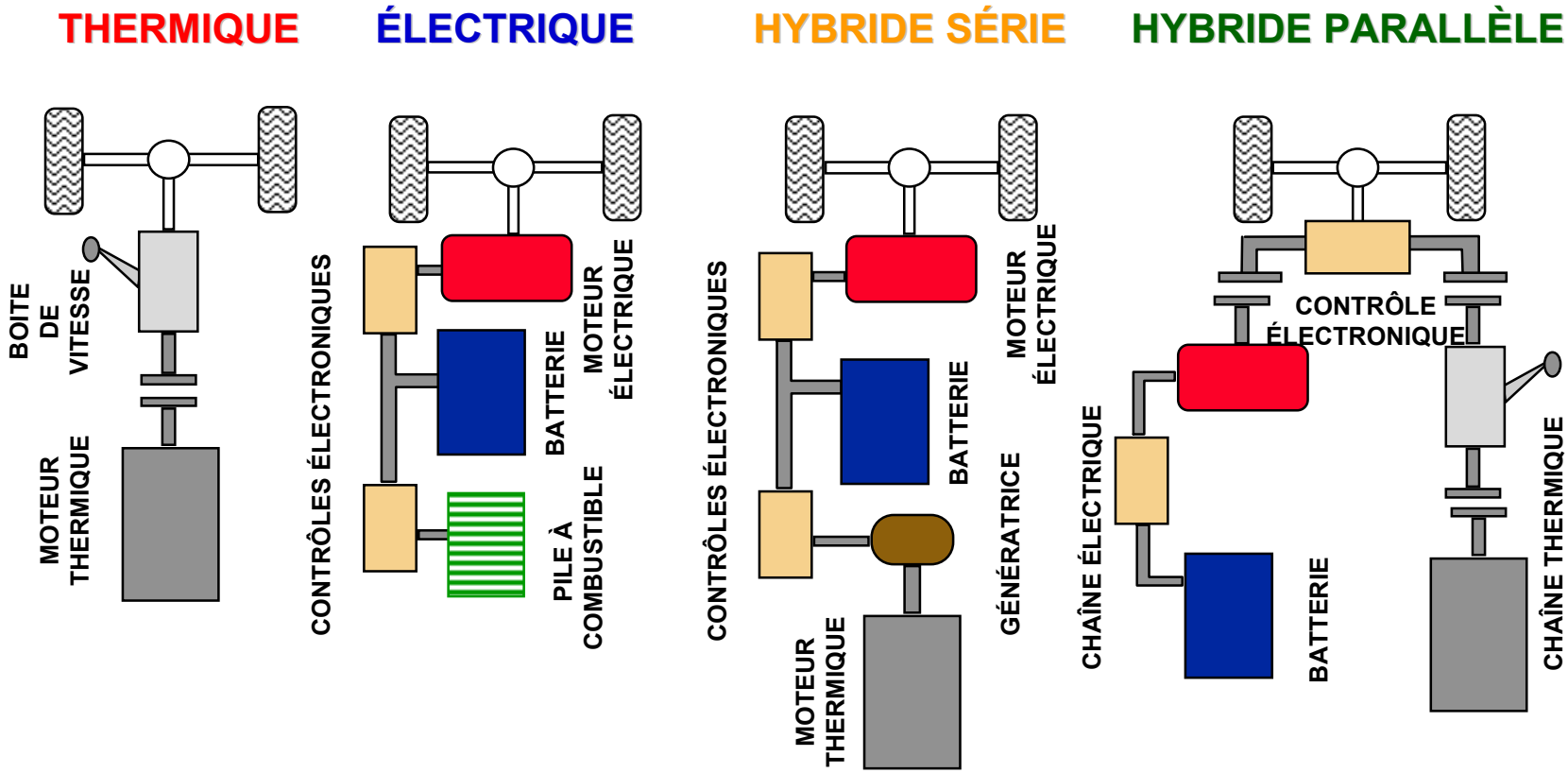


SENSIBILITÉ TRES ELEVÉE À LA TENEUR EN SOUFRE DU CARBURANT !

Source IFP

NOUVELLES MOTORISATIONS

CHAÎNES DE TRACTION



COMPARAISON DES CHAÎNES ÉNERGÉTIQUES

Véhicule électrique
Filière "Fuel électricité"

consommation 106 Electrique
20 kwh/100 km =
72 MJ/100 km

rendement 93 %

Distribution d'électricité

77,4 MJ/100kms

rendement 37%

Production d'électricité

209 MJ/100 kms

rendement 91%

Opérations de production de fuel lourd
- torchage et traitement sur champ
- transport
- production de fuel lourd

230 MJ/100 kms
=
5 kg pétrole brut

Véhicule thermique essence

consommation 106 Thermique
8 l/100 km =
280 MJ/100 km

station de distribution

rendement 99,5 %

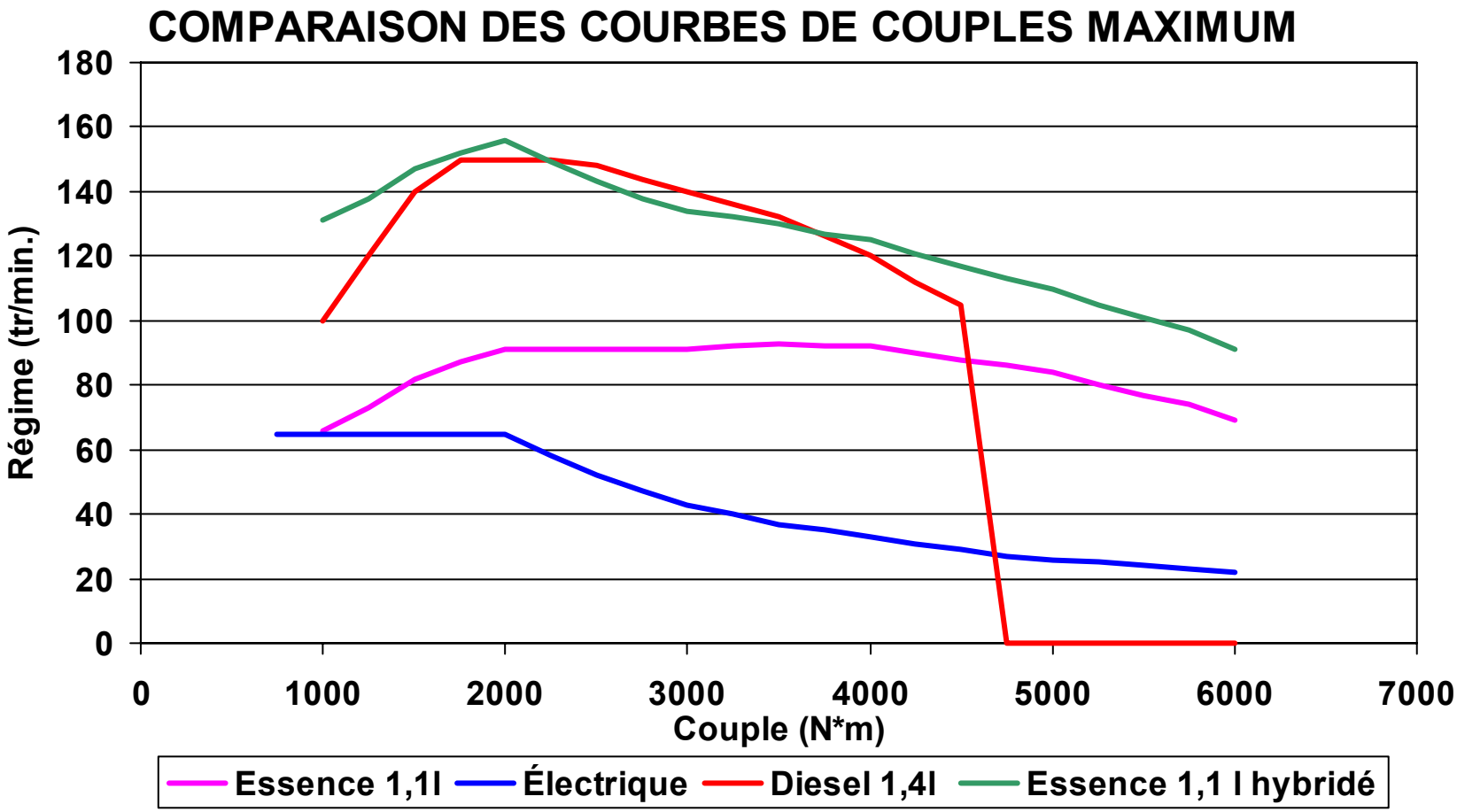
281,4 MJ/100kms

Opérations de production d'essence
- torchage et traitement sur champ
- transport
- production d'essence

rendement 80,5%

350 MJ/100 kms
=
7,7 kg pétrole brut

APPORT DE L 'HYBRIDATION

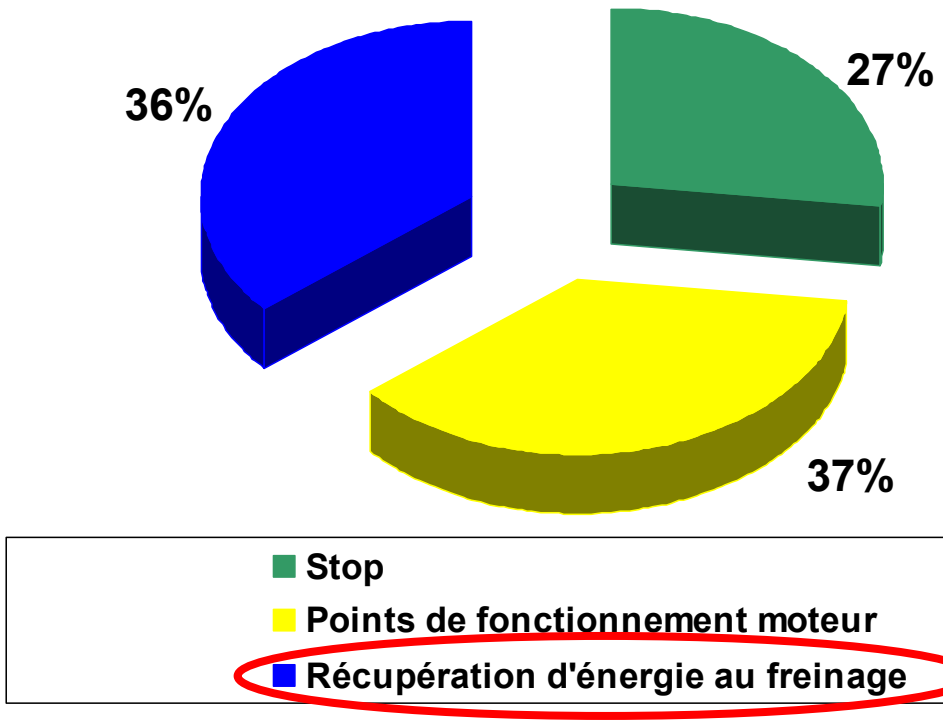


Source PSA

LA MOTORISATION ESSENCE HYBRIDÉE SE SITUE AU NIVEAU DU DIESEL

LES ENJEUX DE CONSOMMATION DE L 'HYBRIDATION

RÉPARTITION DES GAINS MAXIMUM DE CONSOMMATION D'UN HYBRIDE SUR CYCLE URBAIN CHAUD



Dont seulement 1/3 sont accessibles si le moteur thermique n 'est pas débrayable du moteur électrique.

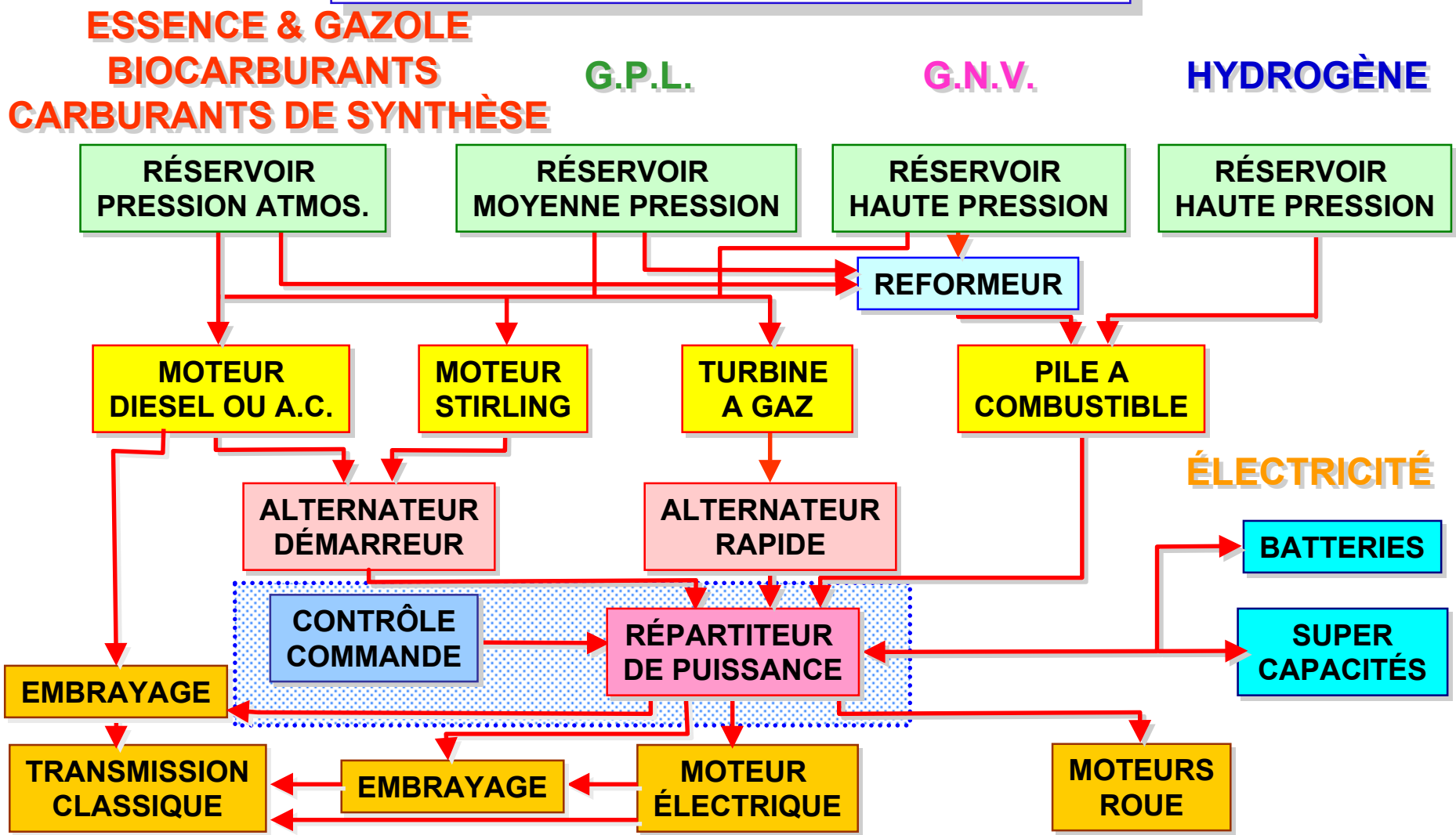
Source PSA

NOUVELLES MOTORISATIONS : QUEL INTERÊT ?

BON
MOYEN
MAUVAIS

TECHNOLOGIE	MATURITÉ TECHNO.	STOCKAGE / AUTONOMIE	POLLUTION DE L'AIR				EFFET DE SERRE	PRIX
			NOx	PART.	CO	COV		
MÉLANGE PAUVRE + CATA DeNOx	BON / MOYEN	BON	MOYEN	BON	BON	BON	MOYEN	MOYEN
MOTEUR GPL + CATA	BON	BON / MOYEN	BON	BON	BON / MOYEN	BON / MOYEN	MOYEN	BON
MOTEUR GNV + CATA	BON / MOYEN	MOYEN	BON	BON	BON	BON / BON	MOYEN	BON / MOYEN
MOTEUR ÉLEC. + BAT. AVANCÉES	BON / MAUVAIS	MAUVAIS	BON	BON	BON	BON	BON	MOYEN
HYBRIDE ESSENCE	MOYEN	BON	BON	BON	BON	BON	BON	MOYEN
HYBRIDE TURBINE	MAUVAIS	BON	BON / MOYEN	BON	BON	BON	BON	MAUVAIS
MOT. COMBUSTION HOMOGÈNE	MAUVAIS	BON	BON	BON	BON	BON	MOYEN	BON
MOTEUR H_2	MAUVAIS	MAUVAIS	BON	BON	BON	BON	BON	MOYEN
P.A.C. H_2 (Élec. France)	MOYEN / MAUVAIS	MAUVAIS	BON	BON	BON	BON	BON	MAUVAIS
RÉFORMEUR + P.A.C. H_2	MAUVAIS	BON	BON	BON	BON / MOYEN	BON / MOYEN	MOYEN	MAUVAIS
P.A.C. CH_3OH	MAUVAIS	BON	BON	BON	BON / MOYEN	BON / MOYEN	MOYEN	MAUVAIS

COMPOSANTS CLÉS
POUR LA MOTORISATION DU FUTUR

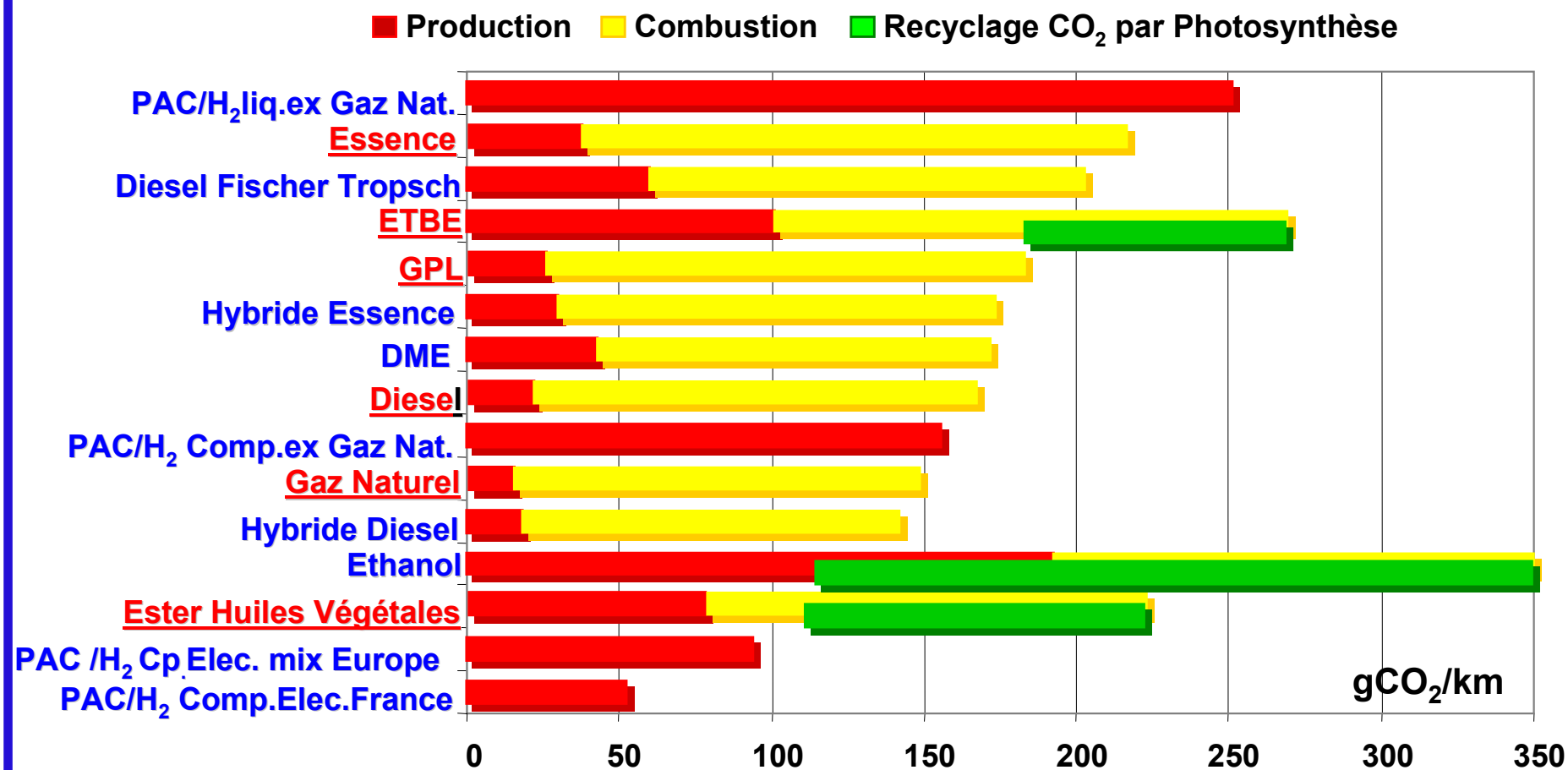


PARC DE VÉHICULES PROPRES

	GPL	GNV		
	210 000	4 500	5 000	~200
	150	900	1 500	
		100	10	
	27 500	3 900	58	74 200
	236 650	570	3 400	380
	350 000	130 000	5 000	31 000
	845	4 150	800	90
	1 550 000	400 000	1 500	
	30	620	240	120
	80 000	50	12 000	800
	250		75	

NOUVEAUX CARBURANTS

ÉMISSIONS DE CO2 "DU PUITS À LA ROUE " :
ÉNERGIES ACTUELLES ET ALTERNATIVES



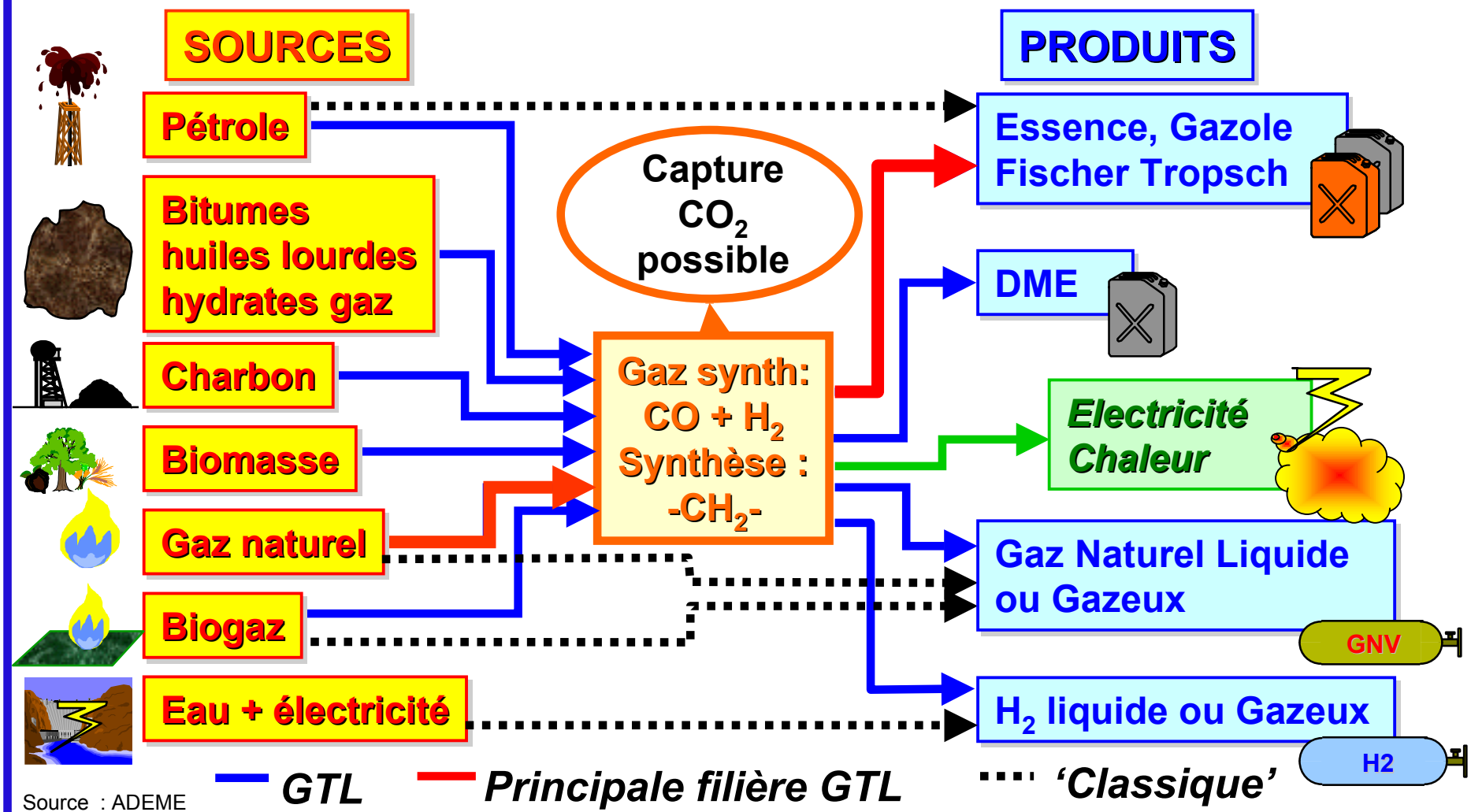
Source IFP

ETBE : Éthyl Tertio Buthyl Éther

DME : Di Méthyl Éther

LES CARBURANTS DE SYNTHÈSE

GAS TO LIQUIDS (GTL)



Source : ADEME

LES CARBURANTS DE SYNTHÈSE

INTÉRÊT DES CARBURANTS ISSUS DU PROCÉDÉ GTL

AUJOURD'HUI :

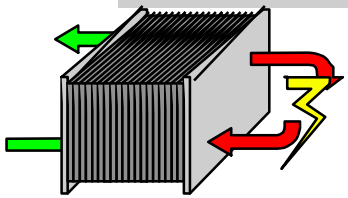
- ⇨ **Réserves pétrole et de gaz disponibles**
- ⇨ **Réduction G.E.S. possible par biocarburants, GNV, H_2**
- ⇨ **Mais :**
  - ☞ **15% production mondiale de gaz éloignée gazoduc**
  - ☞ **Spécifications de plus en plus dure (soufre, aromatiques)**
  - ☞ **Déséquilibre essence / gazole en Europe**
  - ☞ **Avantage liquide/gaz pour le transport et le contenu énergétique.**

DEMAIN :

- ⇨ **Réserves en diminution => utilisation nécessaire des non conventionnelles (hydrates, huile lourde, …)**
- ⇨ **Contraintes fortes sur le CO_2 => Capture de CO_2 à prendre en compte**
- ⇨ **Coût GTL proche filière classique, évolutions technologiques à prévoir sur cette filière.**

Source : ADEME

FONCTIONNEMENT D'UNE PILE A H_2



CORPS DE LA PILE

HYDROGENE RESIDUEL

HYDROGENE

ANODE

ELECTROLYTE

CATHODE

OXYGENE

REFORMEUR

DC

CONV. DC/AC

AC

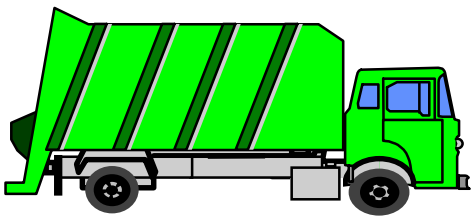
GAZ NATUREL ETC...

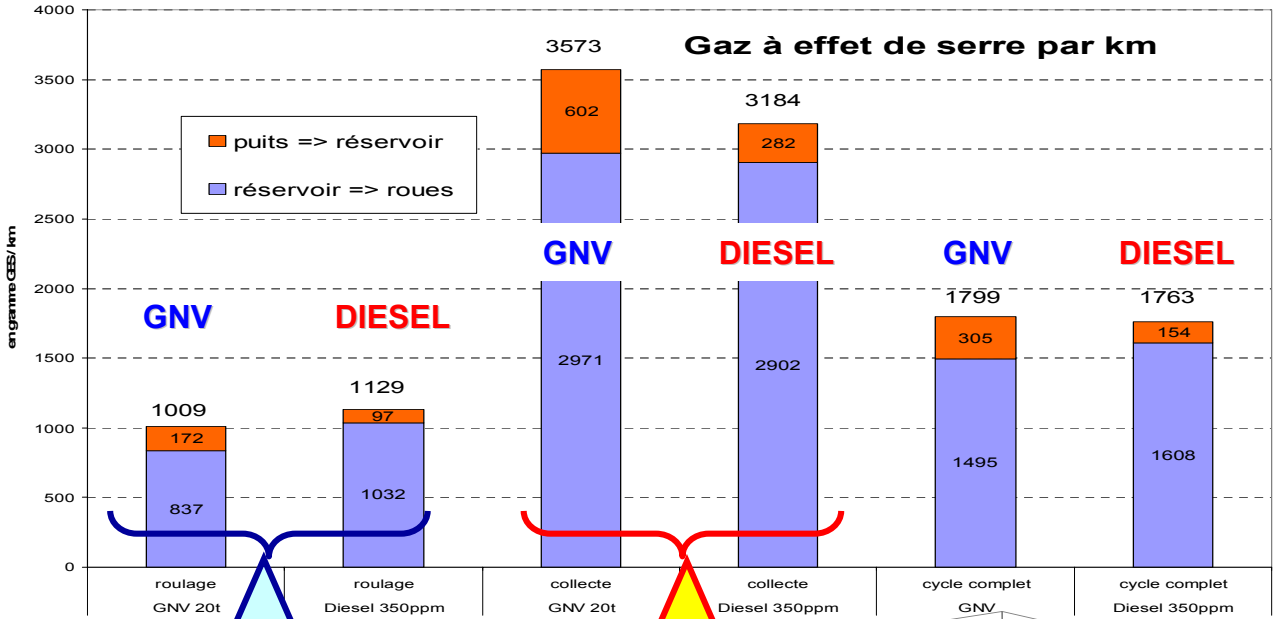
EAU

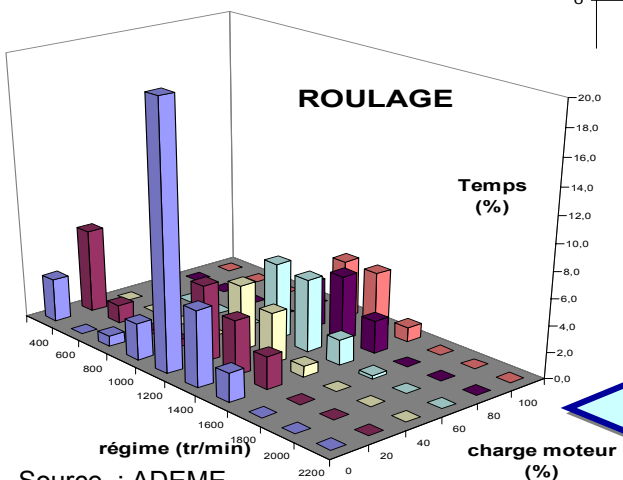
AIR

COMPARAISON GNV / DIESEL EN TERME DE GAZ À EFFET DE SERRE

BENNES À ORDURES MÉNAGÈRES



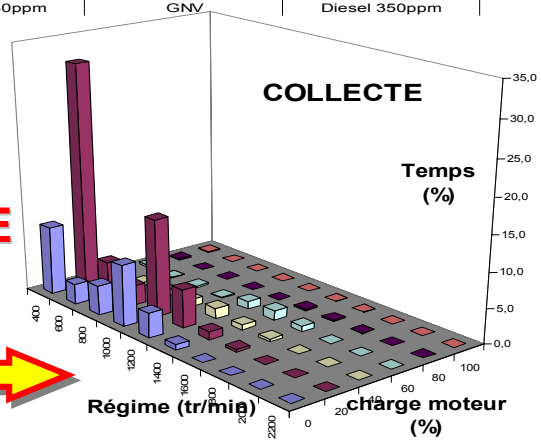




ÉMISSIONS en fonction de la CHARGE et du REGIME du MOTEUR

ROULAGE

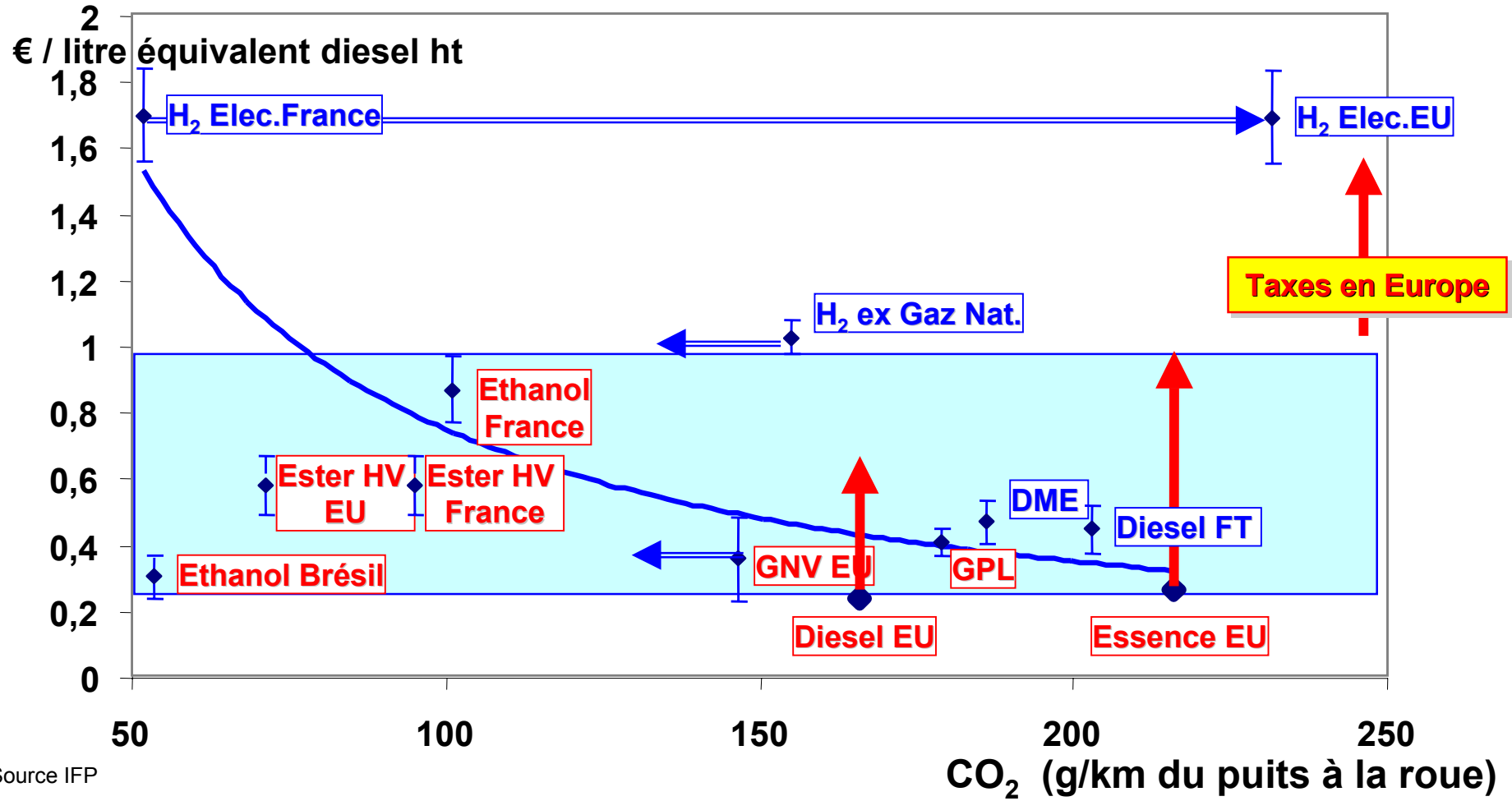
COLLECTE



Source : ADEME

PERFORMANCES CO_2 ET ÉCONOMIE

DES DIFFÉRENTS CARBURANTS CLASSIQUES ET ALTERNATIFS



Source IFP

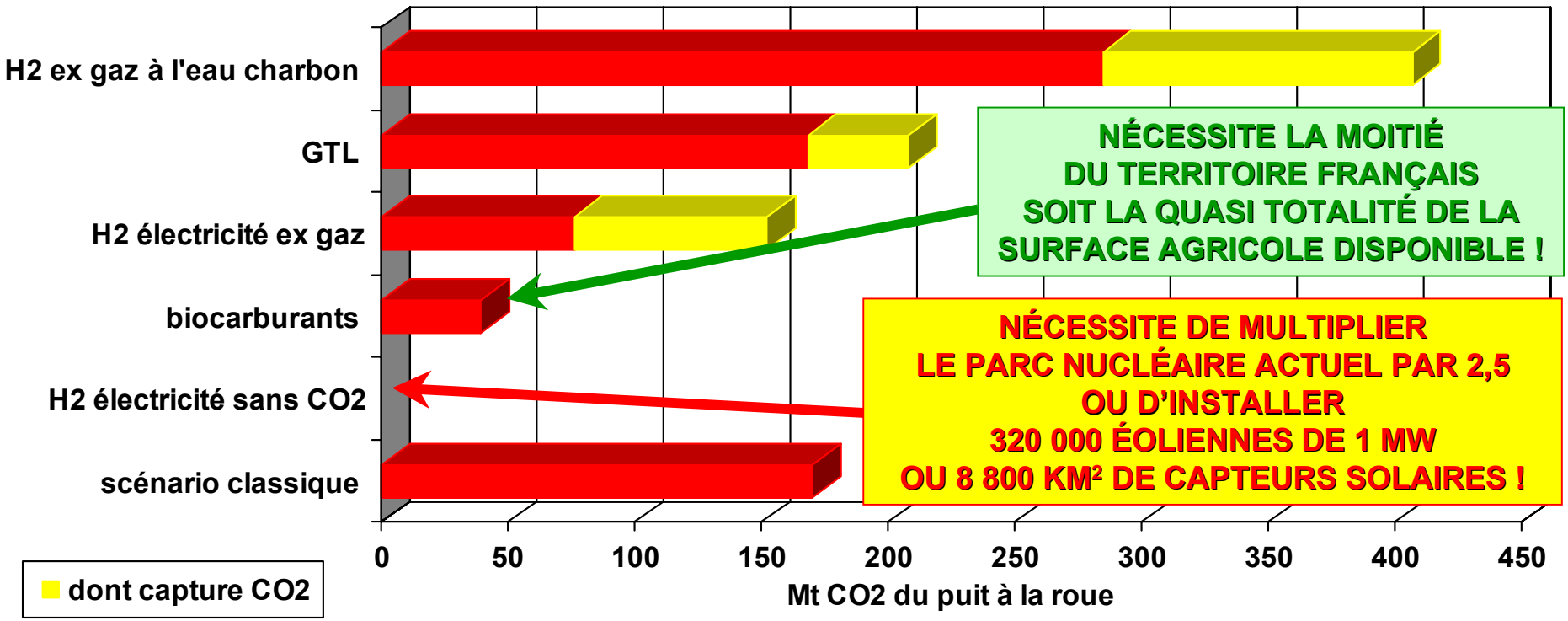
ÉNERGIES DE SUBSTITUTION : QUEL INTERÊT ?

BON / MOYEN / MAUVAIS	DISPONIBILITÉ	SECURITÉ D'APPROVISION-NEMENT	STOCKAGE / AUTONOMIE	POLLUTION DE L'AIR	EFFET DE SERRE
ESSENCE GAZOLE	/ Ess. GO.	/ Ess. GO.	/ Ess. GO.	/ Ess. GO.	/ Ess. GO.
ÉLECTRICITÉ			/	/ Prod. Usage	/ Selon Prod.
GNV					
GPL			/		
E. M. C. ETBE					
MÉTHANOL					
G.T.L					/ Capture CO2
H_2	/			/ Prod. Usage	Selon Prod. / Usage

DEMANDE ÉNERGÉTIQUE DES TRANSPORTS ROUTIERS EN FRANCE :

UNE ÉVALUATION THÉORIQUE DES DIFFÉRENTES FILIÈRES

BASE : SCÉNARIO B DES SCHÉMAS DE SERVICE TRANSPORT, TRAFIC 2020



CE SONT LES FILIÈRES EN PRINCIPE LES PLUS INTÉRESSANTES QUI POSENT LE PLUS DE PROBLÈMES DE FAISABILITÉ