



**QUELLES PERSPECTIVES DE RÉDUCTION
DES ÉMISSIONS DE CO₂ DANS LE SECTEUR
DES TRANSPORTS?
(ROUTE ET AVIATION)**

Alain MORCHEOINE

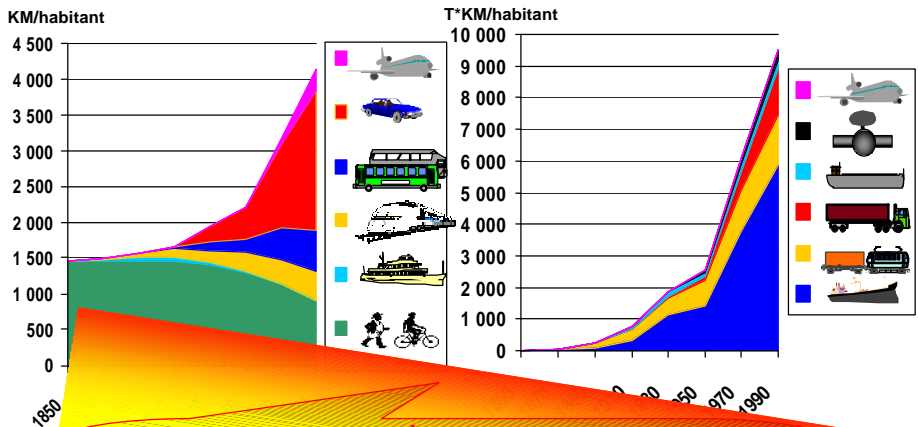
Directeur de l'Air, du Bruit et de l'Efficacité Energétique



QUELQUES RAPPELS UTILES SUR LES PERSPECTIVES DES EMISSIONS DE CO2 DU SECTEUR DES TRANSPORTS

UN TRAFIC MONDIAL QUI EXPLOSE !

→ **UNE INTENSITÉ MULTIPLIÉE PAR 3 A 1000**

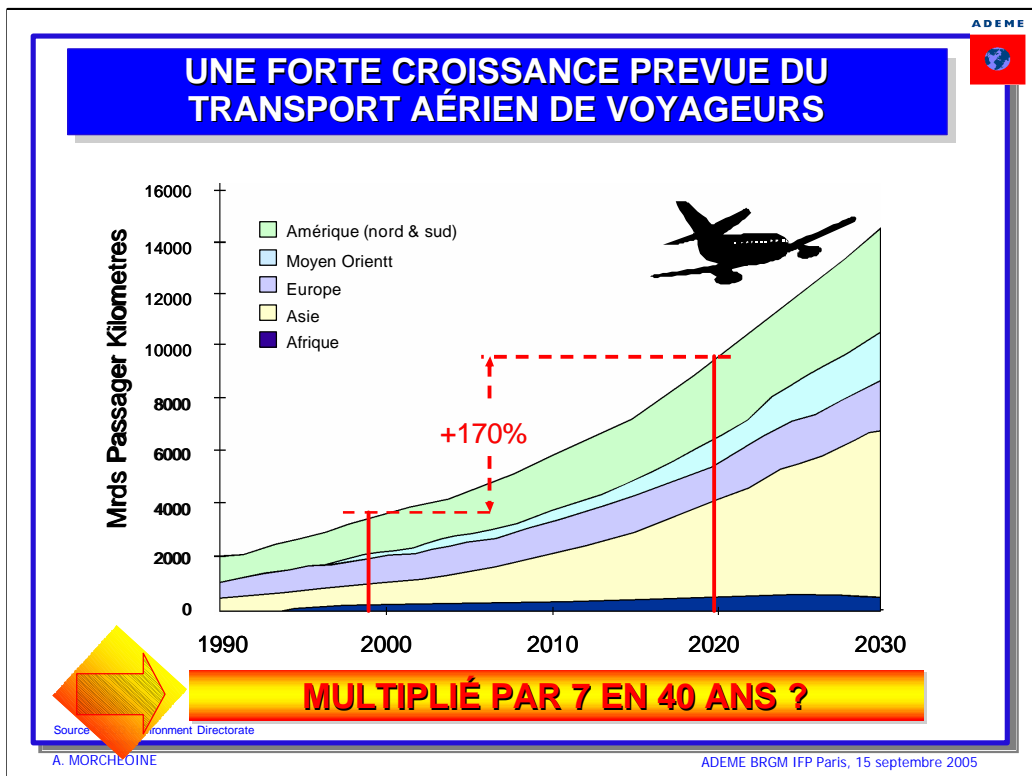


EN UN SIÈCLE ET DEMI :
Voyageurs : de 1 500km/an à 4 500 km/an par habitant !
Marchandises : de 10 t*km/an à 10 000 t*km/an par habitant !

Source: Centre for Sustainable Development
 A. MORCHEOINE

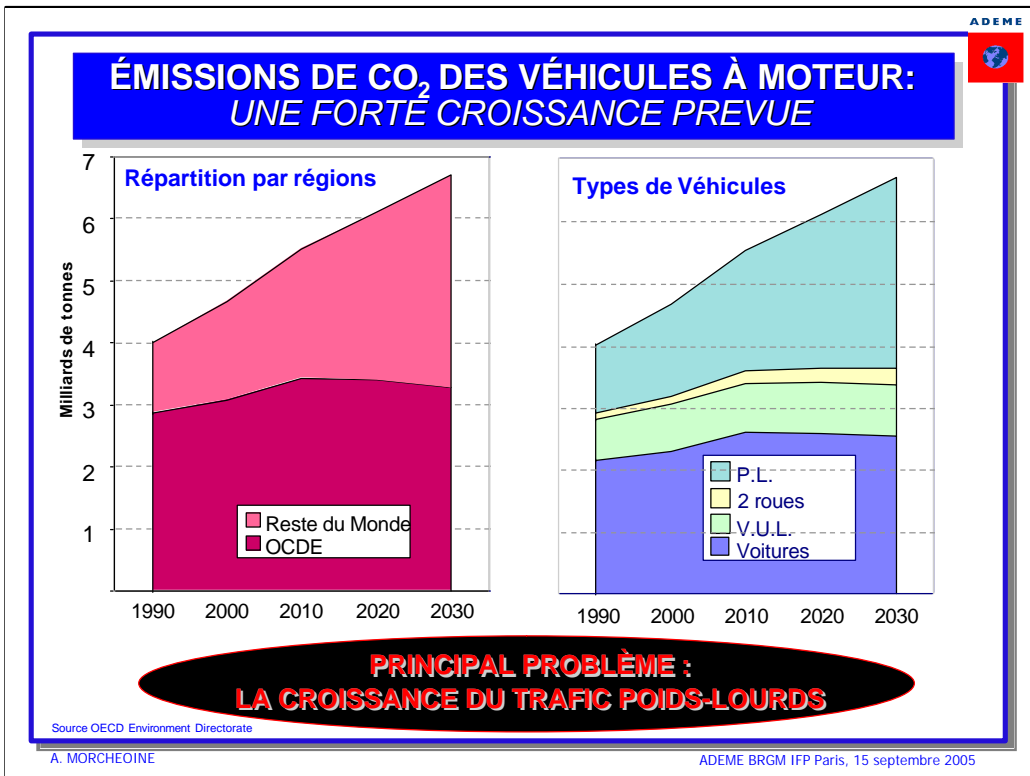
Nous assistons depuis un siècle et demi dans le monde à une explosion des transports.

- Ainsi chaque habitant de la planète parcourt en moyenne 4500 km par an soit 3 fois plus qu'en 1850 et est à l'origine de de 10 000 t*km/an de trafic de marchandises soit 1000 fois plus qu'en 1850. Et cette tendance à la hausse continue.



- On prévoit une croissance soutenue du transport aérien dont le trafic a été multiplié environ par 2 en 15 ans devrait encore doubler d'ici 2020 et tripler d'ici 2030.

Ce constat milite fortement pour la prise en compte sérieuse des effets du trafic aérien international dans les problèmes d'effet de serre et de pollution par l'ozone.



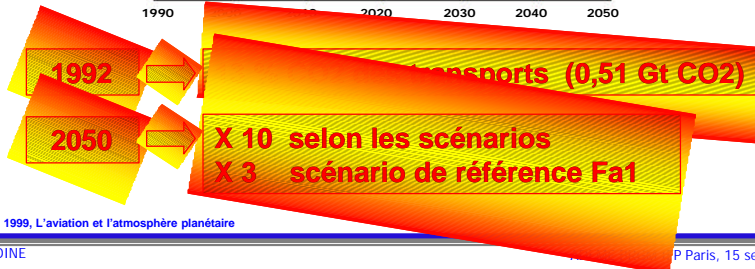
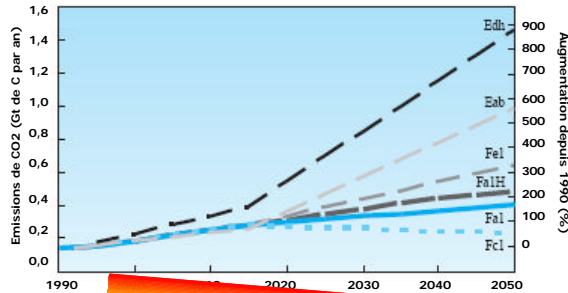
Ceci se traduit en terme d'émissions de CO₂ par

- Un quasi doublement d'ici 2030 des émissions de CO₂ des véhicules à moteur, essentiellement porté par le développement des pays hors OCDE au premier rang desquels la Chine et l'INDE. Cette croissance étant principalement le fait du développement des transports routiers de marchandises.



UNE PREVISION DE CROISSANCE PRECCUPANTE DES ÉMISSIONS MONDIALES DE CO₂ DU TRANSPORT AÉRIEN

Les différents scénarios du GIEC



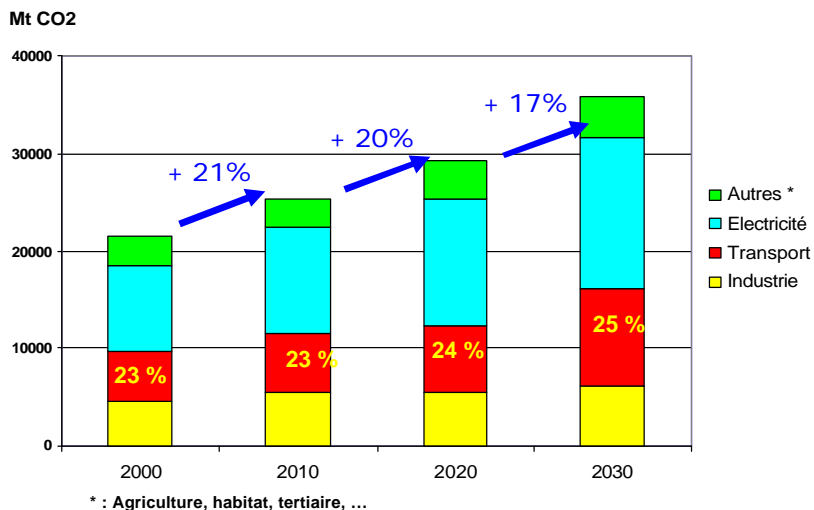
Source: GIEC, 1999, L'aviation et l'atmosphère planétaire

A. MORCHEOINE

Paris, 15 septembre 2005

- Une croissance des émissions du transport aérien qui pourraient être multiplié par un facteur 3 à 10 à l'horizon 2050 selon les différents scénarios du GIEC.

UNE AUGMENTATION DE LA RESPONSABILITE DES TRANSPORTS DANS LES EMISSIONS MONDIALES DE CO₂ DEMAIN



Source: IFP à partir de AIE WEO 2002

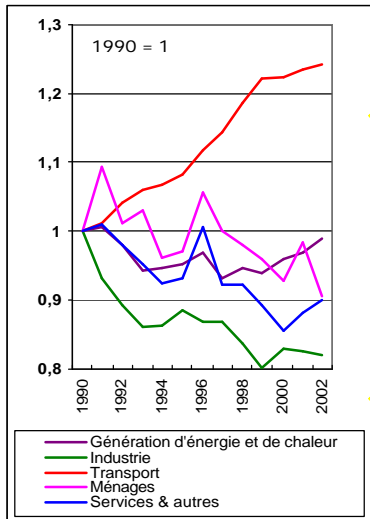
A. MORCHEOINE

ADEME BRGM IFP Paris, 15 septembre 2005

La conséquence en serait une augmentation des émissions mondiales de CO₂, une croissance de l'ordre des 2/3 est prévue d'ici 2030, et de la part de responsabilité des transports qui passerait de 23% à 25%.



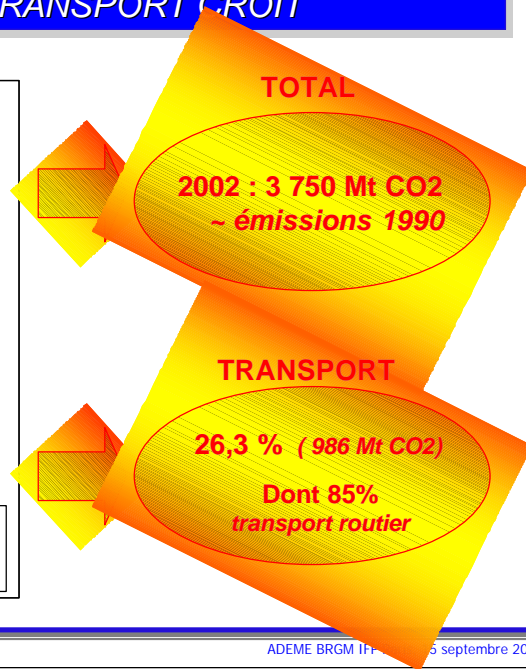
EMISSIONS DE CO₂ EN EUROPE DEPUIS 10 ANS: SEUL LE TRANSPORT CROÎT



Source : Eurostat, 2004

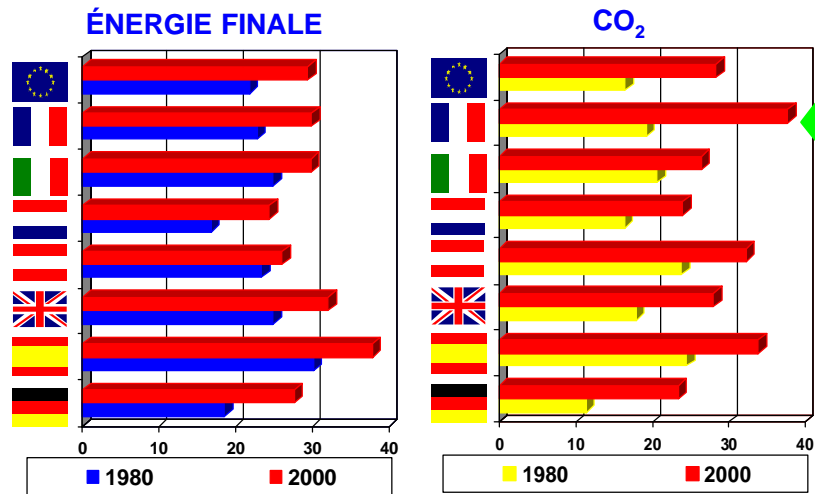
A. MORCHEOINE

ADEME BRGM IFR 15 septembre 2005



En Europe alors que les émissions totales de CO₂ sont pratiquement au niveau de 1990, seules les émissions du transport routier ont cru sur cette période, ils représentent aujourd'hui 28% du total dont 85% est dû aux transports routiers.

EVOLUTION DE LA RESPONSABILITÉ DU SECTEUR DES TRANSPORTS DANS DIFFÉRENTS PAYS DE L'UE : PLUS PREOCCUPANTE EN FRANCE QU'AILLEURS



Source : ENERDATA NDR link

A. MORCHEOINE

ADEME BRGM IFP Paris, 15 septembre 2005

La France est dans une situation particulière par rapport à ses voisins en raison de la structure particulière de son mix énergétique bien qu'elle ait une évolution sensiblement équivalente en matière de consommation d'énergie. C'est ainsi que le secteur des transports est plus qu'ailleurs en première ligne en matière de responsabilité d'émissions de CO₂.



QUELS OUTILS POUR REDUIRE LES EMISSIONS DE CO2 DU SECTEUR DES TRANSPORTS

- 🌐 Les technologies & les carburants
- 🌐 Le transfert modal
- 🌐 Les organisations logistiques et l'urbanisme

Pour agir sur les émissions du secteur des transports on dispose de 3 types d'action techniques :

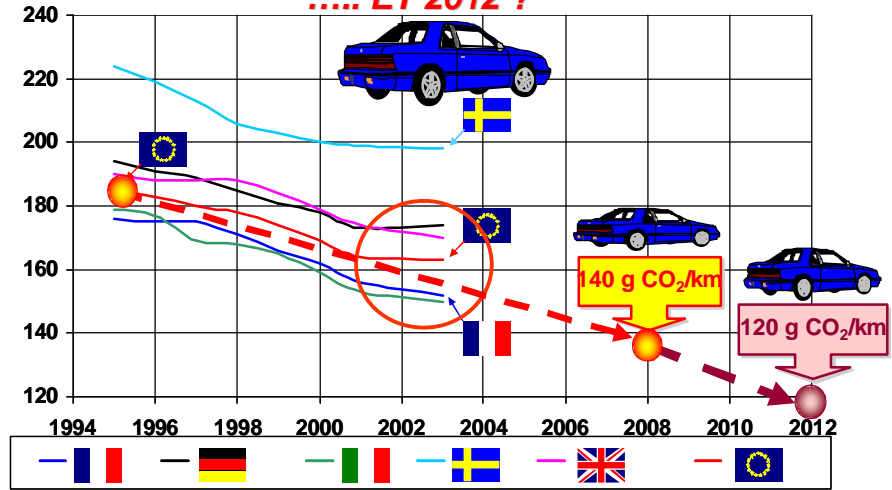
- L'amélioration technologique, notamment en matière de motorisation, à condition que les progrès enregistrés soient convenablement utilisés, et de vecteurs énergétiques.
- L'utilisation de modes de transports moins émetteurs CO2, à condition de pouvoir en disposer

L'action sur les organisations logistiques et l'aménagement urbain et plus généralement des territoires afin de réduire principalement les distances de transports

LES EFFETS DE L'ACCORD ACEA

EN LIGNE AVEC L'OBJECTIF 2008, ...JUSQU'EN 2002!

..... ET 2012 ?

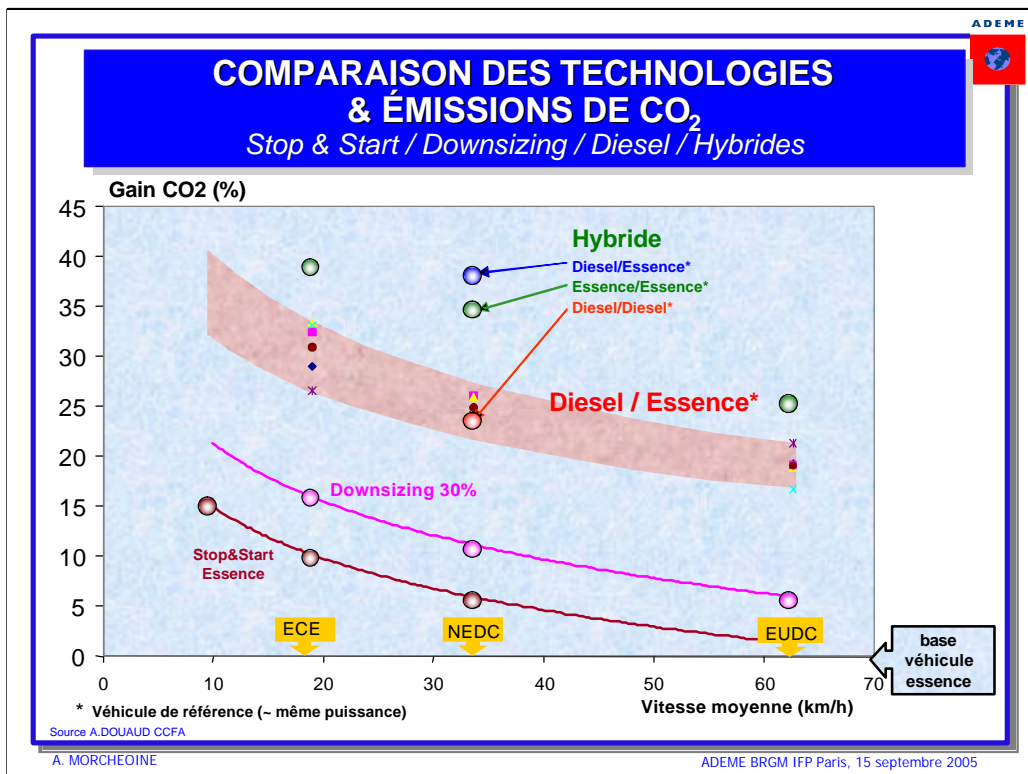


SOURCE ACEA/OICA/CEMT

A. MORCHEOINE

ADEME BRGM IFP Paris, 15 septembre 2005

Concernant les véhicules routiers et au premier chef les véhicules légers, une action est en cours au travers de l'accord volontaire passé entre les constructeurs européens et la commission européenne avec un objectif d'émission moyenne des ventes de 140gCO₂/km en 2008 avec une phase ultérieure en cours de discussion de 120gCO₂/km en 2012. Si les résultats obtenus étaient à peu près en ligne avec l'objectif jusqu'en 2002 on constate un très net dérapage depuis dû, entre autre, au coût énergétique de la mise en force des normes EURO4, mais également en raison d'une modification de la structure de gamme avec l'apparition des 4x4 et le développement des monospaces ainsi qu'à un alourdissement généralisé des véhicules. L'objectif sera-t'il tenu ? On notera que les émissions constatées ne prennent pas en compte les surémissions dues à la consommation d'énergie des auxiliaires de sécurités et de confort qui sont de plus en plus nombreux à bord, notamment la généralisation de la climatisation.

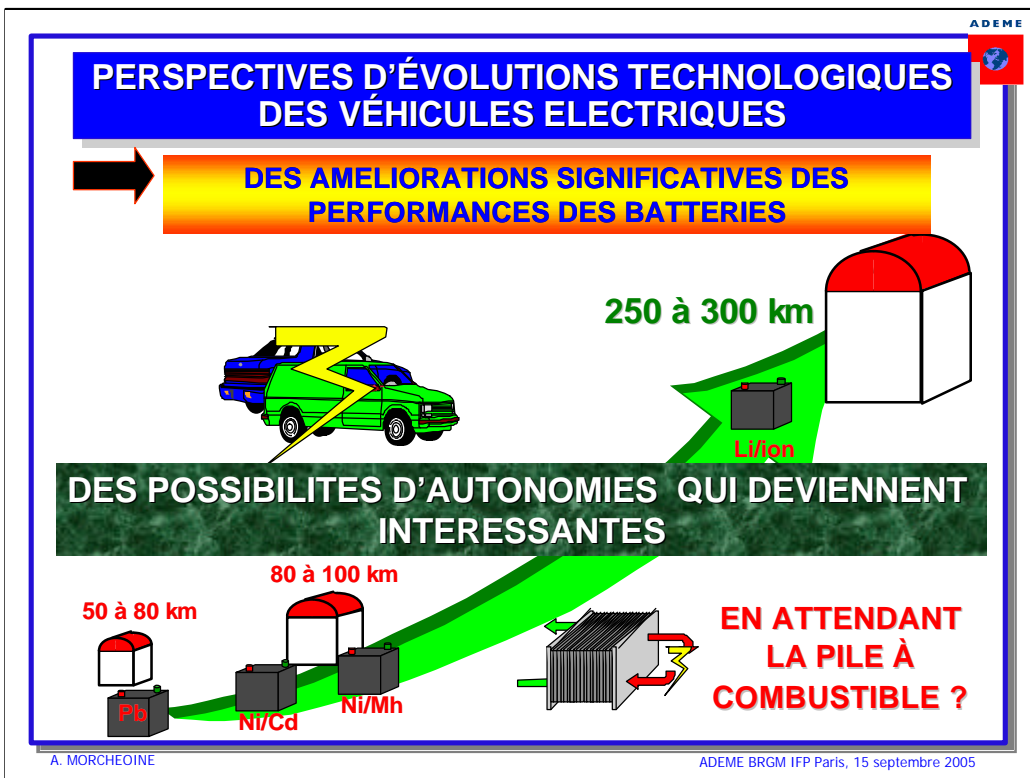


Outre les actions classiques concernant l'architecture des véhicules (masse et aérodynamisme), la principale voie d'action est naturellement le groupe motopropulseur.

En prenant comme base le moteur à allumage commandé plusieurs solutions s'offre pour réduire les émissions de CO₂ :

- Le "Stop & Start" qui arrête le moteur dès que le véhicule est arrêté, à un feu rouge ou dans un embouteillage par exemple. Ses gains sont naturellement principalement en circulation urbaine (gain entre 0 et 15%).
- Le « Down Sizing », consistant à réduire la cylindrée du moteur et à augmenter le taux de suralimentation (économie de 5 à 20%).
- Naturellement le passage à la motorisation diesel moderne, bien connue, pour laquelle le gain se situe entre 20 et 30 à 35%.

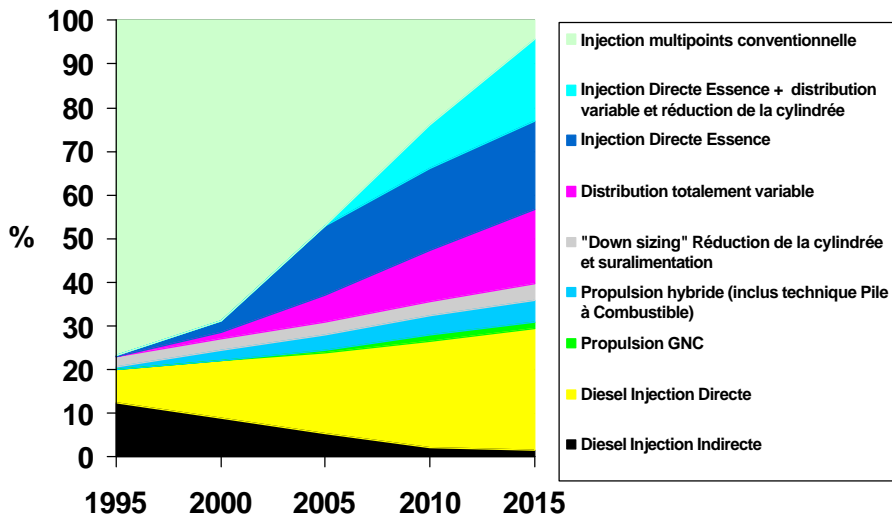
Le passage à la motorisation hybride. Plusieurs combinaisons peuvent être envisagées : l'hybride essence pourrait apporter un gain de l'ordre de 25 à 40% selon les utilisations, le remplacement du moteur à allumage commandé par un moteur diesel apporterait quelques % supplémentaire. l'hybridation



La propulsion électrique pure. Elle permet de ne pas émettre de CO₂ au niveau du véhicule mais reporte le problème au niveau de la production d'électricité ou de l'hydrogène. Son principal problème est celui de l'autonomie dépendant des capacités de stockage des batteries (ou des réservoirs dans le cas de l'hydrogène). Ces dernières années ont vu des développements importants sur les batteries qui permettent d'envisager à court terme des autonomies de l'ordre de 250 à 300 km pour un véhicule léger (au lieu de 80 à 100 km actuellement) ce qui élargit considérablement les perspectives d'utilisation des véhicules électriques. Quant à l'arrivée de la pile à combustible ce n'est pas pour tout de suite et le problème d'un stockage suffisant à bord pour avoir une autonomie acceptable n'est pas encore bien résolu, de même que celui du réseau de distribution.

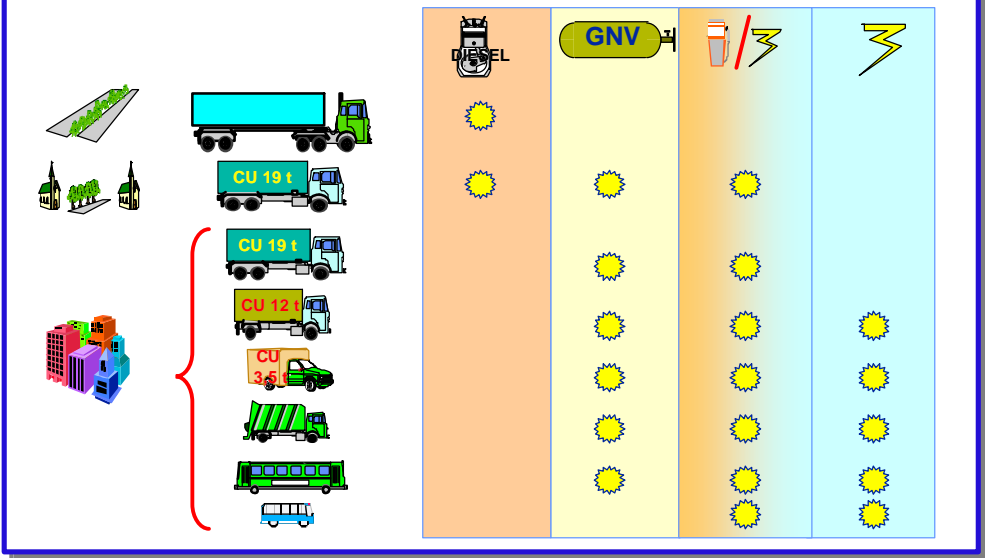


PERSPECTIVES D'ÉVOLUTIONS TECHNOLOGIQUES MOTORISATION THERMIQUE



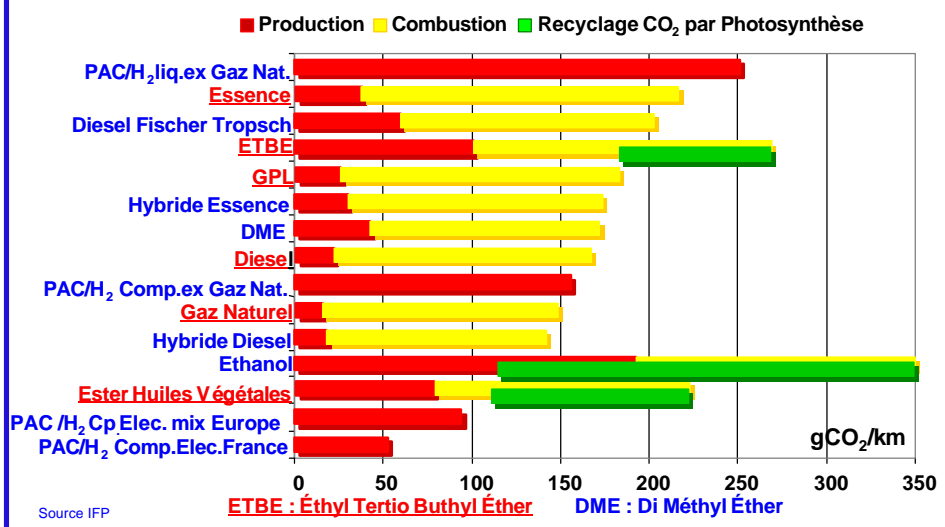
On peut donc envisager dans le futur une évolution significative dans le panel de motorisation à bord des véhicules légers.

PERSPECTIVES D'ÉVOLUTIONS TECHNOLOGIQUES DES VÉHICULES LOURDS



Concernant les véhicules lourds, la motorisation diesel peut encore subir quelques améliorations mais son niveau de rendement est déjà excellent et peu de gains supplémentaires sont à attendre surtout pour les poids lourds grands routiers. D'autres solutions peuvent par contre être envisagées pour les poids lourds urbains comme les motorisations au GNV l'hybridation ou la traction électrique pour certains d'entre eux.

EMISSIONS DE CO₂ « DU PUIT À LA ROUE » ÉNERGIES ACTUELLES ET ALTERNATIVES



Une autre voie d'action sur les technologies a trait aux vecteurs énergétiques utilisés. Plusieurs filières peuvent être envisagées aux côtés des filières classiques essence et gazole : les filières gaz (GPL et GNV), les filières biocarburants et carburants de synthèse (Fischer Tropsch) et la filière hydrogène. Il convient alors d'avoir à l'esprit deux facteurs importants.

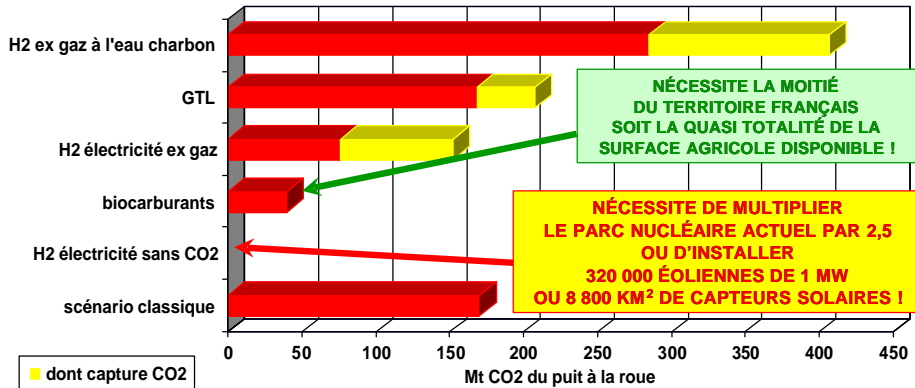
Le bilan CO₂ « du puits à la roue » de la filière en étant attentif au bilan CO₂ de la production et de la distribution.



DEMANDE ÉNERGÉTIQUE DES TRANSPORTS ROUTIERS EN FRANCE

UNE ÉVALUATION THÉORIQUE DES DIFFÉRENTES FILIÈRES

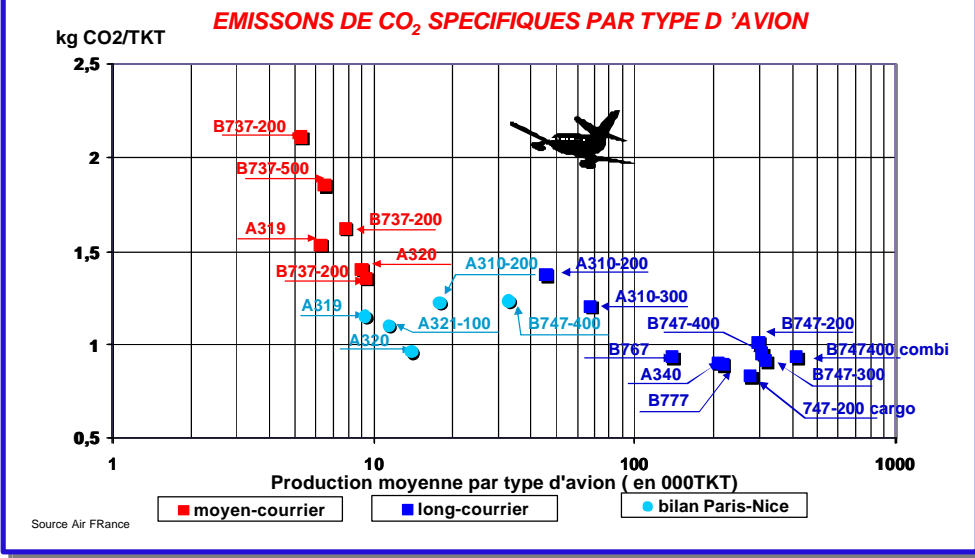
BASE : SCÉNARIO B DES SCHÉMAS DE SERVICE TRANSPORT, TRAFIC 2020



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

Les possibilités quantitatives de substitution qui peuvent dépendre de contraintes physiques (biocarburant notamment) ou sociétale (H2 ex électricité sans CO2).

ÉMISSIONS DE CO₂ DES DIFFERENTS TYPES D'AVIONS

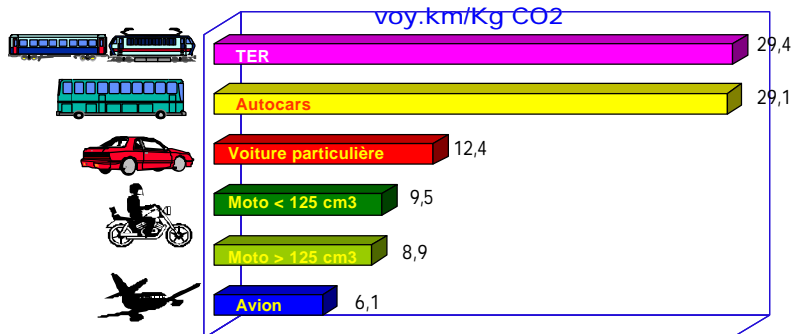


Concernant l'aviation les principaux modes d'action portent sur l'amélioration des rendements des machines au siège*km offert, c'est le cas de l'AIRBUS 380 notamment,



EFFICACITÉS ÉNERGÉTIQUES & EMISSIONS DE CO₂

TRANSPORT INTERURBAIN DE VOYAGEURS en 2000



TGV : 371 voy.km/Kg CO₂



Source : ADEME / Explicite, 2002

A. MORCHEOINE

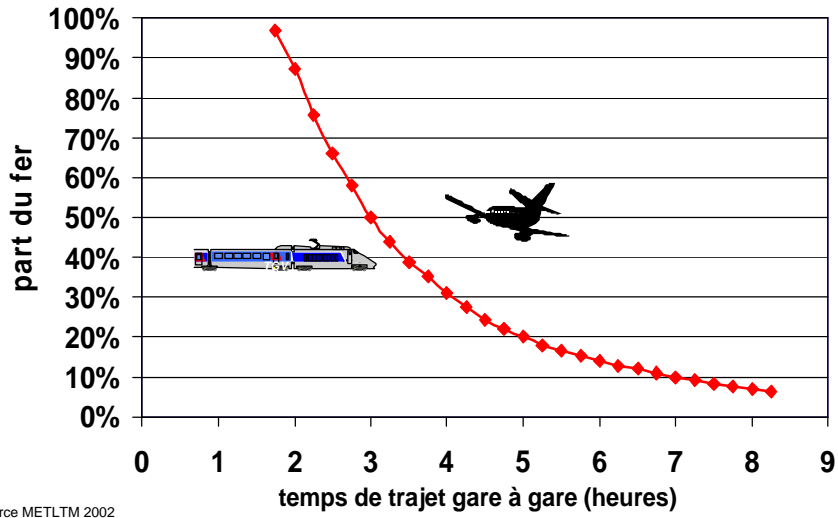
ADEME BRGM IFP Paris, 15 septembre 2005

En matière de transport, tous les modes n'ont pas les mêmes performances énergétiques et les mêmes émissions de CO₂, notamment car ils ne sont pas tous aussi dépendant du pétrole que les transports routiers ou aériens.

Ainsi pour les transports de voyageurs les performances varieront de 6,1 passagers*km pour une tonne de CO₂ émis par le transport aérien à 371 passagers*km pour le TGV.

CONCURRENCE TRAIN / AVION

PARTAGE MODAL EN FONCTION DU TEMPS DE TRAJET



Source METLTM 2002

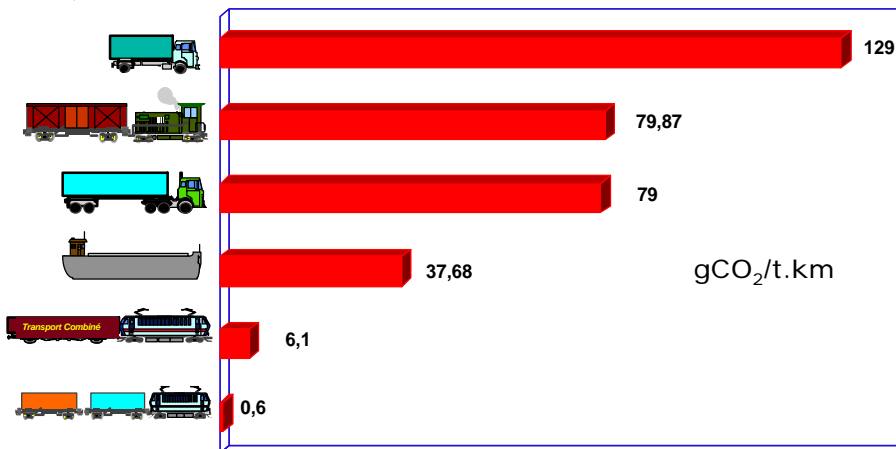
Des transferts modaux sont possibles tant en zone urbaine dense lorsque l'offre de transports publics est en place et l'expérience du TGV qui prend des parts de marché significatives pour des trajets ne dépassant pas 3 à 4 heures et est pratiquement sans concurrence en deçà de 2 heures montre qu'il existe également des possibilités importantes en transport interurbain.



EMISSIONS UNITAIRE DE CO₂



TRANSPORT INTERURBAIN de MARCHANDISES en 2000



LES CHIFFRES PRENNENT EN COMPTE LES TAUX DE REMPLISSAGE EFFECTIFS DES DIFFÉRENTS MODES
ÉQUIVALENCE ÉNERGÉTIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ EN ÉNERGIE FINALE

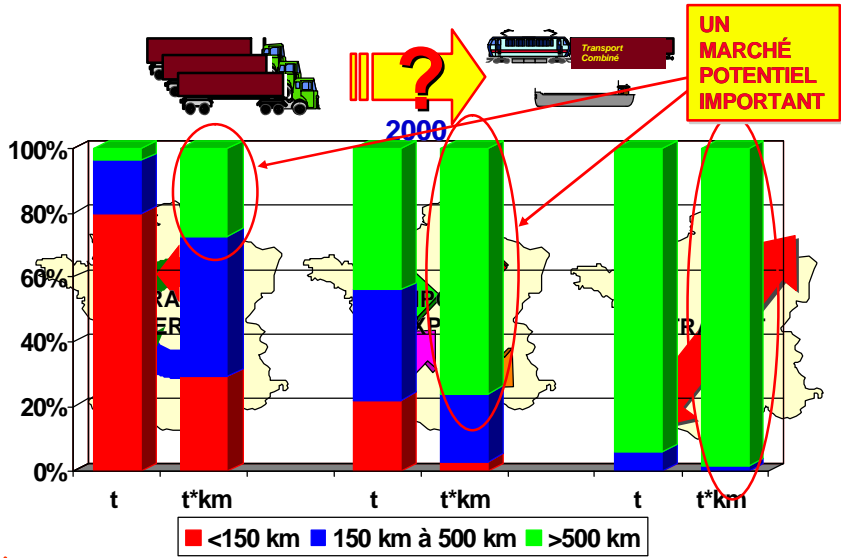
Source : ADEME / Explicit, 2002

A. MORCHEOINE

ADEME BRGM IFP Paris, 15 septembre 2005

Pour les transports de marchandises, les émissions du transport routiers se situent en moyenne dans la fourchette 80 à 130 gCO₂/t*km transportée alors que le train se situe au plus mauvais niveau aux alentours de 80 gCO₂/t*km et au meilleur niveau à 0,8 gCO₂/t*km, la voie d'eau se situant aux alentours de 40 gCO₂/t*km.

LES POSSIBILITÉS DE TRANSFERT MODAL



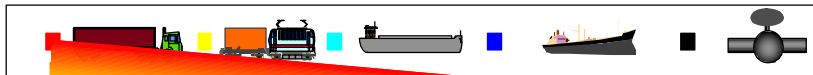
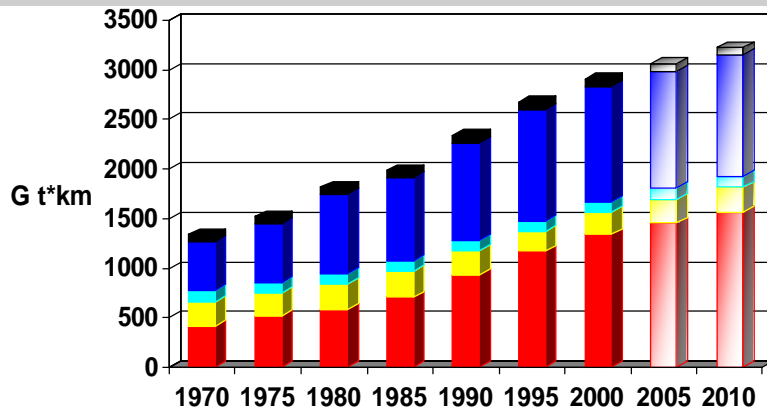
NE PAS CONFONDRE VOLUME ET TRANSPORT !

Source SES

L'examen des trafics tant en France qu'en Europe montre que le volume de trafic à distance suffisante pour pouvoir envisager un transfert modal de la route vers le rail ou la voie d'eau est significatif.



TRAFIC DE MARCHANDISES DANS L'UE



**UNE CROISSANCE CONFISQUÉE PAR LE TRANSPORT ROUTIER
MAIS DES CAPACITES DE TRANFERT MODAL IMPORTANTES**

Source AEE, 2000T

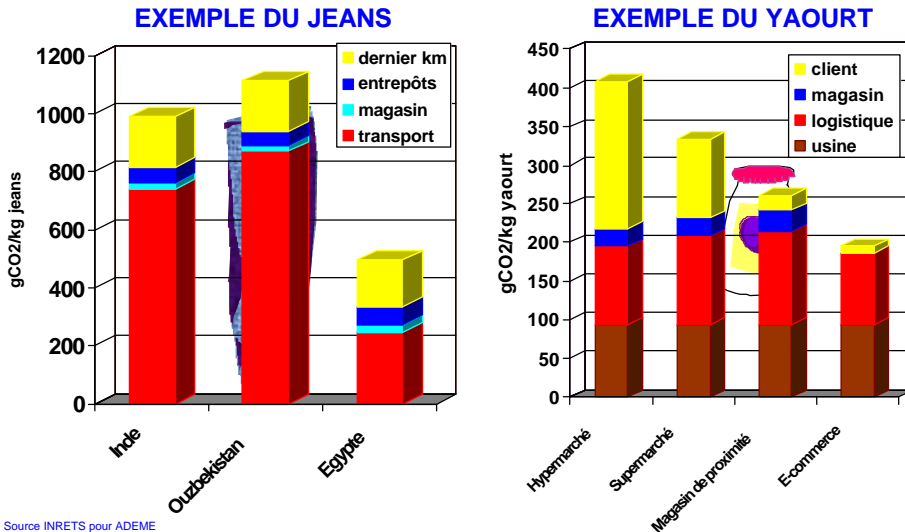
A. MORCHEOINE

re 2005

En Europe, le phénomène est analogue, encore amplifié par l'élargissement



EMISSIONS DE GES D'ORGANISATIONS LOGISTIQUES DE DISTRIBUTION



Source INRETS pour ADEME

A. MORCHEOINE

ADEME BRGM IFP Paris, 15 septembre 2005

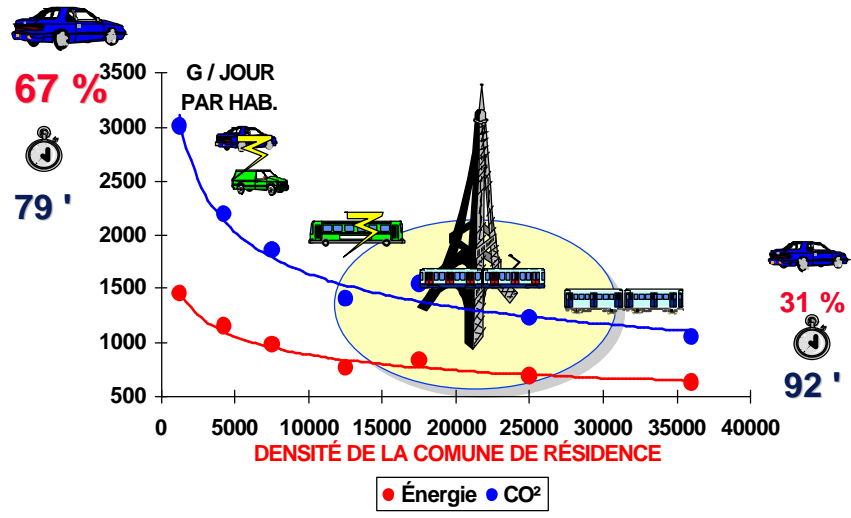
Le transport n'est actuellement pas cher, on l'utilise donc sans retenue en jouant à fond sur les différentiels de coût de main d'œuvre notamment. C'est ainsi qu'à titre d'exemple :

- Un jeans sera à l'origine de deux fois plus d'émission de CO2 selon la provenance du coton et l'endroit de la confection.
- Un yaourt sera à l'origine de deux fois plus d'émission de CO2 selon le type de magasin de vente.

Cela montre à l'évidence l'importance des gains possibles en revisitant les options d'organisation des entreprises au regard d'un critère de réduction des émissions de CO2.

Dans le domaine de l'aviation, la gestion des circulations au sol (assistance de remorquage) et de la gestion de la navigation proprement dite (procédures d'ascension et de descente, zones de route libre) peuvent être également à l'origine de gains significatifs.

ILE-DE-FRANCE 1991 : EFFET DE LA DENSITÉ



Source INRETS Gallez 1995 pour l'ADEME

A. MORCHEOINE

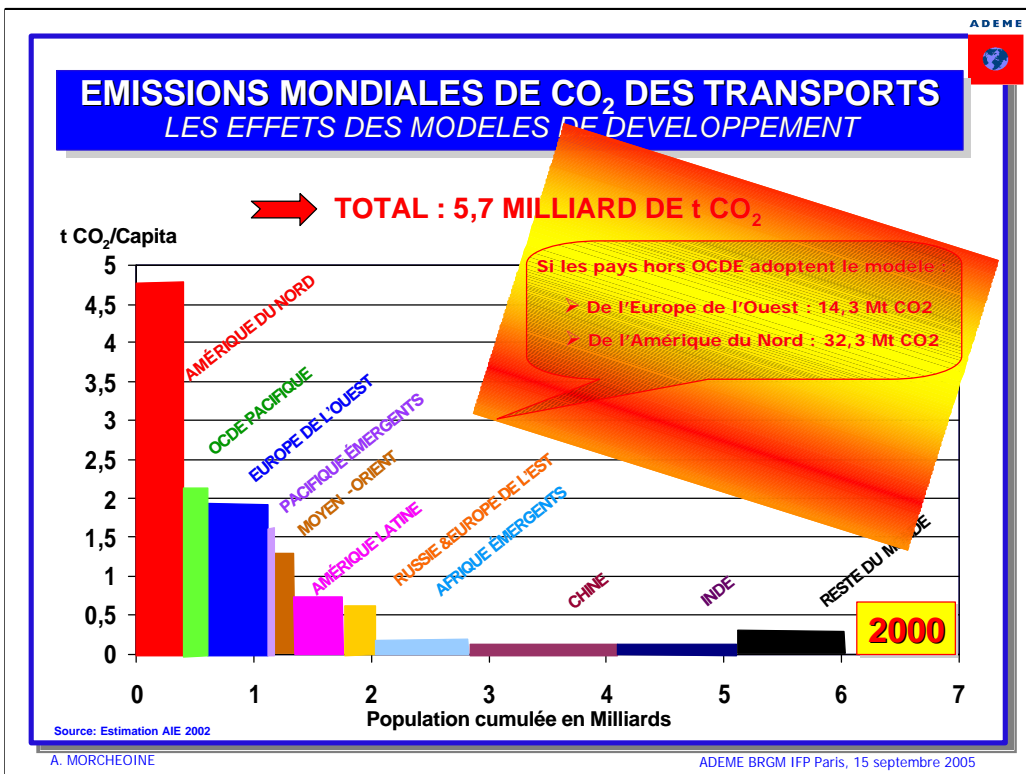
ADEME BRGM IFP Paris, 15 septembre 2005

Nous assistons dans les zones urbaines à un développement rapide de la péri urbanisation qui se traduit par une augmentation des distances moyennes journalières et une dépendance accrue vis à vis de l'automobile. Les conséquences de ce type d'aménagement (ou d'absence de planification des territoires) sont lourdes en matière de consommation d'énergie et d'émission de CO2 des transports des ménages : elles peuvent varier en France de 1 à 5. On constate d'ailleurs le même type d'écart entre villes européennes et villes américaines.

On constate cependant que les progrès techniques concernant les motorisations hybrides et électriques peuvent, sinon desserrer la dépendance à la voiture particulière, du moins permettre une meilleure diversification énergétique en faveur de tels véhicules.



QUELQUES ELEMENTS DE CONCLUSION

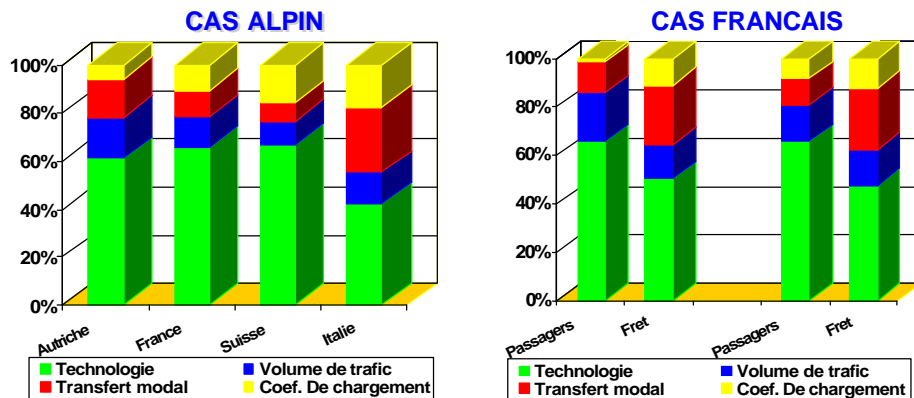


La question principale est celle du modèle de développement. Un renchérissement du pétrole et la lutte contre l'effet de serre devrait inciter fortement les pays développés à modifier sensiblement leurs comportements en matière de transport avant qu'il ne soit trop tard. Il devrait également les inciter à modifier leurs comportements vis à vis des pays émergents en ne les incitant pas à adopter leur modèle actuel de développement. En effet si ceux-ci adoptaient le modèle européen, cela signifierait une multiplication par 2,5 des émissions de CO₂ des transports et par presque 6 si c'est le modèle d'Amérique du Nord qui était adopté.

QUELS EFFORTS POUR ATTEINDRE L'OBJECTIF UNE REDUCTION DRASTIQUE DES EMISSIONS DE CO₂?



objectif : - 80% CO₂
dû aux consommations d'énergie finale !



**MALGRÉ CET OBJECTIF TRÈS AMBITIEUX,
CE SCÉNARIO EST UNE ÉVOLUTION PLUS QU'UNE RÉVOLUTION !**

Cependant pour terminer sur une note d'optimisme, les études prospectives de pilotage par objectif avec un objectif drastique de réduction des émissions de CO₂ de la consommation d'énergie finale des transports menées en France dans le cadre de l'OCDE et du PREDIT montrent que des solutions sont possibles. Les résultats montrent certes des progrès technologiques significatifs et des évolutions sensibles de comportement mais assure cependant une croissance des volumes de transports et sont faisables dans le calendrier imparti compte tenu de l'inertie des différents types d'action. Bref il s'agit plus d'une évolution maîtrisée que d'une révolution.