

n°57 - janvier 2008

## Le défi du “facteur 4” dans les transports

Des scénarios qui interrogent

Mots clés associés : climat et énergie | villes, habitat, mobilité | générations futures, prospective, temporalités | transitions (écologique, énergétique, ...) | changement climatique | modes de production et de consommation | stratégies pour le développement durable | technologie | transports

### Résumé

Le présent article illustre l'importance du défi à relever pour promouvoir le développement durable dans un secteur d'activités hautement stratégique, celui des transports. Il rend compte d'une réflexion prospective, à l'horizon 2050, récemment effectuée dans le cadre du Conseil général des Ponts et Chaussées et du Groupe 11 du PREDIT (Programme Interministériel de Recherche et d'Innovation dans les Transports) et destinée à éclairer les différents décideurs concernés. Ce travail a consisté à élaborer d'abord quatre scénarios géopolitiques fondés sur des hypothèses différenciées de croissance économique et d'efficacité de la gouvernance européenne et mondiale.

Sur ces bases, on a pu modéliser des prévisions de croissance dans plusieurs scénarios, plus ou moins contrastés, des diverses activités de transports de personnes et de marchandises, et associer à ces flux des estimations d'émissions de dioxyde de carbone. Ces prévisions ont ensuite été confrontées aux objectifs globaux du développement durable et notamment à l'objectif de division par un facteur 4 des émissions de gaz à effets de serre, fixé par la loi du 13 juillet 2005 relative à politique énergétique.

Il est ainsi apparu dans le cadre des scénarios retenus que, il est vrai, s'appuient encore trop fortement sur des prolongations de tendances actuelles, que de tels objectifs ne pourraient être atteints sans de profondes ruptures avec ces tendances.

Pour les atteindre, il faut en effet d'abord accentuer encore l'effort pour promouvoir des technologies propres, adopter des mesures fortes de régulation au niveau européen, mais aussi et surtout remettre en question ou modifier en profondeur l'organisation de la production et la distribution des marchandises d'une part, l'aménagement des villes et des territoires, les comportements de mobilité des personnes d'autre part. C'est à cette mobilisation que nous convie l'auteur en conclusion.

L'association 4D a été parmi les premières à dénoncer le poids des politiques des transports menées à travers le monde et en France, en tant qu'obstacle au développement durable, notamment au regard des changements climatiques.

La lecture de cet article nous a convaincus de devoir très prochainement constituer un dossier sur cette question aux enjeux considérables.

Pour le Conseil scientifique de 4D, Jacques Varet.

---

Télécharger l'article en format pdf :



**EDD57Gressier**

*Mise en garde : Cette version imprimable fait référence à l'ancien plan de classement de l'encyclopédie.*

La nouvelle classification de cet article est :

- [3.4- Politiques de transport](#)
- [5.3- Changement climatique](#)

## Auteurs

### Gressier Claude

Claude GRESSIER est Ingénieur Général des Ponts et Chaussées. Il a dirigé le Centre d'Etudes des Transports Urbains. Au début de la décentralisation, il a occupé la fonction de directeur des transports et de la circulation au Conseil régional d'Ile de France, puis celle de Directeur des Transports Terrestres qui comprend la tutelle du groupe SNCF. Détaché auprès de celui-ci, il a fondé en son sein le groupe GEODIS.

Revenu dans l'administration, il été nommé Directeur du transport maritime, des ports et du littoral. Depuis 2001 il préside la section Economie et Transports du Conseil général des Ponts et Chaussées.

## Texte

Au lendemain des décisions de planification et de programmation des grandes infrastructures de transports prises par le Gouvernement le 18 décembre 2003 à la suite d'un grand débat parlementaire, le Conseil général des Ponts et Chaussées a décidé d'engager une démarche prospective sur le devenir des transports à l'horizon 2050. Plusieurs raisons ont motivé cette démarche :

- **1** le délai de 15 à 20 ans nécessaire entre la décision de principe de construire une grande infrastructure et sa mise en service,
- **2** la durée d'amortissement de l'infrastructure (au moins 40 ans),
- **3** la raréfaction de la ressource pétrolière et donc la nécessité de préparer l'après pétrole,

- 4 le réchauffement climatique imposant de lutter contre les émissions de gaz à effet de serre.

La démarche suivie s'est déroulée en quatre étapes :

- la compréhension de l'évolution passée,
- la projection d'avenirs possibles en élaborant quatre scénarios contrastés,
- la quantification des quatre scénarios,
- le chiffrage, pour chaque scénario, des flux de transports et des émissions de gaz à effet de serre.

## I - La compréhension de l'évolution passée

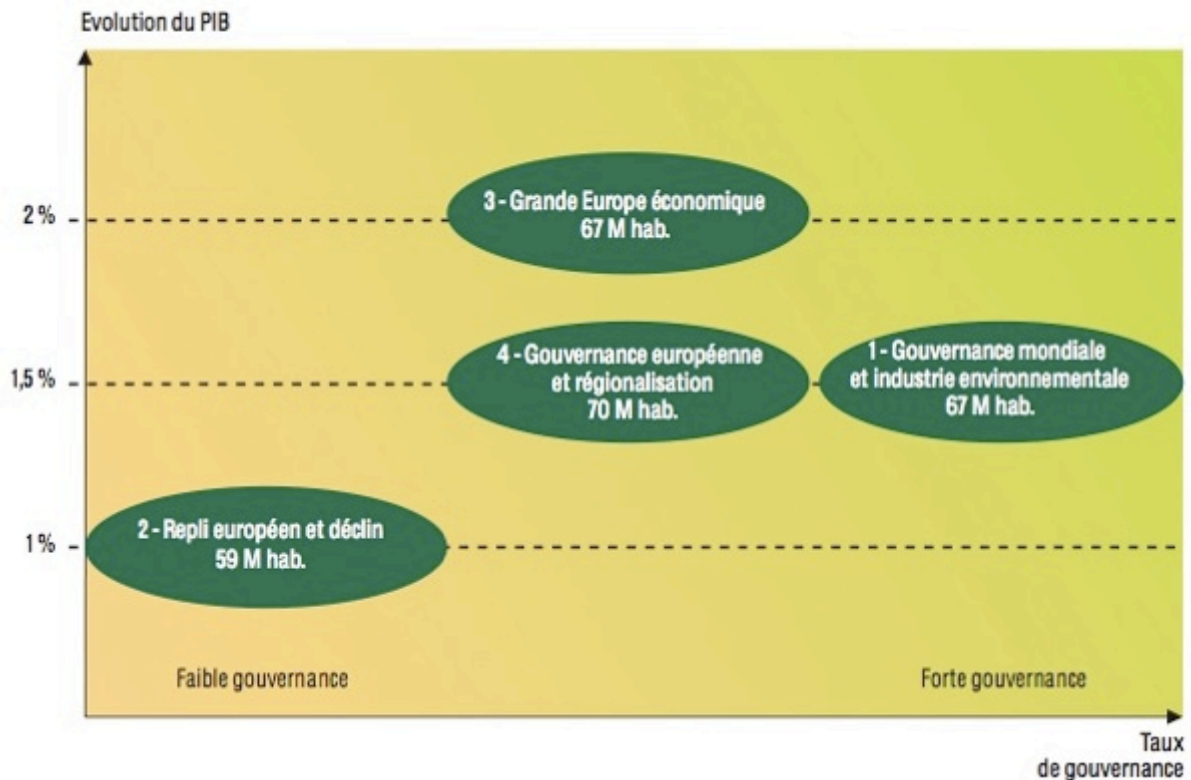
L'évolution du transport de marchandises a été jusqu'au début des années 1970 directement corrélée à la production industrielle ainsi qu'à l'europanisation de l'économie. Mais le volume de trafic (exprimé en tonnes/kilomètres) a stagné dans la période 1975-1985 à cause de la fermeture des mines de charbon et de fer, du programme nucléaire et de la réorganisation de la sidérurgie près des ports.

Depuis, le trafic croît à peu près au rythme du PIB avec un trafic international croissant plus rapidement compte tenu de la mondialisation de l'économie.

La forte croissance des transports de voyageurs depuis 50 ans s'explique essentiellement par l'accroissement de la richesse, la motorisation (multiplication par 10 du taux de motorisation), l'évolution des modes de vie (habitat, temps libre, tourisme), le développement des transports rapides (autoroutes, avions, trains à grande vitesse) et bien sûr le maintien d'un prix bas de l'énergie.

## II - La projection d'avenirs possibles en élaborant quatre scénarios contrastés

Deux variables principales ont été identifiées comme les plus pertinentes pour explorer les avenirs possibles : la gouvernance européenne et mondiale pour développer des énergies alternatives au pétrole et lutter contre le changement climatique ; la dynamique de développement démographique et économique intra européen dans la compétition mondiale.



EDD57\_T1

### III - La quantification des quatre scénarios

Il convient de préciser l'offre de services de transports en ce qui concerne notamment le développement des réseaux d'infrastructures et les politiques de mobilité urbaine (fréquences, vitesses sur les différents réseaux). L'hypothèse d'une stabilité des vitesses de transport a été prise.

De plus, il faut préciser le prix des transports qui combine le coût des éléments externes, tels que la main d'œuvre, l'énergie et la fiscalité, et les progrès de productivité internes tels que la consommation unitaire des véhicules de transport (voitures, camions, trains, avions...) et leur taxe d'import.

Les hypothèses énergétiques sont, pour ce faire, particulièrement importantes et résultent de la démarche suivante :

- à l'horizon 2050, le prix du pétrole s'établit sur le marché mondial en fonction de la demande globale de carburants et de la disponibilité de carburants alternatifs (issus du charbon, du gaz ou de la biomasse) ;
- le prix final (utilisateur) des carburants est la somme : du prix des matières premières (charbon, gaz, pétrole) et de leur transformation ; d'une taxe (mondiale ou européenne) sur les émissions de CO<sub>2</sub> ; des taxes habituelles sur les carburants (TIPP ou autres), modulées selon les utilisations (trafic automobile, agriculture, chauffage...)
- les carburants de substitution au pétrole (issus du charbon, du gaz ou de la biomasse) se développent dans des proportions plus ou moins importantes selon les scénarios, en fonction du prix final de l'énergie (prix du marché du pétrole + taxe CO<sub>2</sub>) et des hypothèses de gouvernance (règlementations techniques) ; il convient de noter qu'une taxe CO<sub>2</sub> équivalente à 60 \$ le baril est de 140 \$ par tonne de CO<sub>2</sub>, soit près de 600 \$ environ la tonne de carbone.
- par ailleurs, le développement de véhicules économes en énergie (hybride électrique, par

exemple) est plus ou moins important selon les scénarios.

Les hypothèses qui en résultent sont récapitulées dans le tableau ci-dessous pour chacun des quatre scénarios 2050, en matière de prix de l'énergie, de taxe CO<sup>2</sup>, de prix final des carburants et de coût d'usage des véhicules, compte tenu de leurs performances énergétiques :

Récapitulatif des hypothèses selon les scénarios 2050	Base 2002	Scén.1 : Gouvernance mondiale et Industrie environnementale	Scénario 2 : Repli européen et déclin	Scénario 3 : Grande Europe économique	Scén.4 : Gouv. européenne et régionalisation
Prix d'usage des voitures					
Prix du pétrole (marché mondial)	30 \$	30 \$ le baril	60 \$ le baril	60 \$ le baril (Europe : 90 \$)	120 \$ le baril (Europe : 180 \$)
Taxe carbone (en sus TIPP)	0	60 \$ le baril	0	30 \$ le baril	60 \$ le baril
Consommations unitaires des VP (en équivalent gramme CO <sub>2</sub> /km)	180 g/km	90 g/km	120 g/km	110 g/km	100 g/km
Prix du carburant TTC (dont taxe carbone)	0,87 /litre	1,85 /litre	1,33 /litre	1,76 /litre	2,43 /litre
dont TIPP	0,47	0,90	0,63	0,80	0,80
Prix total du VL x km (en euros)	0,157	0,208	0,191	0,209	0,240

EDD57\_T2

#### IV - Le chiffrage des flux de transport

Le chiffrage des flux de transports (voyageurs et marchandises) découlent des hypothèses retenues pour les variables de demande et d'offre.

Trois modélisations ont été utilisées et portent respectivement sur :

- les voyageurs intérieurs en distinguant la mobilité de proximité et les déplacements interurbains à longue distance,
- les voyageurs internationaux aériens (français + étrangers),
- les marchandises terrestres plus les trafics portuaires internationaux.

#### V - Les enseignements communs à tous les scénarios

Quelques enseignements peuvent être dégagés, communs à tous les scénarios, et sont autant de repères pour hiérarchiser les questions énergétiques dans les politiques de transport :

**Premier enseignement** : la croissance des flux de transports sera plus modérée, compte tenu notamment du ralentissement démographique, des limites du temps passé dans les transports, de la maturité de l'équipement motorisé des ménages et de la stabilité des vitesses de transport.

Ce ralentissement, important surtout pour la mobilité locale quotidienne, aura deux sortes de conséquences sur la problématique des transports à long terme :

- d'une part, les besoins d'infrastructures nouvelles, au-delà de celles déjà en cours de réalisation ou décidées, seront moins importants à l'avenir ; les questions de régulation de la demande et de l'offre de transport, notamment celle liée aux problèmes énergétiques, n'en prendront que plus d'importance ;

- d'autre part, les consommations d'énergie pour les transports vont augmenter moins rapidement que par le passé, avant même de prendre en compte les économies de carburants générées par l'offre des constructeurs automobiles et par le comportement des usagers.

**Deuxième enseignement** : le mode routier restera prédominant, même avec de fortes croissance des modes de transport complémentaires à la route, ferroviaires, fluviaux, maritimes, transports collectifs urbains et périurbains....

Cette situation traduit le fait que le réseau routier apporte un service universel, pour toute liaison origine- destination concernant le territoire Français, alors que les autres modes (ferroviaire, fluvial, aérien) offrent une desserte limitée à certaines liaisons entre des stations d'autocars ou de métro, des gares ferroviaires, des aéroports ou des chantiers de transbordement ferroviaires et fluviaux.

Pour remplir un train de marchandises (équivalent à 30 camions) ou un gros convoi fluvial (équivalent à 200 camions), il est nécessaire d'opérer des regroupements importants qui ne sont rentables que sur des axes massifiés.

De même, un service de transport collectif de voyageurs ne pourra se développer de façon efficace (c'est à dire avec des fréquences qui garantissent la qualité de service et un taux de remplissage qui équilibre les charges de fonctionnement) que sur les liaisons à forte densité de voyageurs, dans les zones urbaines denses et sur les liaisons interurbaines entre pôles économiques importants.

De ce fait, on peut considérer aujourd'hui que la plupart des liaisons origine destination n'ont pas de solution alternative à la route, simplement parce qu'elles n'entrent pas dans les zones de pertinences des autres modes de transport : il n'y a pas de concurrence possible, sinon à des coûts prohibitifs pour la collectivité.

En 2002 la route représentait en France 84 % du transport de voyageurs et 82 % du transport de marchandises. Cette part pourrait diminuer au profit des modes complémentaires à la route, sans toutefois remettre en cause la place prépondérante de la route : la répartition des déplacements entre mode de transport est un phénomène à forte inertie.

En conséquence la politique énergétique des transports ne peut pas se fonder principalement sur des perspectives - mêmes très importantes - de développement des modes de transport alternatifs à la route.





## SORTIE DE BUREAU EN 2020

**Troisième enseignement** : les volumes de trafic seront relativement peu sensibles au prix de l'énergie, même en faisant varier fortement (entre 60 et 180 \$ le baril) le prix du pétrole (avec taxe carbone) ou celui - équivalent - des carburants de substitution. Ainsi, les variations des flux de transports sont plus déterminées par les évolutions socio-économiques (influencées indirectement par la situation énergétique) que par le prix de l'énergie. Ce prix a peu d'impacts directs : ainsi, une simulation a été faite en relevant de 50% le prix de l'énergie par véh. x km dans le scénario 1, ce qui revient à appliquer les prix de l'énergie du scénario 4 ; les véhicules x kilomètres baisseraient de 6,4% et les émissions de CO<sub>2</sub> des seules voitures particulières baisseraient de 6,7%. On retrouve une élasticité de - 0,13 ; sur l'ensemble des transports, l'effet global serait inférieur à 3%.

Ce résultat, bien connu des spécialistes du transport, appelle plusieurs remarques :

- une forte augmentation du prix du pétrole aurait d'abord des impacts sur l'ensemble de l'économie dans la mesure où le poids important des taxes sur les carburants automobiles a un effet atténuateur sur le secteur des transports ;
- à un horizon de 50 ans, il y aura peut-être pénurie de pétrole, mais pas de pénurie globale de l'approvisionnement énergétique, dans la mesure où existent des ressources énergétiques encore abondantes et inexploitées : la fourchette de 60 à 180 \$ le baril d'équivalent pétrole, taxe carbone incluse, semble raisonnable pour permettre de développer des véhicules plus économes en énergie et des carburants alternatifs au pétrole ;
- ces développements conduiront nécessairement à des énergies plus coûteuses que le pétrole aujourd'hui, mais dans des proportions suffisamment raisonnables, compte tenu d'une forte baisse possible des consommations unitaires, pour ne pas remettre en cause un usage de la voiture ou du camion proche de celui que nous connaissons aujourd'hui.

**Quatrième enseignement** : une réduction importante des émissions de CO<sup>2</sup> dans les transports apparaît technologiquement possible, même avec une prédominance du mode routier, moyennant le développement à grande échelle de véhicules économes et de carburants propres, dont les technologies sont déjà accessibles.

Le scénario 1, le plus volontariste sur la question énergétique, envisage à la fois :

- des véhicules plus efficaces, de type hybride électrique, consommant 3 litres/100 km, avec autonomie électrique pour les trajets de proximité
- et une moindre dépendance aux carburants pétroliers, les ressources énergétiques se diversifiant entre un tiers biomasse, un tiers électricité d'origine nucléaire ou par séquestration du CO<sub>2</sub> et un tiers pétrole.

Un tel scénario conduirait à une division par un facteur de l'ordre de 2,5 des émissions de gaz à effet de serre des transports, compte tenu de la croissance - plus modérée, mais néanmoins sensible - des trafics routiers et aériens.

Cependant, les bouleversements technologiques nécessaires à cette réduction des émissions ne peuvent résulter que d'un progrès net de la gouvernance mondiale, ou à tout le moins de la seule gouvernance européenne. Ils doivent en effet être provoqués par des mesures de régulation, telles que taxe carbone, permis négociables et normes techniques des véhicules et des carburants dont on voit mal comment elles pourraient être prises à l'échelle d'un seul pays ni même, pour certaines, d'un ensemble régional comme l'Europe.

## Conclusion

Dans le scénario le plus « optimiste » on aboutit à une division par 2,5 des émissions de gaz à effet de serre à l'horizon 2050 et pas à une division par 4. Et encore, cela suppose qu'il y ait une forte gouvernance mondiale concernant notamment la lutte contre le réchauffement climatique, gouvernance mondiale permettant, entre autres choses, l'instauration d'une taxe carbone à un niveau élevé.

Les raisons de cette difficulté dans la réduction des émissions réside essentiellement dans le fait que les modes alternatifs à la route pour les transports de marchandises sont, sauf exceptions, mal adaptés à l'économie moderne et que les aspirations de nos concitoyens pour élargir leur vie sociale, leurs besoins culturels, leurs désirs touristiques, les conduisent à une forte mobilité.

La mobilité des personnes et des biens est effectivement source de bien-être individuel et de richesses collectives. Mais sans perturber cette nécessaire mobilité et au-delà des enseignements de la recherche prospective, on peut imaginer d'autres progrès importants :

- peut-être par des avancées technologiques difficiles à prévoir à ce jour,
- par l'introduction des transports de marchandises dans des systèmes de quotas d'émission. Ces quotas d'émission devraient être attribués ou vendus aux grands chargeurs, car cela les inciterait fortement à une meilleure organisation, plus économe en transport, de leurs activités de production et de distribution. C'est une voie de responsabilité et de liberté sous contrainte qui devrait être très efficace et bien acceptée par les chargeurs importants (ceci est bien préférable à une intervention directe des Etats dans ce domaine très complexe de l'organisation de la production et de la distribution car ils n'en ont pas la compétence), pour peu que ce système soit établi au plan communautaire avec des règles homogènes entre les



différents Etats membres. Les « petits » chargeurs auront le choix entre acheter des quotas d'émissions et payer une surtaxe carbone pour leurs transports émetteurs de gaz à effet de serre. De plus la concurrence avec des producteurs établis dans des pays établis en dehors de l'Union Européenne et qui ne seraient pas soumis aux mêmes règles doit être étudiée et réglée. Ces mesures seront encore plus efficaces rapidement si elles sont adoptées au niveau mondial.

- mais aussi par des économies importantes d'émissions qui doivent résulter de changements dans les comportements de mobilité des citoyens :
  - généralisation des modes doux (marche à pied, vélo) pour les déplacements de proximité avec un urbanisme permettant effectivement le recours à ces modes doux en limitant les surfaces des extensions urbaines et en les organisant plus rationnellement,
  - généralisation du co-voiturage organisé par les entreprises ou par les autorités d'agglomérations pour les déplacements domicile-travail,
  - généralisation du travail à domicile et des visio-conférences.

Ces changements de comportement peuvent être encouragés par l'introduction de quotas d'émissions individuels. Beaucoup de problèmes pratiques doivent être réglés pour y parvenir mais la recherche d'une telle mesure vaut la peine d'être approfondie.

Il n'en demeure pas moins que la vraie solution viendra, non de mesures fiscales ou de l'introduction de permis d'émissions mais d'un changement profond des mentalités. Cela n'est pas impossible, comme on l'a vu récemment en France dans le domaine de la sécurité routière. C'est moins les radars qui ont fait chuter le nombre de morts (même si ils ont eu un grand rôle) que le changement des comportements. La sensibilisation, l'éducation sont indispensables pour faire évoluer nos mentalités. C'est une cause essentielle pour l'avenir de l'humanité.

Mais cette cause doit être partagée mondialement et les pays développés ont pour cela une grande responsabilité. La mentalité et les comportements des acteurs et des habitants des habitants de ces pays doivent d'abord évoluer puis avant de passer le message au reste du monde.

**Les limites décrites dans cet article peuvent être surmontées, à condition d'en faire une cause mondiale avec l'adhésion des citoyens du monde. Un défi culturel.**

## Bibliographie

### Pour en savoir plus

- [Grenelle de l'environnement : table ronde 1, lutte contre le changement climatique, 1-2 un changement drastique de stratégie dans les transports [www.legrenelle-environnement.fr/gre...](http://www.legrenelle-environnement.fr/gre...), 2007.
- *La division par 4 des émissions de dioxyde de carbone en France d'ici 2050*, Pierre Radanne (rapport de mission, MIES, 2004)
- SESP, *La demande de transports 2025, projection des tendances et des inflexions*, Ministère chargé des transports, 2006
- *Démarche prospective transports 2050*, Conseil Général des Ponts et Chaussées, 2006

- *Transports et émissions de gaz à effet de serre*, CEMT, février 2007
- *Quels trafics ferroviaires à l'horizon 2025 ? Quels impacts en terme d'émission de CO2 ?* Note de la SNCF réalisée par le groupe de travail TUGES, juin 2007
- *Mesures de gestion des trafics sur le réseau routier ayant un effet de réduction des émissions de GES*, Note de la Direction générale des routes, réalisée par le groupe de travail "Transports-urbanisme-gaz à effet de serre" (TUGES) du Ministère chargé des transports, de juin 2007
- *Transports de fret et marché des quotas CO2*, Rapport du Ministère chargé des transports, 2007
- *Loi de programme fixant les orientations de la politique énergétique* du 13 juillet 2005

## **Lire également dans l'encyclopédie**

\* Michel Rousselot, {[Politiques publiques de transports et développement durable->43]}, (n° 12) Octobre 2006 . \* Philippe Domergue, {[Guérir notre système de transports, remèdes et ordonnances->44]}, (N° 13) Septembre 2006 .