

SNCF
PR/SARDO-Bibliothèque
45, rue de Londres
75379 PARIS CEDEX 08
(PARIS SAINT-LAZARE)
Tél. : 01 53 42 90 11

REFERENCE

FER058835

CAHIER

205

3388

Annales des mines Responsabilité et environnement

n° 47, juillet 2007, pp. 68-73, tabl. - (REVUE) - S/C : 0901

Economies d'énergie dans les transports

AG

Économies d'énergie dans les transports

La lutte contre le changement climatique est un des défis majeurs du XXI^e siècle. Il ne s'agit plus aujourd'hui de faire des économies à la marge mais de diviser par 3 ou 4 nos émissions de CO₂ à l'horizon 2050. Le Conseil général des Ponts et Chaussées a mené pendant deux ans une démarche prospective pour déterminer quelle pourrait être la contribution des transports. Des solutions existent qui ménagent le développement économique et la vie sociale. Elles impliquent pour certaines des décisions au niveau européen, voire mondial. Elles engagent pour d'autres la responsabilité des états et des collectivités. Elles obligent aussi chacun d'entre nous.

par Claude GRESSIER, Conseil général des Ponts et Chaussées

Deux des principaux défis majeurs du XXI^e siècle, l'épuisement des ressources pétrolières et la lutte contre le réchauffement climatique, posent le problème des économies d'énergie dans les transports sous un jour complètement nouveau. Il ne s'agit plus de faire des économies d'énergie et d'émissions de gaz à effet de serre à la marge, mais, dans les pays développés, de se mettre sur une trajectoire permettant une division par 3 ou 4 des émissions de CO₂ à l'horizon 2050. Et de montrer la voie par une réduction significative à l'horizon 2020. Les ministres français des Transports et de l'Ecologie et du Développement durable ont, à la suite du débat public sur la politique des transports dans la Vallée du Rhône et l'Arc languedocien, pris la décision d'élaborer « un plan d'action publique national » transport, urbanisme, effet de serre » de réduction des émissions de gaz à effet de serre, proposant des objectifs à l'horizon 2020-2025 et préparant l'échéance ultérieure de 2050 ».

Prospective des transports à l'horizon 2050

Les hypothèses

Il s'agit de se projeter à un horizon éloigné – 2050 – ce qui impose une véritable démarche projective car le système des transports et de ses déterminants socio-économiques forme un tout indissociable dont la problématique environnementale n'est qu'un des éléments. Une démarche qu'a conduite le Conseil général des Ponts et Chaussées pendant deux ans (de fin 2003 à début 2006) et qui s'est déroulée en quatre étapes.

Première étape, la compréhension de l'évolution des 30 à 50 dernières années caractérisée par un fort accroissement du volume de transports de voyageurs et de marchandises dû à l'accroissement de la richesse, à l'ouverture des économies (européanisation, mondialisation), à la transformation des modes de vie (habitat, motorisation, temps libre), au développement des transports rapides (autoroutes, LGV, aérien), au maintien d'un prix bas de l'énergie.

Mais l'évolution de la structure de l'économie a joué un rôle de modération des flux de transports (par exemple, entre 1975 et 1985, le volume des transports de marchandises en France est resté stable en raison de la fermeture des mines de fer et de charbon et du développement d'un programme nucléaire remplaçant les centrales thermiques avec leurs importants approvisionnements de charbon).

Deuxième étape, la projection d'avenirs possibles selon quatre scénarios de contexte à deux variables principales : 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-européenne.

Troisième étape, la quantification des quatre scénarios, en précisant les valeurs possibles de chacune des variables de demande et d'offre de transports. Y inclus notamment le prix des transports qui combine le coût d'éléments externes comme la main d'œuvre, l'énergie et la fiscalité, et les progrès de la productivité interne, comme, par exemple, la consommation unitaire des véhicules de transport.

Sans entrer dans le détail des valorisations, il est important d'exposer la construction des hypothèses énergétiques prises en compte dans les scénarios.

- ✓ A 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 CO₂ ; 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 CO₂) et des hypothèses de

gie du scénario 4 ; les véhicules X kilomètres baisseraient de 6,4 % et les émissions de CO₂ des seules voitures particulières 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, 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 CO₂ 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 (fabriquée avec une énergie non émettrice de

CO₂), un tiers électricité d'origine nucléaire ou par séquestration du CO₂, et un tiers pétrole fossile.

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 d'une gouvernance européenne. Ils supposent en effet 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.

Projections économétriques à l'horizon 2025

Parallèlement aux travaux de prospective 2050, le ministère des Transports s'est livré à un exercice de projections économétriques des flux de transports à l'horizon 2025. Il s'agit ici de prévoir les flux de transports dans le contexte économique, énergétique et fiscal que nous connaissons aujourd'hui ou que nous pouvons prévoir avec vraisemblance. La croissance du Produit intérieur brut est supposée de 1,9 % par an, en moyenne. Néanmoins, il existe de nombreux facteurs d'incertitude, sur le prix du pétrole, sur ceux du transport routier ou ferroviaire de marchandises, par exemple, qui conduisent à privilégier une approche probabiliste et à donner les résultats sous forme de « fourchettes » (voir tableau 2).

S'agissant du transport de marchandises s'ajoutent, outre les facteurs d'incertitude énoncés plus haut, deux autres facteurs susceptibles d'évolutions plus ou moins importantes : d'une part le transport fluvial dont le trafic a récemment très fortement augmenté mais dont il est difficile de projeter l'évolution future, hors effet Seine Nord et, d'autre part, les autoroutes ferroviaires dont il est tout aussi problématique de prévoir et l'ampleur et la clientèle futures (voir tableau 3).

Récapitulatif des hypothèses selon les scénarios 2050	Base 2002	Scénario 1 Gouvernance mondiale et industrie environnementale	Scénario 2 Repli européen et déclin	Scénario 3 Grande Europe économique	Scénario 4 Gouvernance européenne et régionalisation
Prix d'usage des voitures					
Prix du pétrole (marché mondial)	30 \$	30 \$ le baril	60 \$ le baril (Europe : 90 \$)	60 \$ le baril (Europe : 180 \$)	120 \$ le baril
Taxe carbone (en sus TIPP)	0	60 \$ le baril	0	30 \$ le baril	60 \$ le baril
Consommations unitaires des VP (en équivalent gramme CO ₂ /km)	180 g/km	90 g/km	120 g/km	110 g/km	100 g/km
Prix du carburant TTC (dont taxe carbone)	0,82 €/litre	1,85 €/litre	1,33 €/litre	1,76 €/litre	2,43 €/litre
dont TIPP	0,4 €	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 €

Tableau 2. Transports intérieurs de voyageurs en 2025.

Marchandises	Rappel 2002	Croissance annuelle 2002-2025		Milliards de voyageurs X km 2025	
		Fourchette	Moyenne	Fourchette	Moyenne
Transport intérieur					
Transport routier	257	(1,3 – 1,7)	1,5	(343 – 382)	363
Transport ferroviaire	50(1)	(-0,2 – 1,5)	0,7	(48 – 71)	59
Marchandises tous modes	314	(1,3 – 1,5)	1,4	(419 – 442)	431

(1) Le trafic réalisé en 2005 est de 416 t X km.

Tableau 3. Transports intérieurs de marchandises en 2025.

A partir de ces estimations, et en tenant compte de la poursuite de la mise en œuvre de l'ACEA (accord volontaire des constructeurs automobiles) qui vise à réduire à 140 g CO₂/km en 2008, puis à 120 g CO₂/km en 2012, les émissions des voitures neuves, et aussi des mesures du plan climat en France, les émissions de gaz à effet de serre du secteur des transports dans son ensemble seraient de 145 millions de tonnes en moyenne à l'horizon 2025 (voir tableau 4).

On constate que, avec les hypothèses prises en compte et malgré la croissance des trafics, les émissions de gaz à effet de serre du secteur des transports ou du transport routier sont inférieures aux émissions de 2002 mais supérieures d'environ 20 % aux émissions de 1990.

Quelques ordres de grandeur d'économies de CO₂

Avant d'aller plus loin, il convient d'avoir conscience des ordres de grandeur des économies de CO₂ que permettrait la mise en œuvre de diverses mesures.

Economies de CO₂ obtenues par des mesures relatives à l'intermodalité

- ✓ Pour économiser 1 million de tonnes de CO₂ par an, il faut transférer 15 milliards de tonnes-kilomètres de la route vers le fer, soit augmenter le fret ferroviaire de près de 40 % par rapport à son niveau de 2005 ;
- ✓ la mise en service de 3 autoroutes ferroviaires de 600 kilomètres chacune, soit une circulation de 2 fois 40 navettes (3 fois 13) par jour, ferait économiser 0,5 million de tonnes de CO₂/an ;
- ✓ la mise en service des 1 600 km de LGV du Ciadt de décembre 2003 fera économiser 0,6 million de tonnes de CO₂/an ;
- ✓ la non-réalisation des 2 000 kilomètres d'autoroutes nouvelles du Ciadt de décembre 2003 ferait économiser 2 millions de tonnes de CO₂/an ;

- ✓ une diminution de 10 km/heure des vitesses maximales autorisées sur les réseaux routiers interurbains ferait économiser 0,7 million de tonnes de CO₂/an.

Economies de CO₂ dues à des mesures concernant les véhicules et les carburants

- ✓ La mise aux normes du parc de véhicules à 120 g CO₂/km permettrait d'économiser 35 millions de tonnes CO₂/an et 50 millions de tonnes CO₂/an à 90 g ;
- ✓ le remplacement de 20 % du pétrole par un carburant alternatif sans CO₂ (électricité ou biocarburant produits sans émission de CO₂) 30 millions de tonnes CO₂/an ;
- ✓ et la généralisation des véhicules électriques dans les flottes publiques urbaines : 0,6 million de tonnes CO₂/an.

Quelle pourrait être une politique cohérente avec le facteur 4 ?

La mobilité et les transports ne sont pas d'abord sources de nuisances, ils sont essentiels au développement économique à travers les échanges de marchandises, des transports internationaux aux livraisons urbaines, ainsi qu'à la vie sociale, aux échanges interpersonnels et culturels.

Toute politique doit sauvegarder avec vigilance ces éléments fondamentaux. La compétitivité de l'économie française sera d'autant mieux préservée et les mesures seront d'autant plus efficaces qu'elles seront prises dans le cadre d'une gouvernance mondiale, ou au moins européenne, comme l'a bien montré l'étude prospective 2050.

Les mesures de très loin les plus efficaces concernent les progrès technologiques qui doivent conduire à un renouvellement du parc automobile et à de nouveaux carburants.

En ce qui concerne tout d'abord les voitures particulières, l'accord volontaire des constructeurs automobiles européens par lequel ils s'engageaient sur un taux d'émis-

Emissions de GES en 2025	Rappel 1990	Rappel 2002	Millions de tonnes de CO ₂ en 2025	
			Fourchette	Moyenne
Transport intérieur				
Total secteur des transports	122	149	(131 – 160)	145
Dont CO ₂ transport routier	109	130	(107 – 136)	122

Tableau 4. Emissions de gaz à effet de serre du secteur des transports en 2025 (en Mt eq CO₂).

sion de 140 g CO₂/km en moyenne, sur l'ensemble des voitures vendues en 2008, ne sera pas respecté. Il faut donc, comme le propose la Commission européenne, passer à une étape plus contraignante au moyen d'une directive imposant – sous peine de très fortes amendes – une moyenne d'émission de 120 g CO₂/km à l'horizon 2012 sur la moyenne des voitures vendues. De plus, l'industrie automobile va mettre sur le marché, dans un délai de 5 ans environ, des voitures hybrides rechargeables particulièrement adaptées aux déplacements de proximité dans les zones urbaines et périurbaines mais aussi en milieu rural. Mais il faut, en même temps, s'assurer que les citoyens européens achètent bien les voitures les moins émettrices. Pour cela, une vignette annuelle d'un montant suffisamment important et proportionnel aux émissions de CO₂ du véhicule paraît indispensable, son produit permettant d'aider les ménages les plus modestes à changer de véhicule.

Une mesure du même ordre devrait être mise en œuvre pour les poids lourds, avec un objectif de réduction des émissions de CO₂ d'au moins 20 % d'ici 2012 pour les véhicules neufs.

En matière de carburants, il faut privilégier la recherche pour arriver à des biocarburants produits sans émissions de CO₂ à partir de la biomasse ligneuse. Mais, sans attendre les résultats de cette recherche, l'objectif d'une proportion d'au moins 10 % de biocarburants pour les voitures particulières, d'ici 2020, est crédible. Comme les biocarburants coûtent plus cher que les carburants classiques issus du pétrole fossile, il faut encourager cette évolution par la mise en œuvre d'une taxe carbone. Cette taxe ne doit d'ailleurs pas concerner uniquement les transports mais toutes les activités économiques. Une telle taxe devrait, pour des raisons évidentes de saine concurrence et d'efficacité, être établie au niveau mondial. A défaut, elle pourrait l'être au niveau européen et s'appliquer aussi aux biens importés. Pour ne pas alourdir la pression fiscale générale, elle pourrait se substituer à d'autres taxes.

Les moteurs des poids lourds sont en mesure d'admettre, dès maintenant, une proportion importante de biocarburants. Des mesures fiscales d'incitation, à adopter au niveau européen, devraient être mises en œuvre. Il devrait être aussi envisageable, dans des délais rapprochés, d'imposer aux flottes urbaines de véhicules (benches à ordures, véhicules de La Poste, d'EDF, etc.) d'être non émettrices de gaz à effet de serre.

L'aviation ne peut évidemment pas rester en dehors des efforts d'économie. La Commission européenne a proposé l'introduction de ce secteur dans le système européen de quotas d'émissions. C'est une bonne étape, mais qui devrait être suivie d'un accord mondial.

Enfin, il va de soi que, pour préparer l'avenir, il faut engager un important effort de recherche sur les moteurs, les carburants et plus généralement sur l'énergie « propre ».

Les mesures relatives à l'intermodalité

Bien que la prospective 2050 ainsi que les projections économiques 2025 aient bien montré les limites du report

modal, il existe néanmoins des gisements d'économie d'émissions de gaz à effet de serre là où les modes alternatifs à la route sont pertinents. Il convient donc d'envisager :

- ✓ la poursuite du programme de lignes ferroviaires à grande vitesse en France et en Europe ;
- ✓ le développement du fret ferroviaire et des autoroutes ferroviaires, dans les corridors saturés ou fragiles (vallée du Rhône, axe atlantique, traversées alpines et pyrénéennes) ainsi que dans la desserte des ports maritimes ;
- ✓ le développement des autoroutes de la mer ;
- ✓ le financement de ces infrastructures ferroviaires, notamment à travers une taxe poids lourds sur le réseau majeur non concédé ;
- ✓ le développement des transports collectifs dans les zones les plus denses des agglomérations ;
- ✓ la mise en œuvre, dans les grandes agglomérations, d'un péage sur les autoroutes radiales ou à l'entrée des zones les plus denses. Ceci devrait obligatoirement s'accompagner de mesures d'amélioration des transports collectifs radiaux et de l'instauration de parkings de dissuasion gratuits pour les clients des transports collectifs ;
- ✓ l'organisation plus rationnelle des transports de marchandises en ville.

Introduire les transports de marchandises – *via* les donneurs d'ordre – dans un système de permis d'émissions, constituerait une incitation à une plus grande intermodalité mais suppose de résoudre préalablement de nombreuses difficultés (comment allouer les quotas ? comment faire fonctionner concrètement le marché ?).

L'évolution des comportements

Au-delà des mesures citées précédemment, d'autres économies considérables d'émissions de CO₂ sont possibles mais impliquent des changements de comportement.

Pourquoi ne pas adopter, dès maintenant, un style de conduite « apaisée » qui permet de faire des économies notables de carburants ?

Pourquoi ne pas utiliser systématiquement des modes « doux » (vélos, marche à pied) pour les déplacements de proximité ?

Pourquoi ne pas utiliser le covoiturage pour les déplacements domicile-travail, pratique qui pourrait d'ailleurs être fortement encouragée par les entreprises d'une certaine taille et par les autorités d'agglomération ?

Pourquoi ne pas accepter un urbanisme plus dense au lieu d'étendre sans cesse les zones à urbaniser ? Ceci peut concerner tant les grandes agglomérations que les extensions de petites villes ou villages.

Les citoyens pourraient être incités à de telles économies d'émission de CO₂ par l'introduction d'un système de permis d'émissions personnels (ici, aussi, de nombreuses difficultés doivent être d'abord résolues).

Un enjeu pour tous

Le changement climatique est un défi majeur et les transports doivent apporter leur contribution à une forte

réduction des émissions de gaz à effet de serre sans nuire pour autant au développement économique et à la vie sociale.

De nombreuses mesures technologiques et fiscales sont envisageables. Encore faut-il qu'elles soient prises pour la plupart d'entre elles au niveau adéquat qui est le niveau européen et même, si possible, mondial. Il est évident que des mesures d'ordre technologique ne peuvent être prises qu'à un niveau au moins européen, et il en est de même pour l'instauration d'une taxe carbone non symbolique.

C'est aux Etats de décider certaines mesures, les priorités d'investissements d'infrastructures et les mesures fiscales notamment ; d'autres, comme l'urbanisme, les transports urbains, la politique du stationnement, le péage urbain relèvent de la responsabilité des agglomérations.

Mais c'est aussi un enjeu pour tous les citoyens qui, à travers des changements de comportement somme toute mineurs mais constants, peuvent contribuer efficacement à cet objectif.

X