



Les
cahiers
du

C L I P

Club d'Ingénierie Prospective Energie et Environnement

Transports à l'horizon 2030

LE SECTEUR DES TRANSPORTS EN FRANCE
A L'HORIZON 2030 SELON LE SCENARIO
"ETAT PROTECTEUR DE L'ENVIRONNEMENT"
DU COMMISSARIAT GENERAL DU PLAN

*Analyse des mesures à mettre en place,
effet sur les émissions de CO₂,
coût et acceptabilité sociale.*

Numéro

14

Octobre 2001

Liste des membres

ADEME : Agence
de l'Environnement
et de la Maîtrise
de l'Energie
ARP (Renault)
CEA : Commissariat
à l'Energie Atomique
CIRAD : Centre de
Coopération International en
Recherche Agronomique
CNRS/Programme ECODEV
(Centre National
de la Recherche
Scientifique/Programme
Interdisciplinaire
de Recherche
sur les Technologies
pour l'Ecodéveloppement)
CSTB : Centre Scientifique et
Technique du Bâtiment
EDF : Electricité de France
GDF : Gaz de France
IFP : Institut Français
du Pétrole
INERIS : Institut National de
l'Environnement Industriel
et des Risques
INRETS : Institut National de
la Recherche
sur les Transports
et leur Sécurité
PSA : GIE PSA
Peugeot Citroën
STEG : Société Tunisienne de
l'Electricité et du Gaz

Des responsables
des ministères chargés
de l'Environnement,
de l'Industrie, de la
Recherche,
de la Coopération
et du Plan font partie
du Comité de Coordination et
d'Orientation Scientifique.

Directeur de publication :
Benjamin DESSUS
Rédaction :
Carine BARBIER
Maquette :
Ivan PHARABOD

Transports à l'horizon 2030

LE SECTEUR DES TRANSPORTS EN FRANCE A L'HORIZON 2030 SELON
LE SCENARIO "ETAT PROTECTEUR DE L'ENVIRONNEMENT"
DU COMMISSARIAT GENERAL DU PLAN

*Analyse des mesures à mettre en place,
effet sur les émissions de CO₂, coût et acceptabilité sociale*

Editorial

Introduction

3

5

Le scénario

Environnement économique et esprit du scénario 3
Eléments méthodologiques
Simulation du transport routier

7

Les mesures fiscales

Hausse de la fiscalité sur les carburants
Régime de feebates
Hausse de la taxe à l'essieu

17

Carburants alternatifs

Les offres d'infrastructure

Limitation de la croissance du réseau autoroutier
Le transport ferroviaire
Augmentation de l'offre de transport public

35

47

Politique urbaine

Politique de stationnement
La maîtrise des petits déplacements
Frein à la périurbanisation

71

Bilans

Bilan des évolutions de trafics voyageurs et marchandises
Bilan des consommations d'énergie et des émissions de CO₂
Bilan de l'analyse des effets de chacune des mesures prises dans le scénario Environnement
Eléments économiques du scénario Environnement
Des mesures synergiques du point de vue de leur acceptabilité

81

Conclusion

Annexes

Bibliographie

97

99

106

Auteurs

Carine BARBIER, CNRS-ECODEV
Lionel CAURET, INESTENE
Chloé VLASSOPOULOU, Maître de Conférences, Université d'Amiens,
CURAPP-CNRS

Cette étude a été financée par l'Ademe dans le cadre du Predit, le Centre de prospective et de veille technologique de la DRAST-METL, et l'IFP.

Editorial

La présente livraison des cahiers du CLIP est encore consacrée aux problèmes d'environnement liés au développement des transports, et plus précisément à une analyse prospective à l'horizon 2030 des mesures à mettre en place pour tenter de mieux contrôler la croissance des émissions de gaz à effet de serre (GES) de ce secteur. On sait bien en effet que c'est dans ce secteur que la situation est la plus préoccupante ; on y constate depuis une vingtaine d'années une croissance rapide des émissions de GES qui place dès maintenant ce secteur au premier rang des émetteurs en France. Si cette croissance se poursuivait au même rythme dans les décennies qui viennent, elle viendrait totalement ruiner les efforts de modération des émissions des autres secteurs de l'activité économique.

Dès 1998, les travaux réalisés par le Commissariat Général au Plan sur les perspectives énergétiques en France (travaux de l'Atelier A2), montraient cependant la possibilité de stabiliser à l'horizon 2010-2020 les émissions de CO₂ en France, à condition d'engager sans attendre une politique hardie de maîtrise de l'énergie et de substitution des énergies fossiles par des énergies à faible contenu d'émission de carbone. Dans ce contexte, le scénario S3 "Etat protecteur de l'environnement" fournissait l'image d'une stabilisation des émissions de CO₂ de notre pays en 2010 et donnait quelques indications sur la répartition de l'effort entre secteurs économiques et sur les mesures à prendre pour y parvenir.

En nette diminution dans l'industrie et le résidentiel, les émissions de GES du secteur des transports du scénario S3 présenté, bien que mieux maîtrisées, augmenteraient encore de 15% en 2010.

Depuis la parution de cette étude, le renforcement des préoccupations environnementales, le débat sur la contribution des transports à l'augmentation des pollutions locales et globales et sur les mesures à prendre est au centre des préoccupations des pouvoirs publics et des citoyens. Chacun propose sa solution miracle, immédiatement combattue par les divers et puissants lobbies, pour résoudre la contradiction entre la croissance d'une mobilité souvent présentée comme consubstantielle au développement, voire à la démocratie et ses conséquences négatives sur l'environnement et la santé de la population.

C'est pourquoi, plutôt que de bâtir un nième scénario à l'horizon 2010 ou 2030 tenant compte des dernières mesures et des dernières évolutions du prix du pétrole ou de la technologie, il nous est apparu plus important d'approfondir les travaux de l'Atelier A2 du Plan :

- *donner une image plus précise de l'organisation du secteur des transports en 2020 dans le scénario "Etat protecteur de l'Environnement",*
- *expliquer les mesures techniques fiscales et réglementaires proposées, analyser leur cohérence et leur complémentarité, évaluer leurs coûts et leurs efficacités relatives.*
- *vérifier l'acceptabilité des mesures envisagées auprès des différents acteurs socio économiques.*

L'étude, a priori banale, s'est révélée beaucoup plus complexe que prévu initialement. La connaissance des parcs de véhicules de transport, en particulier des véhicules utilitaires reste partielle, les lois économétriques liant chacune des mesures fiscales ou réglementaires aux trafics et aux consommations restent souvent mal connues ou contestées, la dynamique temporelle de chacune des mesures controversée, la synergie ou l'antinomie des différentes dispositions largement inconnue.

Il ne faut donc pas s'étonner que cette étude, malgré ses nombreux acquis, fasse apparaître une série de questions qui mériteraient des recherches nouvelles, en particulier dans les domaines de la sociologie de l'économie des transports et de l'analyse des politiques publiques.

L'une des difficultés majeures tient à la faiblesse numérique de la communauté scientifique publique impliquée aujourd'hui dans ces thématiques.

Il me semble donc indispensable que les grands organismes de recherche et les universités se concertent rapidement pour redresser cette situation et mettre en place de nouveaux pôles interdisciplinaires sur ces sujets de société qui risquent fort de rester encore longtemps d'actualité.

Benjamin DESSUS

Introduction

A la Conférence de Kyoto, les pays de l'Union Européenne se sont engagés à réaliser une réduction moyenne de 8 % de leurs émissions de gaz à effet de serre durant la période 2008-2012 par rapport aux émissions de 1990. La France devrait au minimum à cette échéance ne pas augmenter ses émissions.

La structure actuelle des émissions de gaz à effet de serre de notre pays fait apparaître les transports comme premiers responsables des émissions, avec 35 % du total, suivis du résidentiel tertiaire (25 %). En 2010, avec des hypothèses de croissance économique de l'ordre de 2 à 2,5 % par an sur la période, les émissions pourraient bien augmenter de 15 à 20 % si rien n'est fait. La stabilisation des émissions ne va donc pas de soi, d'autant qu'on gagnera rien sur la production d'électricité puisqu'elle utilise déjà très peu de combustibles fossiles.

Les travaux réalisés en 1998 par le Commissariat Général au Plan sur les perspectives énergétiques en France (travaux de l'Atelier A2), montrent cependant qu'il est possible grâce à la mise en place d'une politique volontariste en matière de protection de l'environnement et d'utilisation rationnelle de l'énergie de stabiliser à l'horizon 2010-2020 les émissions de CO₂ en France. En effet, dans le scénario S3 du Plan ("Etat protecteur de l'environnement"), axé sur les valeurs de protection de la santé des citoyens et de l'environnement, on suppose que la mise en place de mesures fiscales, réglementaires, techniques ou organisationnelles dans l'ensemble des secteurs économiques conduiront à la stabilisation des émissions en 2010 avec cependant une légère augmentation entre 2010 et 2020.

L'évolution des consommations d'énergie et des émissions de CO₂ varie selon les secteurs. Sur la période 1992-2020, elles seraient en moyenne en nette diminution dans l'industrie et le résidentiel, tandis qu'elles augmenteraient dans les transports (+15 %) et le secteur tertiaire. L'augmentation est cependant beaucoup plus faible que dans les scénarios "Société de Marché" et "Etat industriel" ce qui, combiné au gains réalisés sur les deux premiers secteurs permettrait de stabiliser les émissions totales de CO₂ en 2010. En seconde période cependant, on constate de nouveau un dérapage des consommations et des

émissions, ces dernières augmentant de 4,4 % par rapport à 1992.

L'objectif de cette étude est d'approfondir les travaux de l'Atelier A2 du Plan dans le secteur des transports, en donnant une image plus précise de l'organisation du secteur des transports en 2020 selon le scénario "Etat protecteur de l'Environnement" (S3). Afin de prendre toute la mesure de l'impact des mesures proposées, ce scénario a été poursuivi jusqu'en 2030 de manière tendancielle. Il s'agit donc d'un travail volontairement limité à la mise en lumière des divers aspects quantitatifs et qualitatifs de ce scénario, en restant fidèle à l'esprit des travaux du Commissariat général du Plan, n'ayant pas la légitimité pour s'engager dans la construction de nouveaux scénarios supposés plus pertinents issus de politiques alternatives. L'objectif ici est de décrire ce scénario plus en détail pour le rendre discutable, d'en souligner la cohérence ou les éventuelles contradictions, et les atouts ou les obstacles à sa mise en œuvre.

Dans ce cadre, nous avons analysé les différentes mesures envisagées dans le scénario S3, leurs effets attendus sur les consommations d'énergie et les émissions de CO₂, les modalités de mise en place de ces mesures en mettant en évidence pour chacune d'elles les échelles de temps nécessaires pour en attendre des effets significatifs.

Au fil du document, nous avons fait des comparaisons avec le scénario "Société de marché" (S1). Il ne s'agit pas pour nous de faire de ce scénario (S1), un scénario de référence ou encore moins un scénario tendanciel, ce qu'il n'est en aucun cas dans les travaux du Commissariat général du Plan¹. Cependant, de tels points de comparaison paraissent nécessaires pour apprécier plus facilement les résultats du scénario Environnement autant en termes physiques qu'économiques.

Agir sur le secteur des transports suppose d'intervenir tant sur les stratégies industrielles et les choix d'infrastructures, que sur les comportements de millions d'usagers, l'emploi de nombreux salariés des sociétés de transport... Nul n'ignore les enjeux sous-jacents à de telles politiques et les obstacles d'ordre économique mais surtout d'ordre sociologique, politique et institutionnel à leur mise en œuvre.

Nous avons procédé à une évaluation en ordre de grandeur des coûts consécutifs à la mise en œuvre du scénario S3, en précisant pour chacune des mesures les acteurs concernés et lesquels sont susceptibles soit d'en supporter tout ou partie du coût, soit d'en bénéficier.

Il faut par ailleurs rappeler que les travaux du Commissariat Général au Plan, réalisés entre 1996 et 1998, ont pour année de base 1992 pour des raisons de disponibilités de données dans tous les secteurs économiques. Pour des raisons méthodologiques, le choix a été fait de ne pas intégrer dans les simulations à l'horizon 2030 les évolutions constatées ces huit dernières années. Faire le choix inverse imposait, d'une part, de faire des hypothèses sur la pérennité ou non de ces évolutions, et d'autre part et surtout, nous risquions d'être entraînés dans la construction d'un nouveau scénario, ce qui n'est pas l'objet de cette étude. Cependant, les évolutions constatées dans les années 1990 sont présentées dans le cadre de l'analyse des différentes mesures et constituent bien sûr un des éléments d'appréciation.

La première partie de ce rapport présente les principales caractéristiques du scénario "Etat protecteur de l'environnement" (S3) tel qu'il est décrit dans le rapport du Commissariat Général du Plan, l'essentiel des données chiffrées apparaissant dans un bilan énergétique des différents modes de transports. Cette partie comprend quelques éléments méthodologiques dont le modèle de simulation du transport routier utilisé pour cette étude.

Les parties II à VI procèdent à l'analyse de chacune des mesures prises dans le scénario S3, regroupées en cinq catégories : mesures fiscales, mesures réglementaires, incitations à l'usage des carburants alternatifs, offres d'infrastructures et politique urbaine. Nous avons choisi d'analyser successivement et séparément chaque mesure proposée, du point de vue en premier lieu de son impact sur les consommations d'énergie et les émissions de CO₂. Pour ce faire, nous avons analysé les conséquences sur S3 de la non adoption de la mesure envisagée. L'analyse de chacune de ces mesures est structurée de la manière suivante :

- présentation succincte de la mesure et effet attendu tels qu'ils sont évoqués dans le rapport du Plan,
- analyse de la mesure (appréciation sur l'évaluation de l'effet, contexte, implications, délais de mise en oeuvre)
- coûts pour les acteurs,
- analyse sociologique de l'acceptabilité de la mesure, il s'agit d'identifier les obstacles principaux autres que techniques ou financiers à la mise en oeuvre du scénario S3.

Dans la dernière partie, on a tenté de procéder à une analyse globale de l'ensemble des différentes mesures envisagées isolément dans les chapitres précédents : grille d'évaluation, complémentarité, concordance dans le temps, éléments financiers et acceptabilité sociale. C'est à partir de cette analyse globale que l'on propose des éléments de conclusion.

Le scénario

Présentation générale du scénario "Etat protecteur de l'environnement"

Environnement économique et esprit du scénario 3

L'Atelier 2 du Commissariat Général du Plan (CGP) a fait le choix de différencier les scénarios plus par leurs contextes socio-politiques touchant à l'évolution de la société française, que par des combinaisons de variables économiques². Leur seconde caractéristique tient au postulat d'évolutions congruentes en France, en Europe, et dans le reste des pays de l'OCDE.

Deux hypothèses fortes sont communes aux trois scénarios énergétiques du CGP :

- **La croissance économique** est fixée au taux annuel moyen de 2,3% sur la période 1995-2020³. Ce chiffre retenu par l'Atelier A2 est apprécié par l'Atelier lui-même comme "plutôt inférieur au potentiel théorique de croissance à moyen terme de l'économie française"⁴. La croissance économique étant bien entendu un déterminant majeur de la demande de transport, on peut s'interroger sur la sensibilité de ces scénarios à une croissance plus élevée, telle que la France la connaît actuellement.

- **Le prix international du pétrole** (Brent) s'élève d'un montant de 633 F/t (17\$ le baril) en 1995 à 894 F/t en 2005 (soit 24\$ le baril, en dollar constant 1995 (1\$ = 5 francs)), pour demeurer à ce niveau jusqu'en 2020⁵. Cette stabilisation du prix du pétrole à 24\$/bl correspond au scénario central de l'Atelier A1 (contexte international) et tient compte d'un certain nombre de phénomènes contradictoires influant sur le prix du pétrole (concentration des approvisionnements sur la région du Golfe avant 2010, développement des pétroles non conventionnels au-delà de 2010, progrès technologiques dans l'industrie, demande tirée par les besoins de transports dans les pays en développement)⁶. L'Atelier 1 reconnaît que les incertitudes sont fortes et les prix largement imprévisibles.

Le scénario "Etat protecteur de l'environnement" (S3) se caractérise par la prise en compte des enjeux de la prévention du risque climatique planétaire, mais aussi de l'amélioration de l'environnement urbain soumis aux problèmes d'encombrement et de pollution automobile. Ce scénario est dominé par la volonté de maîtriser les consommations d'énergie et la pollution atmosphérique. L'accroissement des consommations d'énergie dans le transport routier est de 20 % d'ici 2020 par rapport à 1992 (contre 62 % dans le scénario "Société de marché"⁷).

Le scénario S3 suppose la mise en place d'un certain nombre de mesures essentiellement d'ordre fiscal et réglementaire destinées à limiter les consommations d'énergie, dont notamment :

- l'évolution progressive de la fiscalité sur l'essence et sur le gazole conduisant à une résorption sur 30 ans du différentiel de taxation entre l'essence et le gazole ;
- l'amélioration de la technologie des véhicules ;
- l'encadrement plus strict des comportements (respect effectif des réglementations en vigueur, mise en place d'un système de feebates pour orienter la demande vers les véhicules les plus efficaces, etc.) ;
- une politique active d'aménagement urbain (accroissement des possibilités de recourir à des moyens alternatifs pour les petits déplacements par exemple).

Du point de vue des infrastructures, l'inflexion est limitée puisqu'on reste dans le cadre d'un accroissement du réseau autoroutier qui atteint 12 000 km en 2020. Ce scénario propose néanmoins un investissement important dans les lignes ferroviaires à grande vitesse et l'achèvement du canal Seine-Nord en 2020.

Les mesures contenues dans le scénario " Etat protecteur de l'environnement " sont de trois ordres :

a) Les mesures d'ordre fiscal

- Hausse de la fiscalité sur les carburants avec réduction du différentiel de taxation essence-diesel
- Hausse de la taxe à l'essieu
- Régime de feebates

b) Les mesures d'ordre réglementaire

- Renforcement des normes d'émissions de polluants
- Limitations de vitesse
- Respect des réglementations

c) Autres mesures

- Incitations à l'usage de carburants alternatifs
- Programmes de R&D
- Choix dans les financements d'infrastructures
- Maîtrise des petits déplacements

Encadré 1

Les mesures préconisées dans S3

Eléments méthodologiques

L'extension du scénario à l'horizon 2030

Dans cette étude, les scénarios ont été extrapolés à l'horizon 2030 afin de tenir compte des inerties fortes existantes en l'occurrence dans le secteur des transports et de prendre toute la mesure des effets des actions engagées. Il ne s'agit donc pas de faire intervenir entre 2020 et 2030 des phénomènes nouveaux ou d'éventuelles ruptures dans le contexte socio-politique préalablement défini. En conséquence, les évolutions décrites sont faites de manière tendancielle, en tentant de respecter "l'esprit" des scénarios tels qu'ils ont été élaborés.

Ainsi, entre 2020 et 2030, nous faisons l'hypothèse que la croissance économique se poursuit au

même rythme que dans la période précédente, soit 2,3% par an, et que le prix du pétrole reste stable à 24\$/bl (en dollar 1995). Les évolutions des trafics sur la période 2020-2030 sont du même ordre que celles qui ont été établies par Enerdata dans un exercice identique⁸.

Les données générales : trafics et consommations

Dans le tableau 1, sont présentées les données en terme de trafic et de consommation d'énergie décrivant le scénario S3 et le scénario S1, exposées dans le rapport du Plan⁹ à l'horizon 2020. Les chiffres 2030 sont donc issus de nos propres hypothèses. L'année de base dans les scénarios

		Scénario Environnement				Scénario Marché		
		1994	2010	2020	2030	2010	2020	2030
Voitures	Trafic (Gvkm)	347	408	431	444	462	521	576
	TCAM (%)		1,1%	0,5%	0,3%	1,8%	1,2%	1,0%
	Energie (Mtep)	22,4	23,3	22,8	21,2	29,3	30,8	33,8
VUL	Trafic (Gvkm)	76	112	140	172	120	160	213
	TCAM (%)		2%	2%	2%	3%	3%	3%
	Energie (Mtep)	6,7	8,4	10,0	11,1	10,8	13,9	18,4
Bus et cars	Trafic (Gvoy.km)	43	46	48	49	55	64	74
	TCAM (%)		1%	0%	0%	2%	2%	2%
	Energie (Mtep)	0,8	1,0	0,9	0,8	1,0	1,3	1,4
Poids lourds	Trafic (Gt.km)	195	271	335	414	295	380	490
	TCAM (%)		2,1%	2,1%	2,1%	2,6%	2,6%	2,6%
	Energie (Mtep)	8,1	9,5	11,5	13,0	11,2	14,7	18,7
Ferroviaire	Energie (Mtep)	2,3	2,8	3,0	3,8	2,6	2,8	3,0
Aérien	Energie (Mtep)	4,4	6,4	8,4	-	6,4	8,6	-

Tableau 1

Bilan énergétique des transports routier, ferroviaire et aérien dans S3
TCAM : taux de croissance annuel moyen

		1992	2000	2010	2020	2030
Fer Voyageurs	S3	72	76	95	119	149
(Gvoy.km)	S1	72	72	79	86	94
Fer Marchandises	S3	49	53	63	79	105
(Gt.km)	S1	49	46	43	41	40
Aérien intérieur	S3	9	13	17	24	31
(Gpass.km)	S1	9	13	19	28	38

Tableau 2
Evolution des trafics
ferroviaire et aérien intérieur

du Plan est 1992, nous les avons extrapolé pour l'année 1994 qui est l'année de base du modèle de simulation de parc routier que nous avons utilisé (qui est décrit en annexe).

Ainsi l'Atelier 2 du Plan prend en compte une certaine saturation des trafics de voitures particulières, plus marquée dans le scénario Environnement. Les taux de croissance annuels moyens des trafics de VUL décroissent également dans le scénario Environnement. Les TCAM du trafic de poids-lourds sont par contre stables dans les deux scénarios.

Le rapport du CGP ne présente pas les trafics ferroviaires et aériens, nous les avons extrait des travaux intermédiaires réalisés par ENERDATA pour le compte du Plan et extrapolés pour 2030. Nous ne présentons ici que le trafic aérien intérieur qui varie entre les scénarios selon les transferts modaux opérés.

Dans le scénario Environnement, les trafics ferroviaires de voyageurs et de marchandises doublent entre 1992 et 2030 (voir tableau 2); ce qui constitue une rupture forte avec le passé puisque le trafic de voyageurs est globalement stable depuis 15 ans et le trafic marchandises a perdu 20 Mds de t.km entre 1980 et 1995. Une reprise du trafic a cependant été constatée depuis 1996 ; en trois ans la hausse du trafic de voyageurs a été de 11% et celle du fret de 8%. Ainsi la tendance pour ces dernières est proche du scénario S3 avec un trafic de voyageurs de 77 Gvoy.km et un trafic marchandises de 52 Gt.km en 1999.

Le trafic aérien intérieur est en très forte augmentation sur la période. Aucune mesure spécifique dans le scénario Environnement n'est engagée dans ce secteur.

Le scénario Environnement permet au transport ferroviaire de voyageurs de reprendre des parts de marché sur la route, et au transport ferroviaire de marchandises de maintenir ses parts de marché (voir tableau 3).

Les tableaux 1 et 2 (hors année 2030) recueillent l'essentiel des informations disponibles sur le système de transports tel qu'il a été défini dans le scénario Environnement à l'horizon 2020. L'objet du travail qui va suivre est triple :

- donner une description "physique" plus précise du système de transport dans ce scénario aux

horizons 2020 et 2030, à partir des mesures qui sont contenues dans ce scénario ;

- détailler et commenter les effets en terme de consommation d'énergie et d'émissions de CO₂ de chacune des mesures,
- apprécier les rythmes de mise en œuvre de ces mesures et les coûts pour les différents acteurs.

La description des mesures prises selon le scénario "Etat protecteur de l'Environnement" dans le rapport du Plan est assez succincte. Nous avons utilisé pour réaliser cette étude, le rapport intermédiaire du groupe Transports de l'Atelier 2, animé par Jean-Pierre ORFEUIL (INRETS), "Prospective Energie-Transports à l'horizon 2010-2020" (Octobre 1997) qui aborde de manière un peu plus détaillée les mesures contenues dans le scénario Environnement.

C'est notamment le cas pour les mesures concernant le développement des transports collectifs urbains et les politiques urbaines qui ne sont pas mentionnées explicitement dans le rapport du CGP. Celui-ci fait uniquement référence pour le scénario Environnement à une "politique active d'aménagement urbain" et à la "possibilité pour les usagers de recourir à des moyens alternatifs pour les petits déplacements"¹⁰.

Les difficultés liées à l'analyse des investissements dans le secteur des transports

L'évaluation des coûts et mesures du scénario S3 du Plan pose un triple problème d'incertitude :

- D'abord parce que tout exercice de prospective introduit naturellement une marge d'erreur non maîtrisable ;
- ensuite parce que l'étude du Plan ne détaille pratiquement pas les politiques et mesures retenues et se borne à fixer les objectifs en termes d'émissions et de consommations ;
- enfin parce que même aujourd'hui, il est très difficile de trouver un consensus sur le coût d'un

	1994	2030-S3	2030-S1
Voitures	84%	79%	84%
Bus et Cars	6%	4%	6%
Ferroviaire	10%	13%	7%
Aérien intérieur	1%	3%	3%
Poids lourds	80%	80%	92%
Ferroviaire	20%	20%	8%

Tableau 3
Parts modales
trafic voyageurs (Gvoy.km)
trafic marchandises (Gt.km)

km de TGV, d'autoroute, et encore moins des mesures plus diffuses portant sur l'urbanisme et les comportements.

Afin de disposer d'une base de référence pour la suite de l'étude, nous proposons une série de valeurs récentes sur les investissements unitaires. L'objectif est ainsi d'avoir une référence minimale sur ces questions. Certaines de ces valeurs ne sont pas, et parfois ne peuvent pas être consensuelles, du fait des enjeux concurrentiels, politiques ou autres qui les accompagnent. Elles dépendent de la définition des frontières du système que l'on se fixe.

Il existe quatre grands mécanismes de financement, chacun lié à un type d'infrastructures. Or chaque mécanisme ne prend pas forcément en compte les mêmes critères, ce qui ne facilite aucunement les comparaisons. Ainsi, il faut distinguer :

- les projets 'transports' financés puis entretenus par la collectivité (Etat, collectivités locales), gratuits à l'usage. Le financement se fait par crédits budgétaires, et les coûts d'exploitation sont rarement pris en compte ;
- les projets concédés ou gérés par des établissements publics (autoroutes, ADP). Le financement se base sur l'emprunt et/ou l'autofinancement, en prenant en compte les coûts d'exploitation. Mais l'usage est payant (péages autoroutiers ; taxe affectée pour les voix fluviales) ;
- les projets confiés à un gestionnaire de services (type RATP ou SNCF) doivent, en plus des financements (emprunt, autofinancement, crédits budgétaires), assurer des coûts d'exploitation très élevés. Les recettes se basent principalement sur la tarification des infrastructures et surtout la vente de services. Les prix peuvent être subventionnés et dépendent ainsi de l'engagement politique local.

Certains projets particuliers (type tunnel sous la Manche, tunnels alpins...) sont financés et gérés par des opérateurs liés par contrats commerciaux. L'emprunt et l'émission d'actions par le concessionnaire financent en général le projet. Les coûts d'exploitation sont quant à eux relativement cadrés dans la mesure où le concessionnaire passe des contrats avec des prestataires de services.

- La difficulté de l'évaluation du coût des mesures est également amplifiée par les différentes ressources financières générées par ces mécanismes de subventions croisées ou de péréquation.
- Lorsqu'il y a péage, billet ou ticket, ces derniers couvrent en partie les frais d'exploitation des véhicules et des infrastructures. Leur montant est rarement calculé sur la base des coûts

pour une infrastructure donnée, mais plutôt sur ceux d'une logique de réseau : péréquation entre tronçons / lignes rentables et non rentables. On notera comme le CGP que dans le cas des autoroutes concédées, la rentabilité des tronçons n'apparaît pas puisque seule la rentabilité globale de la société d'autoroute est soumise à publication.

- Les taxes affectées (remboursement partiel des cartes orange, taxes sur les voies fluviales...) sont une autre source de financement.
- Les taxes liées aux transports mais non affectées (vignettes, carte grise...), la plupart perçues par les diverses autorités locales, viennent en partie financer les transports.
- Les taxes liées aux transports mais non affectées (TIPP, taxe à l'essieu) perçues par l'Etat viennent en partie financer des projets à caractère d'intérêt national.
- L'emprunt, enfin, est gagé sur les recettes futures.

Il faut noter qu'il ne nous a pas été toujours possible d'évaluer les coûts de fonctionnement par manque d'informations suffisantes. Il semble d'après les contacts que nous avons pris que les coûts d'exploitation acquièrent de plus en plus un caractère confidentiel et au cas par cas.

Enfin, outre les coûts économiques directs des différents modes de transports, une analyse collective devrait prendre en compte les coûts sociaux et/ou collectifs induits (bruit, pollution, accidents, consommation d'espaces, etc). Or, les usagers eux-mêmes n'ont souvent aucune appréciation de ces coûts induits, alors même qu'ils valorisent indirectement les termes de confort, de souplesse propres à la voiture.

Les difficultés liées à l'analyse de l'acceptabilité des mesures

L'étude de l'acceptabilité de mesures à mettre en oeuvre dans les trente ans à venir constitue, d'un point de vue sociologique, une tâche délicate voire irréaliste. Quelques remarques préalables s'imposent donc pour marquer les limites de cette recherche et prendre des précautions quant aux résultats escomptés.

Faire sortir les acteurs de la réalité brûlante d'aujourd'hui pour les projeter dans un avenir lointain et imprévisible les met indiscutablement mal à l'aise. Soucieux néanmoins de nous aider dans cette « aventure scientifique », ils cherchent à répondre à nos questions tout en soulignant qu'ils ne maîtrisent pas le long terme et que leur travail ne porte que sur le court ou, parfois, le moyen terme. Leurs réponses ne s'appuient donc que sur le contexte et les contraintes qui pèsent sur eux au jour d'aujourd'hui.

La notion d'« acceptabilité », quant à elle, n'est pas facile à déterminer et prête souvent à confusion. Pour certains acteurs, la recherche de l'acceptabilité est comprise comme une recherche de leur seuil de tolérance par rapport à certains projets de réglementations publiques (c'est notamment la perception qu'ont de notre étude les acteurs économiques interviewés). Pour d'autres - surtout les acteurs administratifs et scientifiques - l'acceptabilité est plutôt perçue comme la faisabilité des mesures proposées par le Commissariat Général du Plan (sont-elles techniquement ou économiquement faisables). Enfin, pour les acteurs politiques, l'acceptabilité rime avec éligibilité ce qui fait que leurs réponses cherchent à refléter et à représenter les tendances de l'opinion publique. A cette diversité dans la perception du terme « acceptabilité » vient se rajouter une limite d'ordre méthodologique : si l'acceptabilité individuelle d'un acteur, une fois définie par lui, est plus ou moins mesurable, l'idée d'une acceptabilité collective - c'est à dire celle d'une multitude d'acteurs d'origines diverses - est absurde puisqu'il y a toujours des acteurs favorables et d'autres opposés aux mesures envisagées. Ainsi, malgré la diversité des actions proposées par le scénario Environnement, nos résultats tendent à converger vers une acceptabilité relative qui masque la spé-

cificité de chaque cas. Pour dépasser cette limite et rendre ce travail utile pour les décideurs publics, il importe de présenter chaque fois les arguments avancés par chaque acteur pour refuser ou admettre l'utilité des mesures proposées. Notre étude est basée sur une série d'entretiens auprès des acteurs politiques, administratifs et socio-économiques. Nous avons préféré réaliser des entretiens semi-directifs qui permettent à la fois de donner un certain cadrage à la discussion et de laisser une assez grande liberté de parole à l'interviewé. Dans le développement qui suivra pour chacune des mesures, nous utilisons les arguments avancés par les acteurs en les juxtaposant entre eux afin d'arriver à dégager les marges d'acceptabilité des mesures contenues dans le scénario Environnement. Les acteurs rencontrés ne constituent, bien entendu, qu'un échantillon des différents groupes sociaux concernées par ces mesures (voir liste en annexe¹¹). En ce sens, ce travail ne prétend pas représenter l'ensemble des ceux qui sont impliqués et/ou intéressés par le contenu de ces mesures. Comme c'est le cas dans tous les travaux sociologiques, il s'agit de chercher à monter en généralité à partir de certaines catégories d'analyse considérées comme représentatives du cas étudié.

Simulation du transport routier

Le modèle de simulation du transport routier

Afin de procéder à une description plus précise des transports en terme de types de véhicules, de carburants utilisés, et d'évaluer les émissions de CO₂ correspondantes, nous avons utilisé un modèle de parc routier, le modèle ITEMS adapté par Enerdata (voir en annexe une présentation détaillée du modèle). Le modèle définit trois catégories de véhicules : les voitures particulières, les bus et cars, et les véhicules utilitaires, avec des sous-catégories croisant la taille, l'âge et la technologie des véhicules. Il tient compte de lois de survie issues des travaux de Caroline Gallez¹². Les consommations unitaires des véhicules sont évaluées à l'année de base du modèle en fonction du carburant utilisé, de l'âge du véhicule et de sa taille. A ces consommations unitaires à l'année de base (ou année d'introduction pour les technologies alternatives), est appliqué un

coefficient traduisant les gains annuels en terme d'efficacité énergétique. Ces gains sont linéaires sur la période. La méthodologie utilisée pour évaluer les émissions est identique à celle retenue pour évaluer les consommations.

ITEMS est un modèle statique, et ne permet pas d'obtenir des résultats à intervalles intermédiaires. Afin de pouvoir obtenir de tels résultats, compte-tenu de la volonté d'évaluer dans le temps l'impact des différentes mesures proposées dans S3, le modèle est utilisé à différentes années cibles (2020 et 2030), en modifiant les données et variables nécessaires.

L'année de base du modèle est 1994, raison pour laquelle toutes les évaluations qui suivront dans ce rapport débutent en 1994 et non en 1992, comme c'était le cas des scénarios du Commissariat au Plan. En annexe, sont présentées les caractéristiques du parc routier en 1994, bases de nos simulations à l'horizon 2030.

Les parcs de véhicules légers

Le choix fait par le CGP est de ne pas lier la croissance des parcs aux politiques mises en oeuvre. Elle est donc commune aux différents scénarios, et est déterminée principalement par des facteurs démographiques et économiques.

La population française atteint 63,5 millions¹³ en 2020 et 64 millions en 2030, soit une augmentation moyenne de 0,4% par an sur la période. La croissance du nombre de ménages est supérieure à celle de la population (0,7% par an) ; de 22 millions aujourd'hui, le nombre de ménages passerait à 27 millions en 2020 et 29 millions en 2030. Le nombre de personnes par ménages décroît de 2,5 en 1994 à 2,3 en 2020.

Le parc de voitures particulières atteint 34 millions de VP en 2020¹⁴ (voir tableau 4). Bien que le taux de croissance annuel moyen (TCAM) connaisse une inflexion au delà de 2010 et 2020, il est globalement supérieur au taux de croissance des ménages. Ainsi, selon nos estimations, 85 % des ménages seraient motorisés, et 39 % auraient deux voitures ou plus en 2020, contre respectivement 78 % et 28 % aujourd'hui.

Cela correspond à un taux d'équipement de 0,44 voiture par personne en 1994 et de 0,54 en 2020. Le nombre d'immatriculations de voitures neuves était de l'ordre de deux millions par an dans les

années 1990. Selon nos estimations, compte-tenu des contraintes liées notamment à l'évolution du pouvoir d'achat des ménages, il serait de 2,4 millions en 2020 et 2,7 en 2030. Cette limitation de la croissance des immatriculations neuves, alors que le parc continue de croître, implique un allongement de l'âge moyen des véhicules de 11 ans à 15 ans sur la période.

Le taux de croissance du parc de véhicules utilitaires légers est supérieur au taux de croissance du PIB (2,3%/an) et atteint 2,8% sur la période 2010-2020 (voir figure 1). Nous avons choisi de maintenir ce taux à ce même niveau sur la période de 2020-2030.

Le progrès technologique sur les consommations unitaires des véhicules

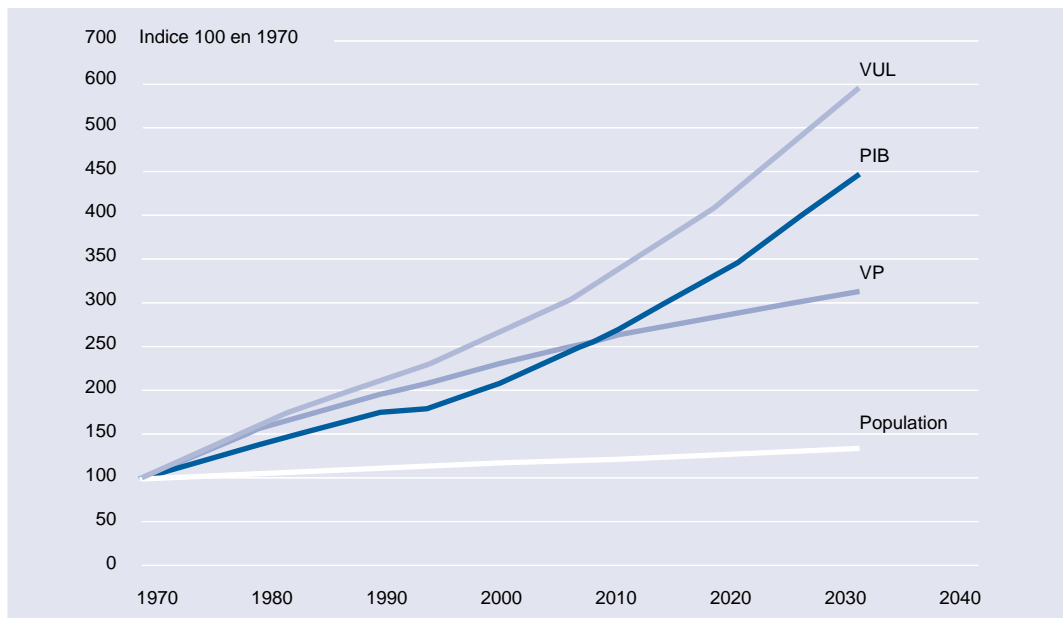
L'évolution de l'efficacité énergétique des véhicules, telle que nous l'avons compris dans le rapport du CGP, est le résultat à la fois "d'évolutions spontanées" et des mesures prises par les pouvoirs publics. Avant d'analyser l'effet potentiel de chacune des mesures retenues dans le scénario Environnement, il est intéressant de présenter de manière globale l'évolution de l'efficacité énergétique résultant de ce scénario et la nature du progrès technologique pouvant conduire à un tel résultat.

Tableau 4
Evolution du parc de véhicules légers

	PARC (en millions)*						TCAM		
	1992	1994	2000	2010	2020	2030	2010/1992	2010/2020	2020/2030
VP	24,1	24,8	27,5	31,3	34,4	37,3	1,5%	0,9%	0,8%
VUL	4,4	4,6	5,4	7,0	9,2	12,1	2,6%	2,8%	2,8%

* Chiffres en gras donnés par le CGP

Figure 1
Evolution des parcs de véhicules légers par rapport à la population et au PIB



Le progrès technologique sur les consommations unitaires des véhicules légers neufs

Le rapport du Plan nous indique que l'efficacité énergétique des VP et VUL évolue globalement de 1% par an dans le scénario Environnement¹⁵. Cette évolution est présentée comme le résultat de cinq facteurs principaux (Tableau 5). L'impact des mesures fiscales par exemple (hausse de la TIPP, feebates) dans le scénario Environnement sont donc intégrées dans les taux adoptés pour certains de ces facteurs.

Si cette évolution est maintenue entre 2020 et 2030, les consommations unitaires de carburant des véhicules légers neufs baisseraient de 30% sur la période 1994-2030.

Facteurs d'évolution des consommations unitaires

► Progrès technique autonome

Le Plan prévoit une augmentation de l'efficacité énergétique des véhicules légers neufs due au progrès technique autonome de 0,5% par an, soit des gains cumulés de 13% à l'horizon 2020 et 17% à l'horizon 2030.

Les voies pour parvenir à ce résultat sont de différents ordres :

- amélioration du rendement du moteur avec les moteurs à mélange pauvre et la diffusion de l'injection directe
- réduction de la masse des véhicules ;
- adaptations moteur-véhicule : amélioration des rapports de transmission ;
- réduction des pertes mécaniques : frottements internes et entraînement des auxiliaires.

L'injection directe est aujourd'hui largement présente sur le marché pour les véhicules diesel, seuls certains constructeurs proposent des modèles essence à injection directe, le procédé étant techniquement plus difficile à mettre en œuvre pour des motorisations à allumage commandé. Cette technologie est également applicable aux véhicules GNV et GPL. Le facteur limitant pour assurer des gains de consommation significatif est la production de NOx consécutive à la combustion en mélange pauvre. Ainsi pour pouvoir respecter les normes sur les émissions de NOx, un procédé de catalyse d'oxydation spécifique (DeNOx) doit être utilisé dont les performances dépendent de la teneur en soufre du carburant.

Ainsi, les gains en consommation d'énergie dues à l'injection directe sont à terme de l'ordre de 20%¹⁶ par rapport aux motorisations classiques. Ils sont envisageables à partir dès 2005, en lien avec l'application de la norme sur la teneur en soufre des carburants à 50 ppm à cette même date. En 2020, l'essentiel du parc sera renouvelé ; par conséquent la simple diffusion de cette

technologie peut justifier l'hypothèse d'un progrès technique autonome moyen de 0,5% par an à l'horizon 2020, à caractéristiques de parc inchangées (notamment sans augmentation de la puissance moyenne).

La consommation d'énergie est fortement liée à la **masse des véhicules** : on estime qu'une réduction de 100 kg du poids du véhicule conduit à une baisse de consommation de 0,5 litre/100 km. Ce gain en masse peut être obtenu par exemple avec l'usage de l'aluminium pour la caisse en blanc (soit une réduction de 10% de la masse du véhicule)¹⁷. Des allègements sont recherchés sur les différents matériaux des véhicules, y compris sur la composition de l'acier.

Parmi les voies d'amélioration concernant la transmission, les équipementiers proposent la généralisation de l'alternateur-démarrreur - système "Stop and go"- permettant d'éteindre le moteur du véhicule lorsque celui-ci est à l'arrêt. Nous pouvons citer également les améliorations sur les boîtes de vitesse automatiques (bien que peu diffusées en Europe), avec la boîte de vitesse à rapport continu (CUT).

► Programmes de Recherche et Développement

Dans le scénario Environnement, le progrès technologique est stimulé par des programmes publics de R & D, conduisant à un gain cumulé - supplémentaire par rapport au progrès technique autonome- de 10% sur les véhicules neufs à l'horizon 2030.

Les différentes voies citées précédemment peuvent être approfondies. D'autres voies sont possibles, notamment les motorisations hybrides (thermique/électrique) et la pile à combustible. Les gains d'efficacité attendus sont de 40% par rapport aux véhicules à combustion interne classique¹⁸. L'objectif des constructeurs concernant les véhicules hybrides est en effet de parvenir une consommation de 3 litres en équivalent essence aux 100 km à l'horizon 2015. Il est envisageable que ce type de véhicule commence à se diffuser sur le marché dès 2005 avec des performances intermédiaires.

► Enrichissement des fonctions auxiliaires

La consommation des fonctions auxiliaires n'est pas prise en compte dans les calculs de consommation unitaire normalisée. La première de ces

	TCAM en %
Progrès technique autonome	0,5
Entrants des pays émergents	0
Programmes de R & D	0,3
Enrichissement des fonctions	0
Effet gamme poids puissance	0,2
Ensemble	1

Tableau 5

Facteurs d'évolution des consommations unitaires des véhicules légers neufs

fonctions généralement citées est la climatisation dont sont équipés l'essentiel des véhicules neufs vendus aujourd'hui. La hausse de consommation liée à la climatisation est estimée à 5%. De manière générale, la tendance est à l'augmentation de la consommation d'électricité pour différentes fonctions ou équipements tels que les ordinateurs de bord, les systèmes de navigation, les appareils multimédias.

L'hypothèse faite par le CGP dans le scénario Marché concernant l'enrichissement des fonctions auxiliaires est qu'il conduit à une dégradation des consommations unitaires réelles de 0,15% par an soit 4% d'ici 2020 et plus de 5% d'ici 2030, taux qui sont du même ordre de grandeur que l'impact seul de la généralisation de la climatisation. Ces taux pourraient être supérieurs si on intègre le développement d'autres fonctions émergentes aujourd'hui, à moins que des gains d'efficacité soient fait également sur les systèmes de climatisation.

Dans le scénario Environnement, il n'y a pas de dégradation de l'efficacité énergétique des véhicules liée à l'enrichissement des fonctions auxiliaires, soit que ces fonctions restent peu développées, soit qu'elles sont compensées par d'autres systèmes. On peut penser par exemple à la mise en place de systèmes de récupération de l'énergie de freinage.

► Effet gamme poids puissance

Les gains d'efficacité énergétique dus au progrès technique (exposés aux deux premiers points) est estimé pour un marché automobile avec des caractéristiques identiques, notamment sans augmentation de la puissance moyenne des véhicules. Or la tendance observée est à une "montée en gamme" du parc, avec une hausse de la puissance réelle moyenne des véhicules de près de 0,2% par an depuis 20 ans.

Ce taux est similaire au taux choisi par le CGP de dégradation de l'efficacité énergétique des véhicules dans le scénario Marché par l'effet "gamme-poids-puissance". A l'inverse dans le scénario Environnement, l'hypothèse est une hausse de l'efficacité énergétique de 0,2% par an soit 7% à l'horizon 2030. Ce gain s'expliquerait par l'impact de différentes mesures prises dans ce scénario (hausse de la TIPP, feebates, etc.) sur l'offre des constructeurs, mais aussi par "la structure des populations en situation d'achat de véhicules neufs". Dans le contexte libéral, les acheteurs pourraient être plus fréquemment des entreprises ou des particuliers à fort pouvoir d'achat, ceci tirant la puissance moyenne du parc vers le haut. Alors que dans le contexte du scénario Environnement, une distribution plus équitable des revenus peut se traduire par un élargissement de la clientèle pour des véhicules neufs de plus petite puissance¹⁹.

Enfin, il faut noter que les gains d'efficacité énergétique annoncés pour dans le scénario Environnement sont également le résultat d'un mode d'utilisation des véhicules plus économe, grâce par exemple à une meilleure fluidité du trafic urbain, une conduite plus souple, ou encore un meilleur entretien des véhicules.

Les consommations unitaires réelles des véhicules neufs à l'horizon 2030

L'application des gains d'efficacité énergétique annoncés par le CGP (1%/an) pour les véhicules légers neufs donnent les évolutions présentées dans le tableau 6 à l'horizon 2030.

Nous avons considéré que le potentiel de progrès technologique pour les véhicules électriques et donc les gains d'efficacité énergétique étaient limités à 0,4% par an contre 1% pour les autres véhicules dans le scénario environnement.

Tableau 6
Evolution des consommations unitaires réelles des véhicules neufs

gep/km	Voitures particulières			VUL		
	1994	2030		1994	2030	
		S3	S1		S3	S1
Essence	67,3	46,9	64,9	85,4	59,5	82,4
Gazole	56,5	38,0	52,6	89,5	62,3	86,4
GPL	64,0	44,7	61,9	89,0	62,0	85,9
GNV	61,4	42,7		86,0	59,9	
Electricité	44,0	38,1		64,0	55,4	

Tableau 7
Evolution des émissions unitaires réelles de CO₂ des VP neuves

gCO2/km	1994	S3			S1		
		2008	2020	2030	2008	2020	2030
Essence	200	171	154	139	198	195	193
Gazole	171	146	132	119	169	167	165
GPL	169	144	130	118	167	164	163
GNV	145	123	111	101			
Electricité	13	11	12	12			
Moy VP neuves	183	156	137	124	181	179	177

gep/km	Bus et autocars			Poids-lourds		
	1994	2030		1994	2030	
		S3	S1		S3	S1
Gazole	366	274	340	332	249	309
GPL	468	350	435			
GNV	513	384	477			

Tableau 8
Evolution des consommations unitaires des véhicules lourds neufs

Dans le scénario Environnement, nous pouvons constater qu'un écart de 10% existe entre l'objectif de l'accord ACEA et le taux de 156 gCO₂/an atteint en 2008, qui peut s'expliquer en partie par l'écart entre émissions réelles et émissions conventionnelles (tableau 7). Par ailleurs, les véhicules essence regagnent des parts de marché à cause de la résorption de l'écart de fiscalité entre essence et gazole, ces véhicules ayant une consommation supérieure aux véhicules diesel, la baisse des émissions de CO₂ est limitée.

Le progrès technologique sur les consommations unitaires des véhicules lourds neufs

Les gains d'efficacité énergétique à la tonne.km des poids-lourds sont, selon le CGP, de 0,8%/an pour S3²⁰, soit respectivement 7% et 25% entre 1992 et 2030. A défaut d'indication particulière, nous avons retenu les mêmes taux pour les bus et autocars, ce qui est cohérent avec l'évolution globale des consommations d'énergie de ce type de véhicules annoncée dans le rapport du CGP (cf tableau 1).

Ces gains d'efficacité seraient liés pour les poids-lourds au développement de l'usage de véhicules de plus gros tonnage, à des efforts sur la gestion des flottes et au contrôle des consommations du fait de l'augmentation du coût du transport routier de marchandises dans ce scénario²¹ (tableau 8).

Après avoir présenté les principales caractéristiques du scénario Environnement et les éléments nécessaires à la compréhension de l'analyse de ce

scénario, nous allons en étudier chacune des mesures.

Ainsi que nous l'avons précisé en introduction, l'analyse de chaque mesure est présentée de la manière suivante :

- description succincte de la mesure telle qu'elle est évoquée dans le rapport du Plan,
- effet attendu en terme de modification des trafics, des consommations d'énergie et des émissions de CO₂,
- analyse sous divers aspects (description plus précise éventuellement, contexte, appréciation de l'évaluation donnée de l'effet, modalités de mise en place et implications, estimation des coûts ou bénéfices pour les principaux acteurs et notamment les pouvoirs publics, appréciation du degré d'acceptabilité sociale de ces mesures).

Notons que, pour chacune des mesures, l'analyse sociologique (intitulée "acceptabilité") fait uniquement état de l'opinion des acteurs rencontrés et n'engage en rien les auteurs de ce rapport.

De manière générale, la méthodologie choisie est de se situer dans le cadre du scénario Environnement, et d'étudier la pertinence de telle ou telle mesure prise isolément et ses implications. Nous avons ainsi analysé les conséquences sur S3 de la non adoption de la mesure envisagée.

Une synthèse des impacts de chaque mesure du point de vue des émissions de CO₂, des rythmes de mise en œuvre, des coûts engagés et de l'opinion de différents acteurs sur ces mesures est présentée en dernière partie.

Notes

- 1 Le scénario qui sert le plus souvent dans les travaux actuels en tant que scénario de référence est le scénario B de Ministère des transports (période 1996-2020). A titre de comparaison, il était préférable d'utiliser le scénario "Société de marché" puisqu'il est issu du même groupe de travail, donc avec le même cadre méthodologique.
- 2 Commissariat Général du Plan, "Energie 2010-2020-Trois scénarios énergétiques pour la France", 1998, page 77.
- 3 Ibid., page 97.
- 4 Les arguments ayant conduit à ce choix sont longuement développés dans le rapport du CGP, pages 105 à 110.
- 5 Ibid page 96.

- 6 CGP, "Energie 2010-2020, les chemins d'une croissance sobre", La Documentation française, Septembre 1998, page 127.
- 7 Le scénario S1 correspond à un affaiblissement de l'intervention de l'Etat, à la primauté des préoccupations de court terme dans le cadre d'évolutions similaires française et internationale. Les tendances lourdes d'une forte croissance du transport routier, du réseau autoroutier et de la dérive des consommations pétrolières, sont poursuivies. La fiscalité sur les carburants évolue à la baisse (-13% sur l'essence en 25 ans). Le transport public ne se développe que là où leur rentabilité est acceptable.⁸ C'est le cas des lignes ferroviaires à grande vitesse qui passent de 700 kms en 1992 à 2000 kms en 2020. Le progrès technique sur l'efficacité énergétique est neutralisé par différents facteurs, notamment l'enrichissement des fonctions auxiliaires et un marché du véhicule neuf tiré par une clientèle aisée, bénéficiant des inégalités croissantes dans la répartition des revenus.
- 9 ENERDATA, "Transport, énergie et contraintes environnementales en France à l'horizon 2030" : apports de l'approche back-casting à la formulation des stratégies technologiques et organisationnelles", Juillet 1999.
Notons qu'un écart significatif subsiste avec la simulation d'Enerdata concernant l'évolution du trafic de voitures particulières dans le scénario Environnement, écart déjà présent sur la période 1992-2020. Le trafic de VP évolue dans le scénario Environnement du Plan de 335 Gvkm en 1992 à 431 Gvkm en 2020 (cf Rapport du Plan p 189), alors que selon le modèle Medee, ce même trafic évolue de 366 Gvkm en 1992 à 528 Gvkm en 2020 et 613 Gvkm en 2030 (rapport Enerdata, op. cit., page 22). Notre hypothèse de trafic des VP en 2030 suit l'évolution tendancielle du trafic entre 1992 et 2020 telle que présentée dans le rapport du Plan, soit 444 Gvkm (voir tableau 1).
- 10 CGP, "Energie 2010-2020-Trois scénarios énergétiques pour la France", Tableaux pages 120 et 189.
- 11 Op. Cit. CGP, page 188.
- 12 Pour de raisons de confidentialité sur les propos tenus lors des entretiens, nous ne présentons pas l'identité des acteurs rencontrés.
- 13 C. GALLEZ, "Modèles de projection à long terme de la structure du parc et du marché de l'automobile", Thèse de Doctorat en Sciences économiques, Université Paris I, 1994.
- 14 Commissariat Général du Plan, "Energie 2010-2020, Trois scénarios énergétiques pour la France", Septembre 1998, page 96
- 15 Ibid, page 119.
- 16 Op.cit. CGP, page 118 : 0,1 % par an dans le scénario Marché
- 17 Cahiers du CLIP, "Automobile et développement durable", n°9, Décembre 1998.
- 18 Op. Cit. Cahiers du CLIP n°9, page 29.
- 19 Op. Cit. Cahiers du CLIP n°9.
- 20 CGP, Rapport du groupe Transports "Prospective Energie-transports à l'horizon 2010-2020", Oct. 1997, page 64.

Les mesures fiscales

Hausse de la fiscalité sur les carburants

Dans le Scénario “Etat protecteur de l’environnement”, la priorité est donnée à la lutte contre la pollution atmosphérique urbaine par une politique de restriction des véhicules diesel. Le différentiel de fiscalité essence/gazole est fortement réduit sur la période avec une hausse de la TIPP de 1,3% par an pour l’essence et 3% par an pour le gazole²².

Sur la base d’une TIPP de 144 cts/litre de gazole et de 278 cts/litre sur le super sans plomb en 1992, l’évolution des prix des carburants correspondante est présentée dans le tableau ci-dessous. Nous précisons que pour l’ensemble de l’étude, nous utilisons des francs constants 1995, sauf indication contraire.

Le prix du gazole rejoint le prix de l’essence en 2027. Nous avons plafonné la hausse de la TIPP sur le gazole au delà, afin d’aligner le prix du gazole sur celui de l’essence. Le prix TTC de l’essence en francs constants évolue sur la période à un taux de croissance annuel moyen de 1% par an et le prix du gazole à 2% par an, ce qui est très inférieur à la hausse du prix des carburants enregistrée en 1999 et 2000 (voir III.1.2).

Notons que si l’on raisonne en francs courants dans l’hypothèse d’un taux d’inflation de 1% par an, le passage symbolique du litre du carburant à 10 F ne serait atteint qu’à la veille de 2030 (avec un dollar à 24\$/bl en francs 1995).

Selon le CGP, la résorption du différentiel de taxation entre l’essence et le diesel permet d’inverser la tendance à la dieselisation du parc de VP, la part de marché de l’essence remonte à 80% en 2020²³. La répartition essence/diesel des VUL neufs est de 10%/90% en 1994 ; cette répartition n’évolue pas à l’horizon 2020 quelque soit le scénario considéré selon le CGP²⁴. Alors que le parc de VUL comporte encore un tiers de

véhicules essence, cette composante tend à devenir marginale.

Effet de la hausse de la TIPP

L’effet de la mesure retenue dans le scénario S3 est basé sur des élasticité de long terme issues des travaux de l’INRETS et de manière plus générale de la littérature internationale. Ces élasticité, qui seront discutées dans le paragraphe suivant, sont présentées dans le tableau 9.

Ainsi, pour les voitures particulières par exemple, lorsque le prix des carburants augmente de 10%, la circulation baisse de 3% et les consommations unitaires de 4%, soit une baisse globale de la consommation des VP de 7%.

La hausse du prix des carburants induit également un transfert modal au profit du rail.

L’impact de la hausse de la TIPP est évalué au regard de l’évolution du prix moyen pondéré des carburants entre 1994 et 2030 dans le scénario S3 par rapport à une situation où la TIPP resterait stable sur la période (seul le prix du pétrole augmente jusqu’à 24 \$/bl en 2005 tel que défini dans les scénarios du CGP).

Le tableau 10 montre qu’en 2030, dans un scénario sans hausse de la TIPP, le trafic se serait accru de 12% pour les VP par rapport au scénario S3, de 10% pour les VUL et de 5% pour les poids-lourds.

L’écart des prix moyens pondérés des carburants -entre une situation avec hausse de la TIPP telle qu’elle est prévue dans S3 et une situation sans hausse de la TIPP- est plus limité dans le cas des voitures particulières, ceci est dû au fait que la hausse de la TIPP porte principalement sur le gazole et stoppe la diésélisation du parc.

La hausse du prix des carburants entraîne une augmentation du trafic ferroviaire de 10 Gvoy.km, ce qui est peu au regard de la baisse du trafic des

Tableau 9

Elasticités des transports routier et ferroviaire aux prix des carburants

	VP (1)	VUL (2)	Bus et cars (3)	PL (1)
Elasticité prix/circulation	-0,3	-0,2	-0,1	-0,1
Elasticité prix/consommation unitaire	-0,4	-0,3	-0,15	-0,15
Elasticité du trafic ferroviaire voyageurs aux prix des carburants		0,2		
Elasticité du fret ferroviaire au coût du transport routier de marchandises		0,6		

Tableau 10

Effet de la variation de la TIPP sur les circulations et les consommations des parcs de véhicules

	VP		VUL		Bus et cars		Poids-lourds	
	2020	2030	2020	2030	2020	2030	2020	2030
Variation de prix (%)	-31%	-39%	-38%	-48%	-41%	-50%	-41%	-50%
Hausse de trafic si TIPP stable (%)	9%	12%	8%	10%	4%	5%	4%	5%
Hausse de trafic par rapport au trafic S3 (Gveh.km/Gvoy.km/Gt.km)	40	51	11	17	2	2,5	14	21
Hausse de consommation si TIPP stable (%)	22%	27%	19%	24%	10%	13%	10%	13%
Hausse de conso. par rapport à S3 (Mtep)	5,00	5,81	1,92	2,67	0,07	0,08	1,18	1,64

Tableau 11

Effet de la hausse de la TIPP sur le trafic ferroviaire

	Voyageurs	Marchandises
Trafic ferroviaire (Gvoy.km ou Gtkm- S3)	133	105
Effet sur le trafic et la conso. (%)	7,7%	7,8%
Hausse du trafic (voy.km ou tkm)	10,3	8,2
Hausse de la consommation (Mtep)	0,21	0,08

VP de 50 Gveh.km (tableau 11). En ce qui concerne les marchandises, 8 Gtkm sont transférées vers le rail soit près de 40% de la baisse du trafic routier de marchandises. L'effet sur les consommations d'énergie et les émissions de CO₂ du transport ferroviaire est mineur. Selon les élasticités présentées précédemment,

dans un scénario sans hausse de la TIPP, la consommation d'énergie et les émissions de CO₂ du transport routier, tous véhicules confondus, serait de 20% supérieures à celles de S3 en 2030 (+10 Mtep et +28 Mt CO₂), soit un taux de croissance de 1% par an sur la période contre 0,5% par an dans S3.

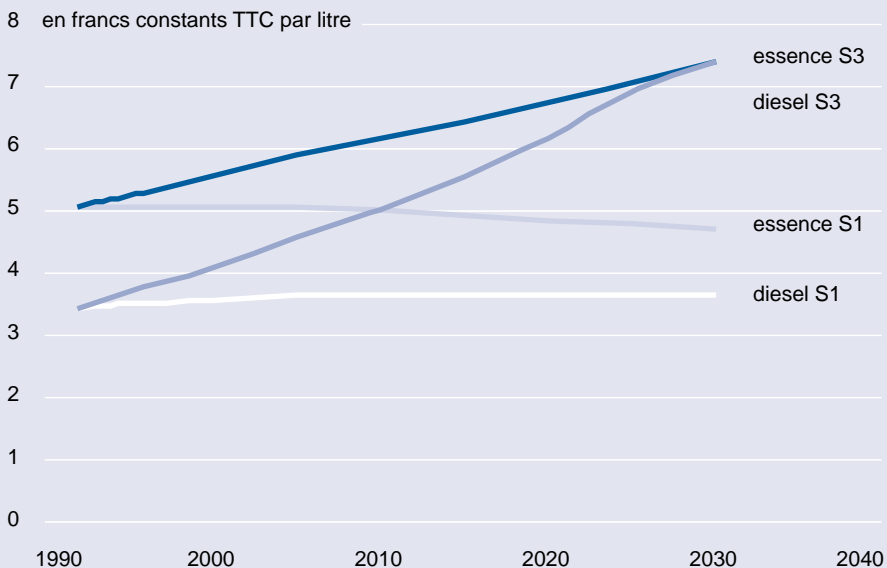


Figure 2

Evolution du prix des carburants

Analyse

Fiscalité et prix des carburants dans les années récentes

Depuis 1998, l'objectif affiché par les pouvoirs publics, en ce qui concerne les véhicules légers, était de réduire en sept ans l'écart de taxation entre le gazole et le supercarburant pour le ramener à l'écart communautaire moyen (0,93 F/l). La TIPP sur

le gazole a été ainsi augmentée de 7 centimes en 1999 et en 2000, soit une hausse 2,1% par an en francs constants, alors que simultanément la TIPP sur le super sans plomb 98 baissait en francs constants de 0,7% par an (GPL = -3,9% et GNV = -5% par an).

Cependant, la hausse brutale du prix TTC des carburants au cours de l'année 2000 entraînant un fort mécontentement des consommateurs,

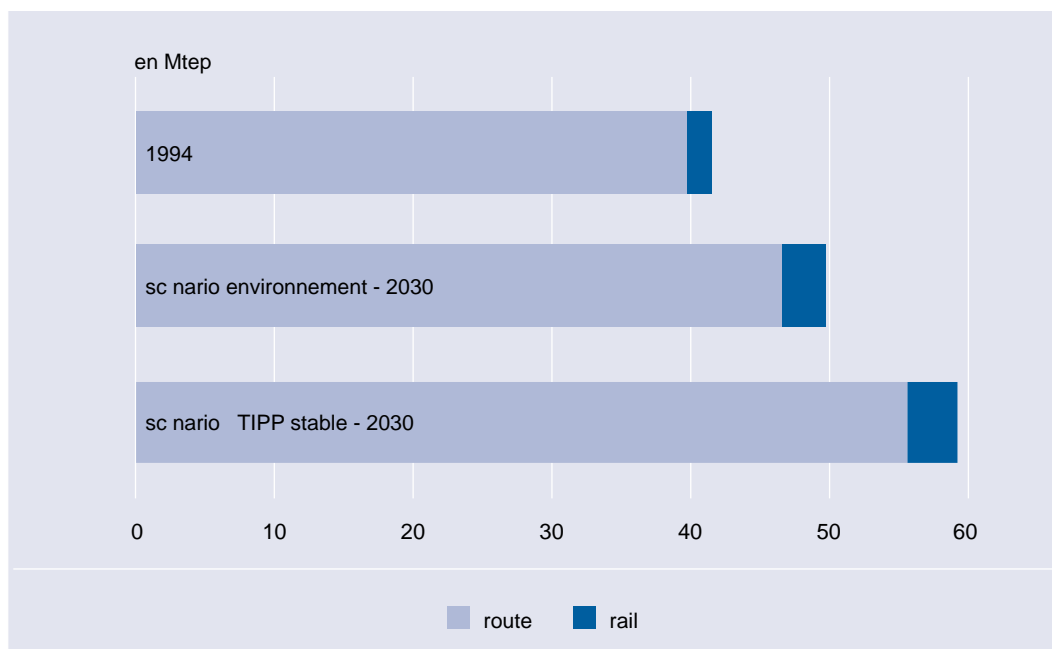


Figure 3

Effet de la hausse de la TIPP sur la consommation d'énergie des transports routier et ferroviaire

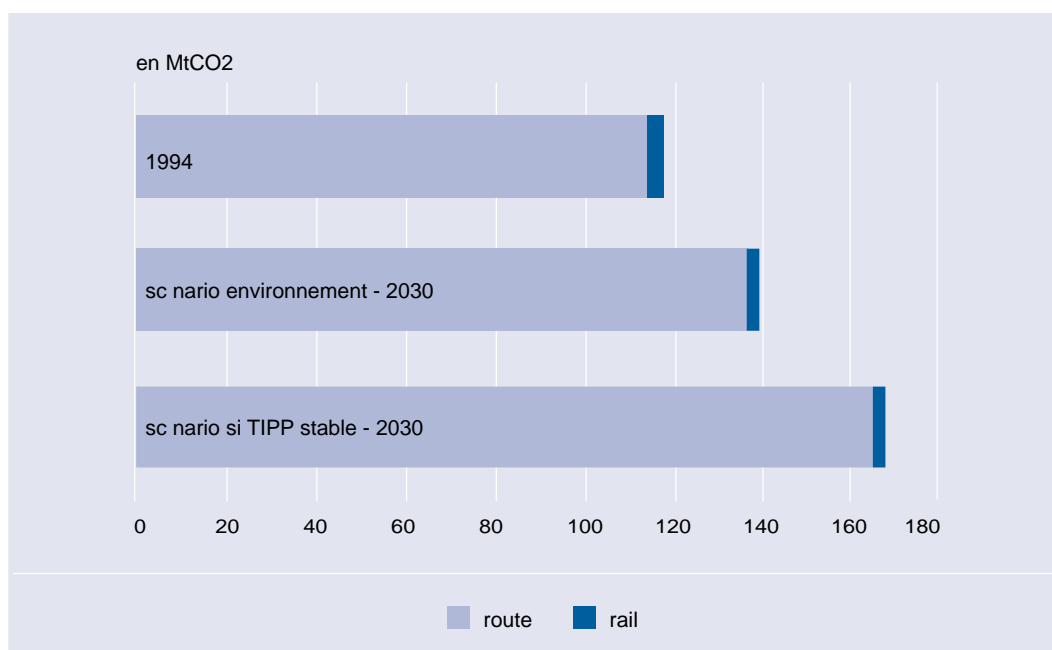


Figure 4

Effet de la hausse de la TIPP sur les émissions de CO₂ des transports routier et ferroviaire

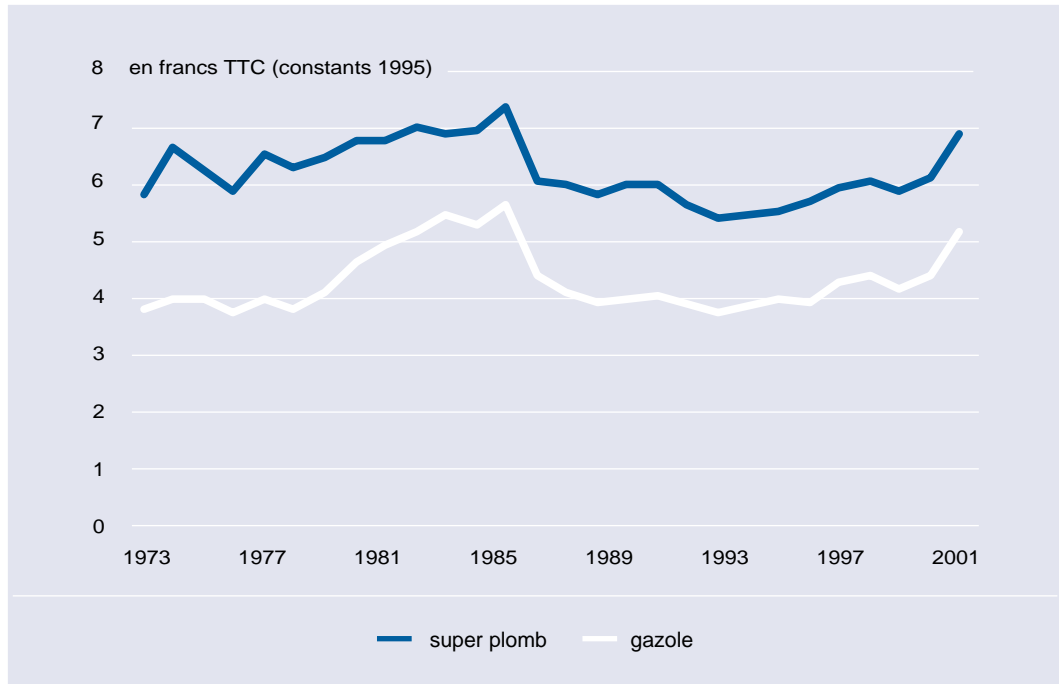


Figure 5

Evolution passée du prix des carburants en francs constants 1995

cette politique a été suspendue dans le projet de loi de finances pour 2001.

La France est un des pays européens pour lequel l'écart fiscal entre le supercarburant et le gazole est le plus élevé. Seul, le Royaume-Uni à ce jour a réduit à néant cet écart. Le cadre législatif communautaire fixe des taux minimums d'accises par carburant. Des dérogations selon l'usage du carburant sont possibles.

En janvier 2000, une mesure exceptionnelle a été adoptée pour les poids-lourds de plus de 12 tonnes : un remboursement de la TIPP de 3,54 F par hectolitre est accordé, pour le gazole consommé du 11 janvier 1999 au 10 janvier 2000, dans la limite de 40000 litres par véhicule. Une nouvelle compensation de la TIPP de 35 centimes vient d'être accordée en Août dernier. Par ailleurs, il faut noter que la TVA sur le gazole est entièrement déductible pour les transporteurs routiers depuis 1991.

Des élasticité peu robustes

Le calcul des élasticité du trafic routier et des consommations d'énergie des parcs est complexe, particulièrement à long terme alors qu'elles sont supposées isoler l'effet prix "toutes choses égales par ailleurs". Ces études sont par ailleurs peu nombreuses pour les véhicules utilitaires. La définition des périodes considérées dans les études économétriques est souvent décisive. Ainsi pour la France, on constate effec-

tivement une élasticité de la circulation des VP par rapport aux prix des carburants de 0,3 sur la période 1970 à 1988, mais elle n'est que de 0,15 sur la période 1970-1995²⁵.

Deux arguments rendent les élasticité prix discutables au moins pour les VP:

1) Le budget carburant des ménages est en diminution dans S3 entre 1994 et 2030 par rapport au pouvoir d'achat des ménages.

Dans le scénario Environnement, le taux de croissance annuel moyen du prix de l'essence est de 1% par an sur la période, celui du gazole est de 2% par an. Ces taux sont inférieurs au taux de croissance du pouvoir d'achat des ménages qui est de 2,2% par an. Une analyse plus précise est faite en dernière partie.

2) Des études montrent que les dépenses automobiles augmentent de façon proportionnelle aux revenus

La part du budget automobile des ménages est de l'ordre de 14% quelque soit le niveau de revenu. Lorsque le revenu est multiplié par trois (entre classes 1 et 7), le budget automobile est multiplié par trois et le budget carburant par 1,9. Selon les travaux de l'INRETS (L.Hivert), en terme de circulation, le nombre de kilomètres parcouru par ménage passe de l'ordre de 7000 à 20 000 km/an, ceci étant le résultat essentiellement d'une hausse du taux d'équipement des ménages.

Il n'était pas possible dans le cadre de cette étude d'engager un travail approfondi d'évaluation de

ces élasticités, ce qui aurait nécessité un travail de modélisation lourde. En étant conscient des limites de cet exercice, nous ne pouvons fournir qu'une évaluation grossière de l'impact de la hausse de la fiscalité sur les carburants avec une fourchette bornée par les deux hypothèses suivantes :

- Une hypothèse basse avec des élasticités de moitié inférieures à celles présentées dans le Tableau 13, sachant que nous cherchons à identifier l'impact d'une mesure prise isolément. Dans ce cas, la hausse de la fiscalité envisagée dans S3 aurait pour effet de réduire la consommation d'énergie du parc routier de 5 Mtep, et d'éviter l'émission de 14 MtCO₂ en 2030.
- Une hypothèse haute retenant les élasticités présentées dans le Tableau 13, qui correspondent de notre point de vue à un environnement socio-politique favorable à une telle réduction des trafics et des consommations d'énergie du parc routier, avec la mise en oeuvre simultanée d'un ensemble de mesures complémentaires permettant d'aboutir à un tel résultat. Le gain d'énergie serait alors de près de 10 Mtep en 2030, avec 28 MtCO₂ évitées.

Conséquences sur les recettes fiscales

Nous avons évalué l'effet sur les recettes fiscales de la non-adoption de la hausse de la TIPP dans le scénario Environnement. Le scénario S3 est comparé au même scénario avec une TIPP maintenue au niveau actuel (S3 STIPP). Les variations de trafics sont celles qui ont été décrites précé-

demment (tableau 10) selon les élasticités prix retenues dans l'hypothèse la plus favorable (Tableau 9). Pour les VP, le scénario à TIPP stable conduit à la poursuite de la dieselisation du parc à un taux identique à celui de S1 (55% d'essence et 45% gazole pour les VP neuves sur toute la période).

On constate que la hausse des trafics enregistrée dans le cas d'une TIPP stable est loin de compenser la baisse du prix des carburants par rapport à S3 (figures 6 à 8). Les recettes fiscales sont donc nettement inférieures à celles de S3, l'écart est de plus de 130 Mds de francs pour les trois types de véhicules (-50 Mds pour les VP, -36 Mds pour les VUL et -47 Mds pour les Poids-lourds).

Acceptabilité de la hausse de la TIPP

Si la faisabilité technique d'une hausse de la fiscalité sur les carburants est bonne puisqu'elle dépend d'une décision gouvernementale dont l'application est à peu près automatique, les arguments utilisés par les acteurs mettent en cause, partiellement au moins, son efficacité.

Les constructeurs automobiles semblent a priori d'accord avec une augmentation de la TIPP sur les carburants à condition qu'elle soit appliquée de manière progressive pour ne pas déstabiliser le marché. Une modification rapide de l'équilibre actuel risque, selon les constructeurs, de provoquer une crise dans le rapport entre offre et demande de véhicules et à terme, d'être nuisible pour plusieurs branches de l'industrie

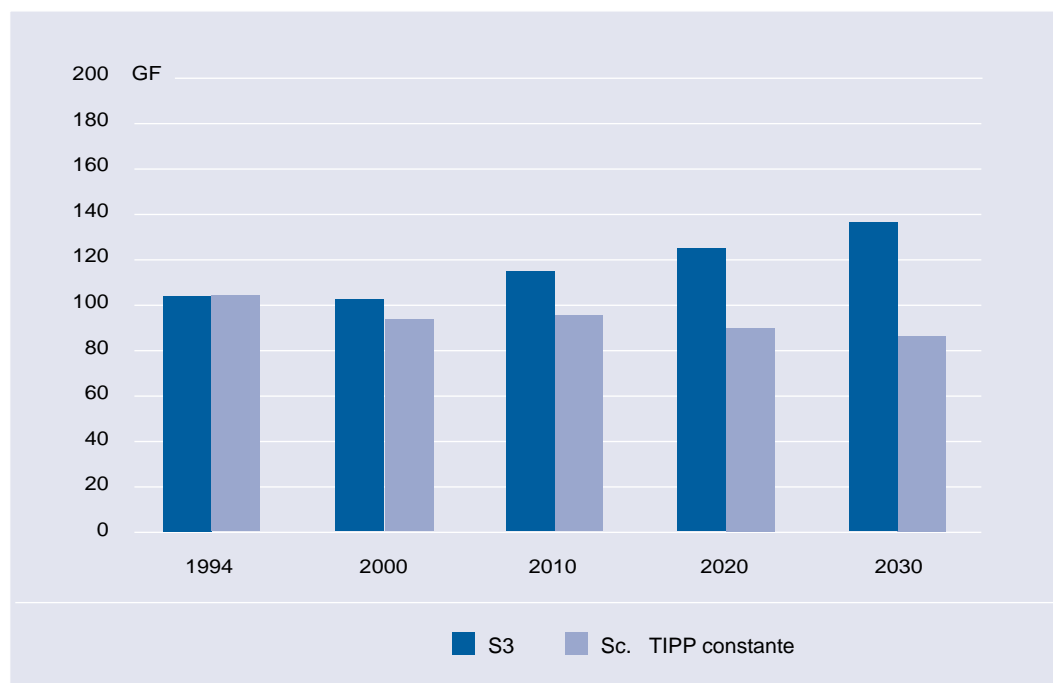


Figure 6
Evolution de la recette fiscale totale carburants VP (yc TVA)

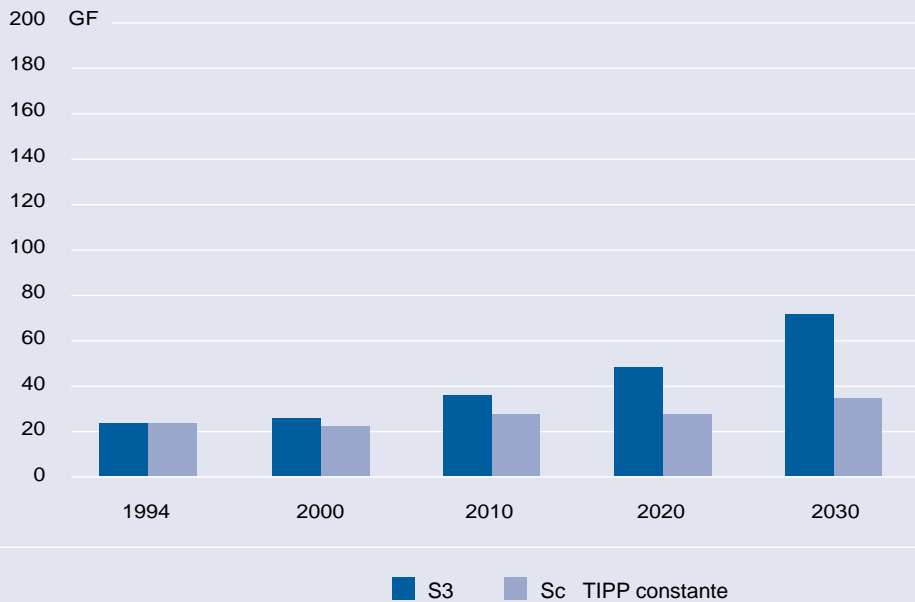


Figure 7

Evolution de la recette fiscale totale carburants VUL (yc TVA)



Figure 8

Evolution de la recette fiscale totale carburants PL (yc TVA)

française. Parallèlement, ils reconnaissent que la taxation des carburants peut avoir un double effet positif : inciter les constructeurs à créer des moteurs moins consommateurs d'énergie et inciter les automobilistes à rouler moins. Si les constructeurs sont favorables à une telle mesure, cela est lié en grande partie à la

concurrence qui existe entre eux et l'industrie du raffinage pour l'attribution de la responsabilité en matière de pollution automobile et, donc, pour la prise en charge du coût de la dépollution. Augmenter la TIPP c'est reconnaître que les carburants sont la principale source de pollution et que, dans ce cas, l'industrie auto-

mobile ne peut qu'attendre l'amélioration de leur qualité.

En ce sens, l'industrie pétrolière paraît plutôt en désaccord avec cette mesure. Pour justifier sa position, elle utilise comme argument le fait que les automobilistes (individuels mais surtout professionnels) risquent de recourir aux marchés étrangers - surtout ceux à proximité des frontières - pour acheter leur carburant provoquant ainsi une crise de l'ensemble de la branche pétrolière. Le responsable rencontré au Ministère de l'Environnement considère que la meilleure solution serait une harmonisation au niveau européen. Une directive sur la taxation des produits pétroliers est d'ailleurs en discussion actuellement à la Commission européenne mais son adoption paraît difficile étant donné que ce type de décision ne peut être pris qu'à l'unanimité.

Au delà de ce débat lié à des intérêts divergents, certains arguments techniques sont également avancés à l'encontre de cette mesure. Il semble que son élasticité soit assez faible et, donc, que son impact sur la circulation ne soit que marginal. Pour les constructeurs automobiles, l'importance de l'impact attendu par l'application de cette mesure dépend de la présence d'une alternative à la route et en particulier à l'utilisation du véhicule individuel : cette mesure peut produire un effet concret seulement si d'autres moyens de déplacement des voyageurs et des marchandises se développent dans les années à venir.

Les représentants de collectivités locales et d'associations rencontrés sont très favorables à cette mesure qu'ils voient comme un moyen pour financer les politiques territoriales des déplacements. Ces acteurs affirment qu'une telle mesure est tout à fait faisable et acceptable par le public à condition qu'elle soit bien expliquée. Une analyse de l'évolution du prix des carburants durant les vingt-cinq dernières années permet de constater que celui-ci est aujourd'hui deux fois moins cher, au regard de l'évolution du niveau de vie des ménages. Il est donc possible de soutenir, contrairement à ce qui est dit habituellement, que le carburant ne coûte pas aussi cher qu'il paraît à première vue et qu'une augmentation de son prix est justifiée. En expliquant cela au public, le gouvernement peut, selon les acteurs associatifs, opter pour l'augmentation de la TIPP alors même que cette mesure est a priori impopulaire. Selon eux, le consentement du public sera en outre renforcé si cette mesure s'accompagne d'un système transparent de réallocation des ressources issues de cette augmentation au financement d'autres actions anti-pollutions. Pour les collectivités

locales, l'intérêt d'une augmentation de la TIPP est grand puisqu'elles demandent que 10% de la TIPP soit attribuée au développement des transports publics.

Globalement, la majorité des acteurs rencontrés - hors consommateurs²⁶ - est favorable à une augmentation de la TIPP malgré les réserves prononcées sur son efficacité. Cette constatation doit cependant être considérée avec prudence : pendant une période de forte augmentation du prix du pétrole, comme celle que l'on traverse aujourd'hui, les marges de manœuvre deviennent particulièrement étroites étant donné que toutes les corporations touchées par cette conjoncture sont très sensibles à des alourdissements supplémentaires. Par contre, dans des périodes de relative stabilité des prix, ces oppositions ne paraissent pas insurmontables. L'exemple des dispositions prises dans le cadre de la loi sur l'air de 1996, qui prévoyait une augmentation effective de la TIPP, en constitue la preuve.

L'industrie pétrolière, dont la capacité de négociation et de pression auprès du Ministère des Finances semble particulièrement importante, est l'acteur qui s'oppose le plus ouvertement et le plus durablement à la hausse de la TIPP. Pour renforcer son acceptabilité auprès des acteurs opposés, une harmonisation européenne de la taxation des produits pétroliers paraît nécessaire. C'est la raison pour laquelle l'aboutissement de la directive discutée au niveau européen est la voie la plus sûre pour garantir son adoption. Cependant, pour que cette mesure aboutisse à une diminution de la circulation routière, il est indispensable de mettre simultanément en œuvre une politique de développement de modes de transport alternatifs.

En ce qui concerne la question plus spécifique de **la résorption du différentiel de fiscalité entre l'essence et le gazole**, les entretiens réalisés auprès des acteurs concernés font tout d'abord apparaître que les effets environnementaux de cette mesure ne sont pas évidents, ce qui en limite considérablement l'acceptabilité. La question qui se pose est de savoir de quelle pollution on parle, lorsqu'on se réfère au caractère nuisible du diesel en le comparant à l'essence. En effet, une distinction est nécessaire selon les différents polluants. Les véhicules diesel constituent essentiellement une source d'émission de particules, mais émettent moins de gaz à effet de serre. Ces enjeux de qualité environnementale locale et globale, souvent contradictoires, alimentent un débat qui retarde l'adoption des mesures concernant le gazole.

Les constructeurs ne se disent pas opposés à une augmentation plus forte du prix du gazole à

condition également que son application soit progressive, étalée sur les trente prochaines années. En fait, l'argument utilisé est que la forte demande en véhicules diesel a conduit l'industrie automobile à investir sur ce type de moteurs. Cependant, pour les ingénieurs de l'automobile, la technologie du moteur diesel évolue considérablement ces dernières années et les problèmes liés à sa combustion tendent à disparaître. Les engagements pris dans le cadre de la directive Euro IV sont considérés comme suffisants pour rendre le diesel très peu polluant. Dès lors, selon nos interlocuteurs, l'adoption d'une mesure visant à rééquilibrer la fiscalité sur les carburants semble peu justifiée car sans effet environnemental majeur.

Aux arguments des ingénieurs de l'automobile s'ajoute le discours de l'industrie pétrolière qui semble défavorable à cette mesure. Ils soulignent également que l'essence et le gazole auront bientôt des niveaux similaires de pollution, et ajoutent que sur le plan énergétique le gazole est plus efficace. Par ailleurs, ils insistent sur le fait que l'amélioration de la qualité des carburants doit aller de pair avec une amélioration de la motorisation et que la réglementation ne doit pas viser la première aux dépens de la seconde.

Au delà de ce débat technique, les responsables associatifs ajoutent que le choix du diesel ne dépend pas uniquement du coût du carburant. La longévité et la robustesse des véhicules diesel est plus importante que celle des véhicules essence, ce qui prolonge leur temps de vie et les rend plus attractifs aux yeux des acheteurs. Par ailleurs, il serait simpliste de considérer que le choix des automobilistes est basé exclusivement sur un raisonnement économique. L'habitude et le confort offert par ce type de véhicules, qui sont souvent disponibles à des puissances supérieures à celle proposées pour les modèles essence, sont également des paramètres à prendre en considération dans une politique de frein à la diésélisation du parc automobile. De toute façon, ajoutent ces mêmes acteurs, le débat « essence-diesel » est un faux débat. Le principal objectif n'est pas de remplacer un carburant par un autre mais de limiter la circulation automobile. Dès lors, cette mesure doit faire partie d'une politique plus globale de développement de nouveaux moyens de transport.

Dans cette série d'oppositions exprimées à l'égard de la résorption du différentiel essence/gazole, le Ministère de l'Environnement ajoute l'hostilité des transporteurs routiers qui s'opposent à une augmentation de leur coût de fonctionnement. Leur opposition peut être surmontée si l'on distingue

entre gazole professionnel vendu moins cher et gazole pour les particuliers vendu plus cher. Or, pour ce même Ministère, cette solution n'est pas souhaitable parce que contraire à une autre politique environnementale : pour respecter ses engagements internationaux en matière de lutte contre l'effet de serre, il est nécessaire de limiter le transport routier au profit du transport ferroviaire ; dans cette perspective, le coût du transport par la route doit être revu à la hausse et non pas à la baisse.

D'une part l'incertitude quant à l'efficacité environnementale de l'augmentation du prix du diesel, d'autre part le comportement des acheteurs qui dépend des facteurs qui vont au delà de la simple rationalité économique et enfin les intérêts de certains groupes professionnels, font qu'un nombre important d'acteurs sont plutôt défavorables à la résorption du différentiel de fiscalité entre l'essence et le gazole. Pour renforcer son acceptabilité il conviendrait avant tout de mettre fin à un double débat, scientifique et technique : chercher d'une part à savoir quelle forme de pollution, locale ou globale, est plus importante et nécessite d'être combattue en priorité ; chercher d'autre part à s'assurer que le progrès technologique ne rend pas effectivement le diesel moins polluant que l'essence.

Délai

Les taux des taxes sur les carburants sont inclus dans la Loi de Finances annuelle et en général décidés en août pour le projet de Loi de Finances de l'année suivante. Ils tiennent compte des statistiques sur la consommation et la production de carburants pour l'année passée, et des prévisions pour l'année à venir fournis par la DIMA et la DGEMP afin d'évaluer les recettes fiscales attendues.

Techniquement, la prise de décision pour une telle mesure est donc rapide, le seul frein est son acceptabilité sociale. L'effet pervers est qu'elle peut être remise en cause tout aussi rapidement, à l'instar de la décision du gouvernement de baisser la TIPP sur le gazole pour les poids-lourds suite à un conflit social. Ce type de mesure se heurte cependant aux directives européennes, puisqu'elle constitue une mesure dérogatoire. Sa pérennité est donc conditionnée à un accord de la Commission Européenne, ce qui allonge les délais d'application.

L'impact évalué précédemment est un résultat de long-terme d'une hausse de la fiscalité régulière sur de nombreuses années et donc anticipée comme telle par les acteurs. L'effet est progressif sur les premières années (les élasticités de court-terme sont de moitié inférieures à celles de long-terme), la hausse du prix des carburants entraînant,

dans un premier temps, essentiellement des modifications comportementales des usagers. On peut considérer que l'effet plein et entier d'une telle mesure ne peut être atteint qu'au bout de dix ans, les effets induits étant une orientation de la demande des acheteurs vers des véhicules moins polluants, une incitation auprès des constructeurs à développer des technologies plus sobres, ces deux éléments produisant leurs effets au rythme du renouvellement du parc des véhicules. Avec des délais plus longs, supérieurs à dix ans, interviendront des modifications plus structurelles liées aux choix des pouvoirs publics, nationalement ou

localement, de développer l'offre de transport public, l'offre de transport ferroviaire, ou liées aux choix dans les localisations d'activités (distance domicile-travail pour les particuliers, implantations industrielles et commerciales, etc.).

C'est dans ce contexte ainsi créé par une hausse de la fiscalité forte et pérenne que l'on peut espérer limiter durablement les consommations d'énergie du transport routier, et que les élasticités retenues ci-dessus et leurs résultats doivent être compris. Dans le scénario S3, une telle mesure prise depuis 1992 produirait son plein effet au delà de 2005.

Régime de feebates

Un régime de feebates consiste à moduler le niveau des taxes perçues au moment de l'achat d'un véhicule en fonction de sa consommation d'énergie. Dans S3, les ventes de voitures neuves sont assujetties à une surtaxe de 1000 F par litre aux 100 km de consommation normalisée pour les véhicules dépassant une valeur cible de consommation unitaire (ou consommation énergétique de référence), un rabais du même montant par litre est accordé si la consommation du véhicule est inférieure à cette valeur cible²⁷.

Effet attendu de la mise en place d'un régime de feebates

Selon le rapport intermédiaire du groupe Transports pour les travaux du CGP, l'application du régime de feebates a pour effet une réduction de la consommation des VP est de l'ordre de 12% à l'horizon 2015²⁸. Par extrapolation pour 2030, nous faisons l'hypothèse d'une réduction de 15% pour chacun des parcs de VP essence et diesel.

Ainsi, entre un scénario sans régime de feebates et le scénario S3 où cette mesure est appliquée, l'écart de consommation du parc de VP est de 3,3 Mtep en 2030 ; les émissions de CO₂ varient de 10 MtCO₂ (tableau 12).

Deux effets pervers peuvent être induits par cette mesure :

- une augmentation des distances parcourues compensant la baisse des consommations unitaires,
- un report du remplacement des véhicules haut de gamme les plus anciens et donc les plus consommateurs d'énergie.

Analyse

Une incitation pour les constructeurs

En France, le parc de voitures particulières est très concentré sur les puissances fiscales de 4 à 7 CV ; le doublement du prix de la vignette jusqu'ici en vigueur entre 7 et 8 CV ayant été probablement un élément fortement dissuasif à l'acquisition de véhicules de forte puissance. Pour produire des

Consommation (Mtep)	1994	Scénario sans feebates	S3
Essence	14,8	15,4	13,1
Gazole	7,4	6,7	5,7
Total	22,1	22,1	18,8

Emissions (en MtCO ₂)	1994	Scénario sans feebates	S3
Essence	44,0	47,9	40,7
Gazole	22,3	20,3	17,2
Total	66,3	68,2	57,9

Tableau 12

Effet du régime de feebates sur la consommation et les émissions de CO₂ des parcs de VP essence et diesel

effets significatifs, un régime de feebates doit introduire une différenciation sur les véhicules les plus vendus (entre 5 et 7 CV), afin d'inciter les acheteurs à s'orienter vers les véhicules les plus sobres.

Comme le montre la figure 9, les écarts de consommation sur le segment 5 à 7 CV du marché sont faibles. Dans la plupart des cas, le rabais ou la taxe seront donc faibles, de l'ordre de 1 à 2 % du prix d'achat du véhicule. On peut donc s'interroger sur l'efficacité de l'effet attendu.

Il apparaît qu'une variation de la fiscalité à l'achat des véhicules a un impact beaucoup plus important sur les constructeurs automobiles incités à mettre sur le marché des véhicules sobres, plus que sur les consommateurs par transfert de gamme. L'objectif de réduction des consommations unitaires des véhicules fixé par un régime de feebates est donc atteint en grande partie par une réduction générale des consommations unitaires des véhicules.

D'ailleurs, on constate que les écarts de consommations d'énergie pour des véhicules de 5 à 7 CV actuels sont inférieurs à 15%. Un transfert de gamme à l'achat en faveur des véhicules de 5 CV

ne suffirait donc pas à assurer une baisse des consommations globales de 15%.

Des régimes de feebates ont été mis en place au Canada (Ontario) et en Autriche au début des années 90, cependant ces expériences n'ont pas conduit à une amélioration quantifiable de la consommation de carburant. Les effets attendus sont donc uniquement issus d'analyses théoriques. Différentes études économétriques utilisant des modèles plus ou moins complexes ont été faites aux Etats-Unis (DOE) et en Europe. L'OCDE²⁹, sur la base de ces études, a estimé l'étendue des effets possibles des feebates sur l'intensité énergétique des véhicules neufs et sur l'évolution des distances parcourues.

L'étude de l'OCDE évalue les effets de quatre niveaux de feebates : 250\$, 500\$, 1000\$ et 2500 \$ par litre au 100 km ; le régime de feebates étant annoncé l'année 2000 et mis en place en 2005. Le coût des innovations techniques est mis en rapport avec le taux de feebate.

Les effets possibles sont décrits dans le tableau 13 avec pour chaque année une fourchette basse et une fourchette haute ; ils tiennent

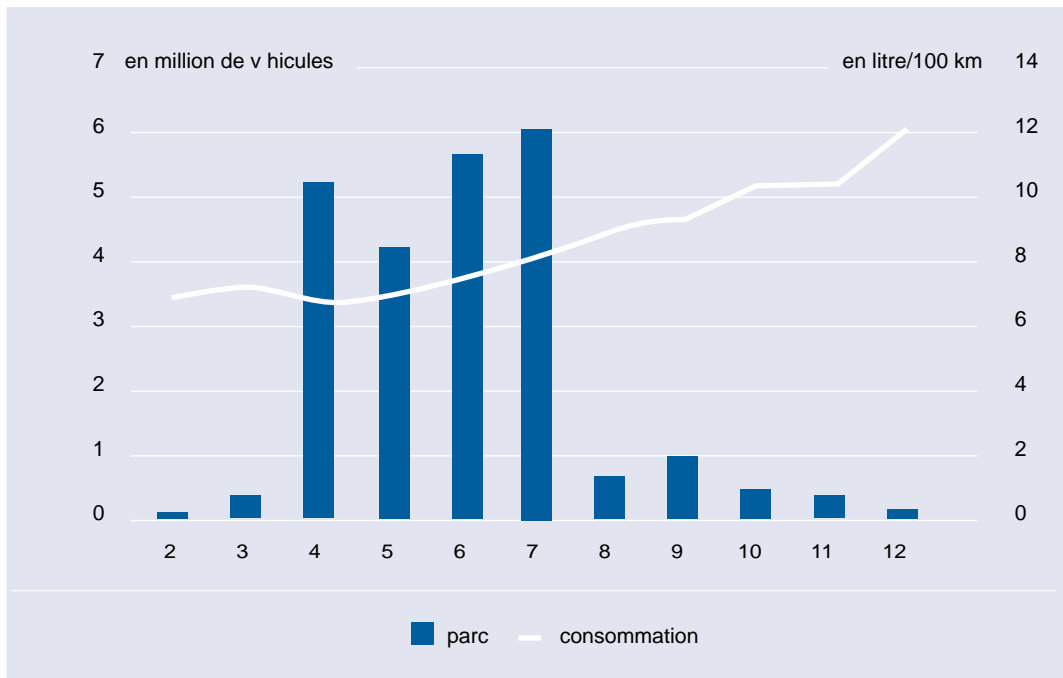


Figure 9

Structure du parc de voitures particulières et consommation unitaire déclarée en 1994

	2005		2010		2020	
	Bas	Haut	Bas	Haut	Bas	Haut
250 \$ par l/100 km	3 %	1 %	4 %	15 %	5 %	2 %
500 \$ par l/100 km	4 %	14 %	6 %	21 %	8 %	27 %
1000 \$ par l/100 km	7 %	2 %	1 %	3 %	12 %	37 %
2000 \$ par l/100 km	11 %	3 %	16 %	41 %	19 %	49 %

Tableau 13

Effets des feebates sur les consommations unitaires de carburant des véhicules neufs

Source : OCDE

compte de différents éléments (reconception des véhicules, intégration de technologies existantes efficaces, réduction de la taille des véhicules, développement de nouvelles technologies) et également d'un effet rebond lié à la mesure, c'est-à-dire de la hausse de trafic consécutive à la baisse des consommations unitaires des véhicules.

Notons que ce type de mesure, fiscalité à l'achat ou fiscalité à la possession (vignette), comporte deux avantages par rapport à la fiscalité sur les carburants³⁰ :

- une dimension psychologique dès le moment où le taux est significatif : un consommateur est plus sensible à une dépense importante immédiate qu'à une dépense faible mais répétée, d'autant plus si la taxe est explicite au lieu d'être incluse dans le prix de vente telle que l'est la TIPP ;
- la définition du taux est aisément modulable seulement l'objectif poursuivi, il peut être par exemple nettement plus progressif que la variation des consommations unitaires des véhicules. Au moment où le gouvernement propose de supprimer la vignette automobile, la question se pose de savoir si celle-ci ne pouvait précisément pas être un instrument très utile pour orienter le choix des consommateurs vers des véhicules sobres. Selon l'étude de l'ARC Ecodif Transports individuels³⁴, il semble qu'une vignette à taux fortement croissant, comme celle qui a été instaurée au Danemark, est probablement plus efficace qu'un régime de feebates, puisqu'elle intervient chaque année et potentiellement durant tout la durée de vie du véhicule.

Coût

Le régime de feebates est supposé être fiscalement neutre pour les ménages donc également pour l'Etat. Il comporte cependant un coût d'administration étant donné le besoin de contrôle du programme, d'ajustement de la valeur de référence ou du taux de feebate pour maintenir sa neutralité, et de collecte des taxes ou remboursements.

Acceptabilité d'un régime de feebates

Les constructeurs reconnaissent qu'une telle mesure peut inciter à la découverte et à l'utilisation de nouvelles technologies plus efficaces du point de vue énergétique. Néanmoins, ils affirment être en désaccord avec une mesure de taxation à l'achat et militent pour une taxation à l'utilisation des véhicules qui leur paraît plus compatible avec la logique du scénario 3 du Commissariat du Plan. Une taxation à l'achat aurait pour effet, disent-ils, de retarder le renou-

vellement du parc (surtout pour la tranche des acheteurs de grosses cylindrées). En revanche, une taxation à l'usage inciterait les automobilistes à limiter l'utilisation de leur véhicule. Une taxation en fonction des heures de circulation – système adopté aux Pays Bas – serait, par ailleurs une solution alternative à cette mesure.

A cet argument, les constructeurs ajoutent que cette mesure est contradictoire avec la hausse de la fiscalité sur le gazole visant à freiner la diesélisation du parc, puisqu'une détaxe à l'achat des véhicules à faible consommation favoriserait les véhicules diesel.

Un ingénieur spécialiste des transports considère que, sur le long terme, cette mesure reste peu efficace. A supposer qu'un tel dispositif incite à la découverte de nouvelles technologies plus économes, celles-ci, une fois inventées, seront appliquées à l'ensemble du parc rendant ainsi l'attribution de la prime à l'achat caduque. Il reconnaît cependant que la stratégie des constructeurs n'est pas vraiment orientée vers les questions de consommation. La tendance consiste plutôt à équiper les voitures de nouveaux instruments de confort (climatisation, tableaux de bord informatiques, sièges anatomiques, etc.) qui rendent les voitures plus lourdes et qui augmentent la consommation d'énergie.

Selon le représentant de l'industrie pétrolière, l'objectif consistant à créer des modèles de véhicules moins consommateurs d'énergie ne peut se réaliser qu'après un accord sur le plan international puisque les constructeurs n'investiront pas à la création des nouveaux modèles, très probablement plus coûteux à l'achat, pour satisfaire le marché d'un seul pays demandeur.

Notre interlocuteur au Ministère des transports reste également perplexe quant à l'efficacité d'une telle mesure. L'expérience des primes à l'achat déjà expérimentées en France et en Allemagne montre que l'incitation à l'achat d'une voiture équipée de la nouvelle technologie est faible. La vignette qui existait jusqu'à maintenant semblait plus efficace, notamment depuis 1998 avec le nouveau mode de calcul du prix de la vignette en fonction de la puissance réelle des voitures et de leurs émissions de CO₂. Le représentant du Ministère de l'environnement est pour sa part favorable à l'établissement d'une détaxe ou d'une surtaxe en fonction de la consommation des véhicules et regrette qu'une telle mesure n'ait pas été retenue par le groupe travaillant sur l'effet de serre. Quant aux associations rencontrées, le discours reste ambigu : d'une part, elles sont favorables à toute mesure incitant à une moindre consommation d'énergie mais elles

sont contre l'attribution de primes à l'achat des véhicules. L'objectif, selon les acteurs rencontrés, doit être la diminution du nombre de véhicules et l'augmentation des transports en commun. L'attribution d'une prime à l'achat risque de renforcer la tendance actuelle qui privilégie les modes individuels de déplacement. Quoi qu'il en soit, au cas où une telle mesure serait adoptée, ces mêmes acteurs insistent pour que les fonds réunis par la surtaxe soient attribués au renforcement des transports en commun. Au delà de ces réserves exprimées par les acteurs rencontrés, on pourrait ajouter que les voitures puissantes sont achetées essentiellement par une tranche de la population qui est en mesure de faire face financièrement au surcoût imposé par le système de surtaxe. Ainsi, on peut supposer que la part des acheteurs qui renonceront à l'achat d'une voiture de grosse cylindrée sera faible. Parallèlement, il y a toujours le risque que les acheteurs recourent à l'achat d'une voiture puissante d'occasion, plus polluante, plutôt que d'une voiture neuve de faible puissance.

Selon un acteur associatif, cette mesure peut bénéficier d'une acceptabilité sociale assez grande de la part des automobilistes, celle-ci pouvant être renforcée si les sommes réunies par la surtaxe des grosses cylindrées sont attribuées au développement des transports en commun (bien qu'un régime de feebates soit conçu comme fiscalement neutre). Pour inciter les constructeurs à intégrer de nouvelles technologies plus économes en énergie, cette mesure doit concerner plus d'un pays. Un accord au niveau européen serait en ce sens souhaitable.

Délai

Dans l'étude OCDE, un effet d'annonce est pris en compte puisque cinq années séparent la décision de la mise en œuvre d'un régime de feebates de son application effective. Cette période peut correspondre également au temps nécessaire à l'aboutissement d'une négociation entre les pouvoirs publics et les constructeurs automobiles sur les modalités de mise en place de ce nouveau régime fiscal.

Ainsi que le note le rapport du groupe Transport du CGP, un régime de feebates aura une efficacité renforcée s'il est mis en place à l'échelle du marché automobile, c'est-à-dire à l'échelle européenne, étant donné le rôle central joué par les constructeurs. En terme de délai, on peut se référer au temps de négociation de l'accord ACEA qui a été de l'ordre de six ans.

La difficulté porte par ailleurs sur l'effet en France d'un régime de feebates défini au niveau européen, puisque la puissance moyenne du parc de VP français est inférieure à la puissance du parc européen. Afin d'éviter des effets pervers (rabais distribués plus largement dans un pays que dans l'autre incitant à l'achat de véhicules), il doit être adapté aux caractéristiques des parcs de chaque pays tout en allant vers une convergence des différentes taxations. Une fois le régime de feebates adopté, son effet est très progressif puisqu'il concerne seulement les véhicules neufs conjugué à un taux de pénétration des innovations technologiques parmi ces véhicules comme le montre l'étude OCDE. Il affectera l'ensemble du parc au rythme de son renouvellement, donc au-delà de dix ans.

Hausse de la taxe à l'essieu

La hausse de la taxe à l'essieu prévue dans le scénario Environnement est significative puisqu'elle correspond à une hausse du coût du transport routier de marchandises par véh.km de 36 centimes en 2020³¹ pour un coût total proche de 7 F, soit environ la moitié de celle occasionnée par la hausse de la TIPP (64 cts en 2020). Cette taxe est aujourd'hui de 3440 F par an en moyenne pour les véhicules de plus de 12 tonnes³², soit environ 5 cts par véh.km. Cette taxe serait donc multipliée par 7, soit 24 000 F par véhicule et par an en moyenne.

Effet de la hausse de la taxe à l'essieu

Cette hausse de la taxe à l'essieu renchérit le coût du transport routier de plus de 6% à l'horizon 2020. Nous faisons l'hypothèse que le montant de cette taxe est stabilisé entre 2020 et 2030. Les services du Ministère des transports retiennent une élasticité du trafic routier de marchandises à son coût de -0,4³³ ; cette élasticité est cohérente avec l'élasticité du trafic au prix des carburants de -0,1 retenue précédemment pour l'analyse de l'effet de la hausse de la TIPP.

La hausse de la taxe à l'essieu à hauteur de 24 000 F par véhicule conduit à une baisse de 2,5% du trafic routier de marchandises, soit -10 Mds de veh.km en 2030. Contrairement à une hausse de la TIPP qui agit sur les trafics et sur les consommations unitaires des véhicules, la hausse de la taxe à l'essieu n'a pas d'effet direct sur les consommations unitaires donc l'effet sur la consommation globale est simplement proportionnelle à la baisse de trafic. Ainsi, la consommation d'énergie du transport routier de marchandises serait réduite de 0,3 Mtep, et les émissions de CO₂ de 1 MtCO₂.

Analyse

Internaliser les coûts externes du transport routier de marchandises

La hausse de la taxe à l'essieu préconisée dans le scénario Environnement représente un accroissement annuel de 8% par an. A titre de comparaison, le scénario C du SES-DAEI fait l'hypothèse d'une taxe à l'essieu de 12 371 F en 2020 et le scénario D de 27862 F, soit une hausse du coût du transport routier de marchandises respectivement de 19 et 43 cts. Le scénario Environnement fait donc une hypothèse intermédiaire proche du scénario D. Cette hausse est basée sur une meilleure prise en charge des coûts d'infrastructures par le trafic de poids-lourds et l'internalisation de ses coûts externes.

Coût

Les modalités de traitement de la taxe à l'essieu sont assez complexes, puisqu'elles distinguent de nombreux types de véhicules, en fonction du nombre d'essieux, du type de suspension, de la présence ou non remorques... Le volume global de la taxe à l'essieu est longtemps resté faible (423 MF en 1998), alors que les débats qu'elle génère sont souvent très forts et mobilisateurs chez les routiers. En 1999, son assiette a pourtant été élargie à tous les véhicules de plus de 12t. La recette est ainsi passée à 725 MF. Pour le scénario Marché, il est supposé par le CGP que la taxe à l'essieu reste constante. Dans le scénario Environnement, comme nous l'avons vu précédemment, elle augmente de 8% par an, pour atteindre 24000 F par véhicule en moyenne en 2030. La recette de la taxe à l'essieu atteint alors 10 GF en 2030, générant un gain net de + 8 GF par rapport au scénario Marché.

Acceptabilité

Nous avons obtenu peu de réponses concernant cette mesure. Les acteurs affirment soit qu'ils sont incompetents, soit qu'ils n'ont pas pris de position sur ce sujet. Le principal obstacle que les acteurs mettent en avant est l'opposition active des transporteurs routiers qui subiront une augmentation du coût du transport des marchandises et donc une baisse de leur compétitivité. Pour cette raison, le Ministère de l'environne-

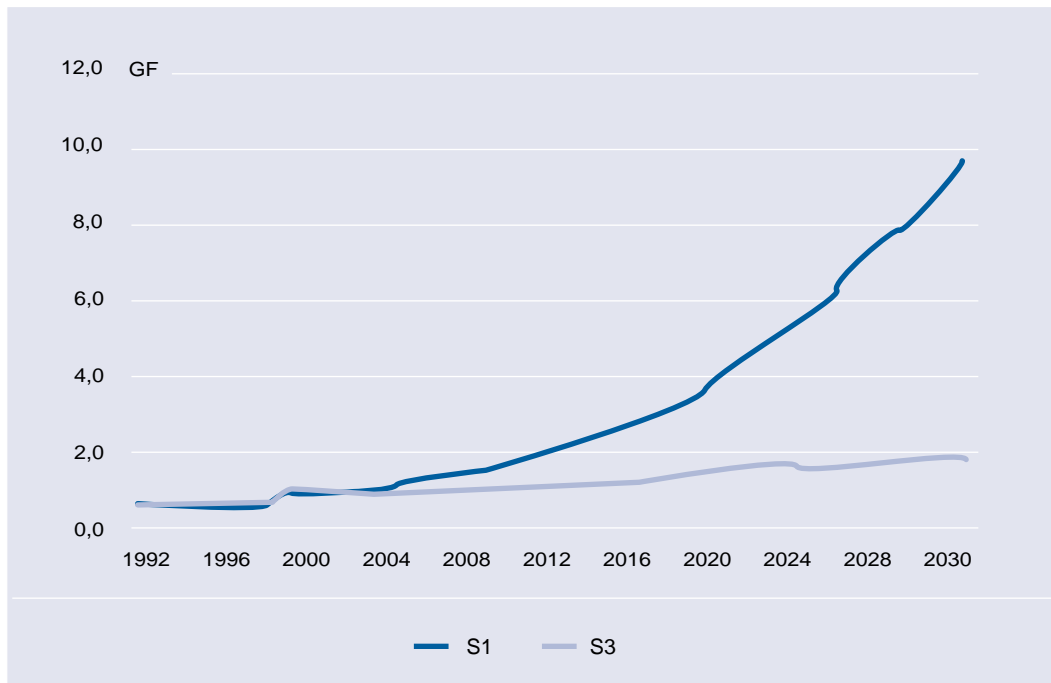


Figure 10
Evolution de la recette "taxe à l'essieu" sur les PL

ment propose également pour cette mesure l'adoption d'une décision européenne harmonisant le taux de cette taxe au sein de l'Union. D'après un ingénieur spécialiste des questions des transports, la taxe à l'essieu est particulièrement basse (moins d'une demi-journée du chiffre d'affaires). Son augmentation est ainsi justifiée mais son impact environnemental paraît particulièrement faible : pour qu'une telle taxation soit fructueuse, il faut mettre en place un autre mode de transport des marchandises aussi satisfaisant que la route. Cela n'est pas facile à obtenir car plusieurs facteurs concourent au choix de la route : le coût du transport ferroviaire est beaucoup plus élevé (et la taxe à l'essieu ne peut pas, à elle seule, résorber cette différence) ; le transport par camion est très précis - en moyenne, une demi-journée de retard seulement par rapport l'engagement pris - ce qui n'est pas le cas pour le ferroviaire ; enfin, le transport routier est beaucoup plus flexible que le rail. Bref, pour envisager un transfert de la route au rail dans les trente ans à venir, il faut que plusieurs conditions soient réunies qui vont bien au delà de la question du coût. Faute d'alternative efficace, l'augmentation de la taxe à l'essieu ne produira pas l'effet

escompté sur la limitation de la circulation routière. Dans l'état actuel des choses le passage aux 35 heures semble, selon le même acteur, avoir un impact environnemental plus important que l'augmentation de cette taxe.

Malgré ces réserves, et d'après l'avis d'un acteur associatif, l'acceptabilité de cette mesure est assez grande puisqu'elle touche un type d'acteurs très ciblé (les transporteurs routiers) et que la population, pour des raisons à la fois de sécurité routière et d'environnement, est de plus en plus sensible aux projets de diminution de la circulation des poids lourds. Comme pour la mesure précédente, le moment choisi pour l'adoption d'une telle mesure est important. La mise en place simultanée d'un système transparent de réallocation des sommes réunies au financement de mesures anti-pollution devrait, par ailleurs, faciliter son acceptabilité.

Délai

De la même manière que la TIPP, la taxe à l'essieu est fixée chaque année par la loi de finances. Son effet est progressif sur les premières années, l'élasticité prise en compte dans nos calculs étant une élasticité de long-terme.

Notes

²¹ contre 0,2%/an pour S1.

²² Op. Cit CGP, Rapport du groupe Transports, page 65.

²³ Notons que le scénario "société de marché" est un scénario de baisse moyenne de la fiscalité, cette baisse se concentre sur la TIPP sur l'essence (-0,5% par an) alors que la TIPP sur le gazole reste stable (cf rapport du CGP p 115 et 185).

²⁴ CGP, "Energie 2010-2020, Trois scénarios énergétiques pour la France", Septembre 1998, page 187.

²⁵ Ibid p 187.

²⁶ Selon Maurice Girault (SES-METL)

²⁷ L'opinion des consommateurs n'a malheureusement pas pu être prise en compte dans ce rapport, ce qui aurait nécessité une enquête quantitative lourde. Notons qu'une étude, commandée par l'Ademe, est en cours sur les conditions d'acceptabilité de la tarification des transports urbains (Charles Raux, LET).

²⁸ Op. Cit., CGP "Energie 2010-2020, Trois scénarios énergétiques pour la France", page 186.

²⁹ Op. Cit., CGP, Rapport du groupe Transports, page 65.

³⁰ Michaelis, L., "Sustainable transport policies : CO₂ emissions from road vehicles", OCDE, Juillet 1996.

³¹ ARC ECODIF Transports individuels, "Parc automobile et effet de serre. Agir sur le parc automobile pour réduire l'effet de serre", Les Cahiers du CLIP n°12, Mars 2001.

³² Op. Cit., CGP "Energie 2010-2020, Trois scénarios énergétiques pour la France", page 187.

³³ CNR.

Mesures réglementaires

Limitation de la vitesse et respect des réglementations

Diverses mesures sont citées dans le cadre du scénario Environnement : l'adoption d'une norme technique limitant la vitesse de pointe des véhicules légers entre 160-180 km/h, l'abaissement des limitations de vitesse de 10 km/h, le contrôle du respect des limitations de vitesse et de la réglementation sur les conditions de travail des chauffeurs routiers.

Effet

L'effet attendu selon le rapport du groupe Transport du Plan est un gain de consommation d'énergie de 1,4 Mtep pour les véhicules légers, soit une baisse des émissions de CO₂ de 3,8 Mt. En ce qui concerne le transport routier de marchandises, ces mesures conduisent à une hausse de son coût de 47 centimes/veh.km (soit 8%)³⁴. Compte tenu de l'élasticité du trafic routier de marchandises à son coût (-0,4, cf taxe à l'essieu), l'effet induit serait une baisse de trafic de 3% entraînant un gain en consommation d'énergie de 0,4 Mtep et en émissions de CO₂ de 1,2 Mt.

Analyse

Une synergie avec l'amélioration de la sécurité routière

La limitation de la vitesse maximale des véhicules a été évoquée dans le cadre du Programme national de lutte contre le changement climatique. *“La France s'est prononcée voici plusieurs années en faveur de la limitation de vitesse par construction des véhicules afin d'éviter une différence trop importante entre la vitesse qu'ils peuvent atteindre et la vitesse maximale autorisée. Par ailleurs, elle a engagé en 1999 des démarches pour obtenir des instances internationales à Genève la définition technique d'un limiteur de vitesse-avertisseur pouvant équiper toutes les voitures particulières. [...] Une étape importante pourrait être franchie par l'adoption*

*de limitations de vitesse identique sur l'ensemble des réseaux routiers et autoroutiers européens.”*³⁵ Ce programme rappelle que l'équipement des véhicules relève de décisions communautaires.

La réglementation dans le domaine des limitations de vitesse et les moyens mis en œuvre pour les faire respecter entrent en synergie avec le souci constant d'améliorer la sécurité routière. Cela impose la multiplication des contrôles de police, mais aussi des campagnes de sensibilisation prolongées.

Acceptabilité

Très favorables à une telle mesure, les écologistes, les associations de transports et les collectivités territoriales ajoutent aux effets directs attendus (réduction de la consommation d'énergie et des émissions de polluants, et renforcement la sécurité routière) d'autres effets positifs qui peuvent découler de l'application d'une limitation de la vitesse. Etant donné que les déplacements en voiture individuelle deviendront plus lents, il se peut qu'une partie des automobilistes s'orientent vers les transports en commun ; c'est une mesure de qualité de vie qui peut avoir un impact sur la lutte contre le bruit. La Mairie de Paris, en particulier, affirme sa volonté d'étendre les zones où la vitesse est limitée à 30 km/h. L'abaissement des limitations de vitesse sur les autoroutes peut enfin décourager l'achat des véhicules puissants.

Malgré ces points positifs, les constructeurs automobiles sont plutôt défavorables à une limitation supplémentaire de la vitesse. Tout d'abord, ils considèrent que le respect de la réglementation doit précéder toute discussion sur une éventuelle limitation réglementaire. L'application stricte des limites actuelles fera apparaître l'impact de la vitesse sur la pollution et permettra ainsi d'entamer une discussion sur des résultats concrets. Ensuite, ils postulent que du point de vue de la lutte antipollution, l'impact est très faible et cela pour plusieurs raisons.

Une voiture ancienne qui roule à 80 km/h est plus polluante qu'une voiture neuve qui roule à 130 km/h ; donc, le renouvellement du parc est plus important que la limitation de la vitesse. Si la limitation ne concerne que les trajets sur autoroute, l'espace urbain, où se réalise la majorité des déplacements, échappe à la mesure. Si la limitation concerne l'espace urbain, son efficacité risque d'être négative puisqu'une limitation en deçà de 50 km/h augmente la consommation des véhicules. Enfin, ils déclarent qu'une telle mesure doit être prise au niveau européen et les pays constructeurs refusent son inscription à l'ordre du jour de la Commission. En effet, l'ingénieur en technologie automobile interviewé reconnaît qu'aucune discussion n'est prévue sur cette question.

Le Ministère des transports insiste également sur les raisons qui semblent limiter l'impact environnemental de cette mesure ainsi que sur son caractère européen. Le besoin de respecter les réglementations paraît évident pour ce ministère et le responsable rencontré au Ministère de l'environnement ajoute qu'un accord existe déjà sur cette question, conclu lors des discussions sur la lutte contre l'effet de serre.

Sous réserve d'un accord européen, cette mesure est facilement applicable puisqu'il s'agit d'une simple décision réglementaire. Ceci étant dit, la mise en place, en premier, d'un système de contrôle strict des infractions à la réglementation existante devrait permettre de mieux évaluer son efficacité, mise en cause par les constructeurs automobiles.

Concernant la limitation de la vitesse de pointe des véhicules, aucune discussion n'est engagée, affirme l'ingénieur en technologie automobile rencontré dans le cadre de nos entretiens. Aujourd'hui la tendance consiste à s'orienter vers une limitation volontaire de la vitesse de la part des automobilistes. Néanmoins, la limitation de pointe existe déjà pour les poids lourds mais son respect dépend aussi de la volonté de l'utilisateur. Il est, en effet, fréquent que les transporteurs routiers interviennent au niveau du moteur pour annuler cette contrainte. Comme le reconnaissent les constructeurs, nous vivons à une époque où la vitesse est la règle et chercher à la limiter est psychologiquement très difficile.

Globalement aucun acteur n'a de position ferme sur cette mesure. Avant tout, ils sont tous d'accord pour reconnaître que la question la plus importante est de faire respecter les limitations de vitesse et ce sur quoi la politique doit se déployer en priorité. Pour les constructeurs en particulier, cette mesure est industriellement gérable mais signifie en réalité une fuite de la responsabilité des hommes politiques qui n'arrivant pas à faire respecter la règle transfèrent la responsabilité à la machine. Quoi qu'il en soit, la limitation mécanique de la vitesse ne peut se décider qu'au niveau européen et les pays constructeurs des véhicules puissants, comme l'Allemagne ou la Suède, y sont très réticents.

Délai

Les contrôles du respect des limitations de vitesse et de la réglementation sur les conditions de travail des chauffeurs routiers ont un effet à court terme. Le processus de décision pour un abaissement des limitations de vitesse peut être court s'il s'agit d'une décision pour le seul territoire français. L'effet est immédiat pour ce qui est des réductions de consommations d'énergie du à une réduction des vitesses. Mais l'intérêt de cette mesure est d'inciter les consommateurs à choisir des véhicules moins puissants et donc de freiner la "montée en gamme" du parc automobile. Cette mesure prendra donc son plein effet au rythme de renouvellement du parc automobile.

La mise en place d'une norme technique sur la vitesse de pointe des véhicules, s'il s'agit d'une décision au niveau européen, sera probablement issue d'un processus long de négociation compte-tenu de la diversité des situations au niveau européen tant du point de vue des limites de vitesse que de la puissance moyenne des parcs. Le délai pour adopter une telle mesure serait probablement supérieur au temps qui a été nécessaire à l'adoption de l'accord ACEA (qui est un engagement et non une réglementation), l'ordre de grandeur pourrait être de 8-10 ans. Son effet pourra être également apprécié au rythme de renouvellement du parc.

Le renforcement des normes sur les carburants

Le scénario Environnement tient compte d'un renforcement des normes sur les carburants. Les spécifications des carburants retenues à l'horizon 2010 et 2020 sont présentées dans le tableau 14³⁶. L'objectif est de réduire les émissions de polluants

à l'échappement des véhicules. Cependant, le renforcement des normes sur les carburants nécessite de modifier les procédés de raffinage et en général induit une perte de rendement énergétique et donc des émissions de CO₂ supplémen-

Supercarburants	Unité	Normes Union Européenne			Scénario Environnement	
		Actuelles	1/01/00	1/01/05	2010	2020
Soufre (max)	ppm	500	150	50	50	30
Benzène (max)	Vol %	5	1	1	1	1
Aromatiques (max)	Vol %	-	42	35	35	30
Oléfines (max)	Vol %	-	18	18	14	10
E100 (min)	%	-	-	-	51	51
E150 (min)	%	-	-	-	80	80
Pression vapeur d'été (max)	kPa	-	-	-	60	60
Oxygènes (max)	%m/m	2,8 (France)	2,7	-	2,3	2,3
Plomb (max)	g/l	0,15 (France)	0,005	-	-	-

Gazole moteur	Unité	Normes Union Européenne			Scénario Environnement	
		Actuelles	1/01/00	1/01/05	2010	2020
Soufre (max)	ppm	500	350	50	50	50
Indice de cétane (min)		49	51	51	53	58
Densité (max)	Kg/m3	860	845	845	840	825
Point de distillation 95% (max)	°C	370	360	360	340	340
HAP (max)	% m/m	-	11	11	11	11

Tableau 14
Les spécifications des carburants à l'horizon 2010 et 2020

taires à cette étape de transformation des produits pétroliers.

Les données concernant l'impact du renforcement des normes sur les carburants sur les émissions de CO₂ au niveau des raffineries sont quasi-inexistantes. La seule information dont nous disposons est une estimation réalisée par l'IFP sur la hausse des émissions de CO₂ induite par la désulfuration des carburants³⁷.

La teneur en soufre des carburants est importante pour plusieurs raisons :

- Elle influe sur la formation des fines particules à l'échappement. Ainsi le catalyseur d'oxydation diesel ne se conçoit qu'avec un gazole profondément désulfuré.
- Elle influe sur le fonctionnement des catalyseurs en réduisant leur durabilité et leur efficacité. L'efficacité dans la durée des catalyseurs est primordiale si l'on veut respecter les futures normes d'émission. En effet, l'injection directe essence et son corollaire la combustion avec un mélange très pauvre accroîtront les émissions de NOx.
- Un carburant à basse teneur en soufre facilite l'introduction de moteurs plus économes.
- La réduction de teneur en soufre permet également de réduire les émissions de SO₂ à l'échappement.

Effet de la désulfuration des carburants à 50 ppm sur les émissions de CO₂ en amont de la filière carburant

Selon l'IFP, réduire la teneur en soufre des carburants (essence et gazole) de 500 ppm à 50 ppm accroît approximativement les émissions de CO₂ de 28% pour la production d'un litre d'essence et de 75% pour la production d'un litre de gazole (tableau 15).

Nous ne disposons pas d'évaluation des surémissions de CO₂ liées à une désulfuration de l'essence jusqu'à 30 ppm telle qu'elle est suggérée dans S3 à l'horizon 2020.

Compte-tenu des consommations de carburants dans S3 en 2030, le passage de la teneur en soufre des carburants de 500 ppm à 50 ppm conduit à une hausse des émissions de CO₂ du trafic routier total de l'ordre de 5 Mt pour l'année 2030, soit près de 4% des émissions. La hausse des émissions de CO₂ pour la production d'essence et de gazole est respectivement de 1 MtCO₂ et 4 MtCO₂.

Concernant cette mesure, nous ne disposons pas d'informations suffisantes permettant d'estimer le coût pour les raffineurs de la désulfuration des carburants. Des évaluations existent pour une unité particulière selon les coupes réalisées, mais seule une estimation globale au niveau du parc européen de raffinage pourrait fournir des indications économiques correctes. Par ailleurs, au-delà de la teneur en soufre, d'autres spécifications sont déterminantes dans les procédés choisis, l'indice de cétane par exemple.

Acceptabilité

Les constructeurs automobiles acceptent bien volontiers un renforcement des normes sur les carburants en insistant sur le fait qu'il est d'ores et déjà reconnu que les carburants constituent un facteur majeur de pollution. L'évolution de la technologie anti-

Tonne de CO2 pour une tonne de carburant	
Essence à 500 ppm de soufre	0,32
Essence à 50 ppm de soufre	0,41
Gazole à 500 ppm de soufre	0,2
Gazole à 50 ppm de soufre	0,35

Tableau 15
Emissions de CO₂ indicatives au niveau des raffineries

pollution, disent-ils, est moins avancée sur le plan des carburants que sur celui de la technologie moteur. Aux Etats-Unis, par exemple, ils ont d'abord inventé le moteur fonctionnant sans plomb et ensuite l'essence sans plomb. Il en va de même actuellement pour les filtres à particules qui ne peuvent être appliqués qu'avec une baisse de la teneur en soufre du gazole.

Tout en reconnaissant que les carburants polluent lors de leur combustion, les raffineurs sont pourtant opposés au renforcement des normes qu'ils considèrent néfastes sur le plan environnemental. Selon eux, pour travailler sur la réduction des pollutions, il faut penser globalement l'ensemble de la chaîne depuis l'extraction du pétrole jusqu'à l'usage final. Lorsqu'un changement de norme sur les carburants est imposé, la production du nouveau type de carburant a pour effet d'augmenter les émissions de CO₂ lors du raffinage. Ni les constructeurs, ni les décideurs ne semblent prendre en considération ce paramètre qui a pourtant pour résultat d'annuler l'impact environnemental positif escompté. En outre, la pollution rejetée par un carburant lors de son utilisation, dépend de la qualité de fonctionnement du moteur. Ainsi, les raffineurs considèrent comme plus important de garantir le bon entretien des moteurs et de respecter les spécifications définies par les directives EURO III et IV. C'est, disent-ils, une façon pour lutter contre le vieillissement du parc automobile qui joue contre les efforts effectués en matière de carburant.

Alors que c'est une mesure indispensable pour notre interlocuteur au Ministère de l'environnement, au Ministère des transports les responsables rencontrés sont plus nuancés. Il est vrai que, contrairement à ce qui était le cas jusqu'à présent, les normes sur les carburants doivent évoluer au même rythme que les normes sur les moteurs. Or, il semble qu'avec les directives EURO III et EURO IV nous arrivons à des taux de pollution trop faibles pour espérer des améliorations spectaculaires, ce qui pose un problème en termes de coûts-avantages. Par ailleurs, d'après l'acteur interviewé, un changement fréquent de la qualité des

carburants pose un problème d'ordre économique : l'exploitation des raffineries existantes devient impossible lorsqu'il s'agit de changer constamment de qualité de carburant. Chaque fois qu'une nouvelle technologie moteur apparaît, il faut lancer sur le marché un type de carburant spécifique adapté à ce progrès. Or, étant donné que le parc automobile comporte toujours des véhicules anciens, la production de l'ancien carburant doit continuer. Produire simultanément un nombre de carburants de plus en plus important devient industriellement ingérable. Cette contrainte doit aussi être associée à toute éventuelle mesure d'incitation fiscale pour l'achat des véhicules à nouvelle technologie. Une augmentation rapide de la demande du nouveau carburant risque de déséquilibrer fortement le marché des carburants. Les collectivités locales sont favorables au renforcement des normes sur les carburants. Elles sont déjà engagées dans plusieurs régions pour l'utilisation des technologies moins polluantes en subventionnant le renouvellement des flottes publiques de véhicules. Par ailleurs, elles sont en négociation avec des constructeurs et exercent des pressions pour inciter au développement des technologies propres. Les acteurs associatifs sont également favorables à cette mesure dont l'acceptabilité sociale est, selon eux, très élevée.

Pour renforcer l'acceptabilité de cette mesure, trois conditions paraissent nécessaires : d'abord, il s'agit d'évaluer son efficacité environnementale effective en prenant en considération à la fois l'ensemble de la chaîne d'exploitation pétrolière et le rythme de vieillissement du parc automobile. Il s'agit ensuite de faire évoluer les normes sur les carburants en parallèle avec celles concernant les moteurs automobiles ; cela paraît nécessaire car, non seulement les deux secteurs sont fortement interdépendants, mais aussi parce qu'un tel équilibre atténuera la concurrence entre les deux branches industrielles qui est nuisible à une politique respectueuse de l'environnement. Enfin, il s'agit de garantir une application homogène des nouvelles normes à l'échelle internationale. Sans un accord sur le plan européen, une telle mesure n'aurait aucune chance d'être appliquée.

Carburants alternatifs

Incitations à l'usage de carburants alternatifs

Dans le scénario Environnement, la pénétration d'énergies alternatives dans le parc routier intervient grâce à des réglementations nouvelles et des aménagements fiscaux dont les modalités ne sont pas précisées dans le rapport du CGP. Cette pénétration est exprimée en pourcentage de la consommation globale d'énergie du parc routier en 2020.

Afin d'apprécier les parts de marché des véhicules alternatifs et la structure des parcs en 2030, nous avons fait des hypothèses concernant les taux de pénétration de ces énergies alternatives par type de véhicules, sur la base d'une consommation totale du parc routier de 43 Mtep en 2020 (S3). Ces hypothèses sont présentées ci-dessous. La même méthode a été reconduite pour 2030.

► Nous avons considéré que le diester et l'éthanol seraient utilisés en mélange respectivement dans le gazole et l'essence. Ainsi pour parvenir en 2020 à une consommation de plus de 2 Mtep de ces deux carburants, selon nos calculs, le gazole vendu à tous types de véhicules routiers doit comporter 4,5% de diester et l'essence 8% d'éthanol.

► Les véhicules électriques pénètrent uniquement parmi les voitures particulières et les véhicules utilitaires légers à hauteur respectivement de 0,8 et 0,4 Mtep en 2020. Nous considérons que l'usage du véhicule électrique, compte tenu de ses caractéristiques, reste limité aux déplacements urbains, avec un kilométrage annuel moyen pour les VP électriques de 8000 km.

► La distribution du GNV exige des stations de compression lourdes. Le débouché principal est le marché des véhicules urbains lourds. La caté-

gorie des autobus urbains (environ 25% du parc des bus et cars, soit 18000 véhicules en 1994) connaît donc un fort taux de pénétration de ce carburant. Compte-tenu du développement des transports collectifs urbains dans S3 (voir offre d'infrastructures), le parc de bus pourrait atteindre environ 24000 véhicules en 2030 ; la part de véhicules au GNV serait de près de 60%. Cependant pour parvenir à 3% de GNV dans la consommation d'énergie de la totalité du parc routier en 2020, ce carburant doit pénétrer également de manière significative parmi les flottes captives de VP et VUL.

► Le marché prioritaire du GPL est constitué par les VP, il se développe également parmi les VUL et les bus.

Les véhicules au GPL et au GNV étant plus chers à l'achat, on considère qu'ils sont acquis par des usagers " gros rouleurs " avec un kilométrage annuel moyen élevé, du type de celui des véhicules diesel.

Ces énergies pénètrent progressivement sur la période parmi les véhicules neufs (selon une courbe en S).

Les mesures pouvant conduire à une telle pénétration des véhicules alternatifs seront proposées dans un paragraphe ultérieur.

Effet de la pénétration d'énergies alternatives

Nous présentons ici les structures des parcs par technologies à l'horizon 2020 et 2030 correspondants aux objectifs de pénétration d'énergies alternatives

	VP	VUL	Bus et cars	PL
GPL	5,0 %	2,0 %	5,0 %	
GNV	4,5 %	3,5 %	20,0 %	
Electricité	4,0 %	4,0 %		
EMC (% gazole)	4,5 %	4,5 %	4,5 %	4,5 %
Ethanol (% essence)	8,0 %	8,0 %		

Tableau 16
Pénétration des énergies alternatives par catégorie de véhicules en 2030 dans S3 (part de la consommation de chaque catégorie)

donnés par le CGP dans le scénario Environnement (cf tableau 16). Ces résultats sont issus du modèle Items de simulation des parcs routiers (cf annexe). Ils sont ensuite comparés à un scénario similaire à S3 mais sans pénétration d'énergies alternatives du point de vue du bilan global des consommations énergétiques et des émissions de CO₂ du trafic routier.

Les véhicules légers

Le parc de 37 millions de voitures particulières en 2030 compte plus de 5 millions de véhicules alternatifs dans le scénario Environnement, soit près de 15% du parc. Il s'agit de 3 millions de véhicules électriques, 1,5 million de voitures au GPL et 1 million de voitures au GNV.

Dans le scénario Environnement, les véhicules essence représentent 61% du parc en 2030 ; les véhicules électriques ne représentent que 5,5% du trafic, puisque nous avons fait l'hypothèse que leur kilométrage annuel moyen resté limité à 8000 km/an.

L'année 2030, les immatriculations neuves de VP sont de l'ordre de 2,7 millions, ce chiffre tenant compte de l'allongement de l'âge moyen du parc de 11 ans à 15 ans (cf I.3.2). Les ventes annuelles de VP diesel sont limitées à 400 000, presque rejointes par les ventes de véhicules électriques à 300 000 par an.

En 1994, le parc de VUL est constitué de 34% de véhicules à essence et 66% de véhicules diesel. La répartition essence/diesel dans les immatricu-

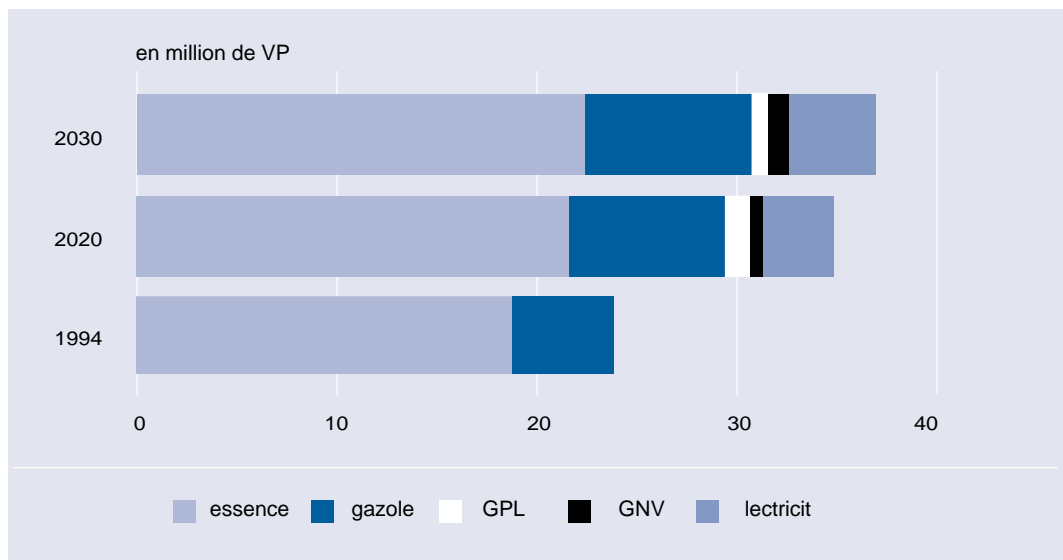


Figure 11
Structure du parc de VP

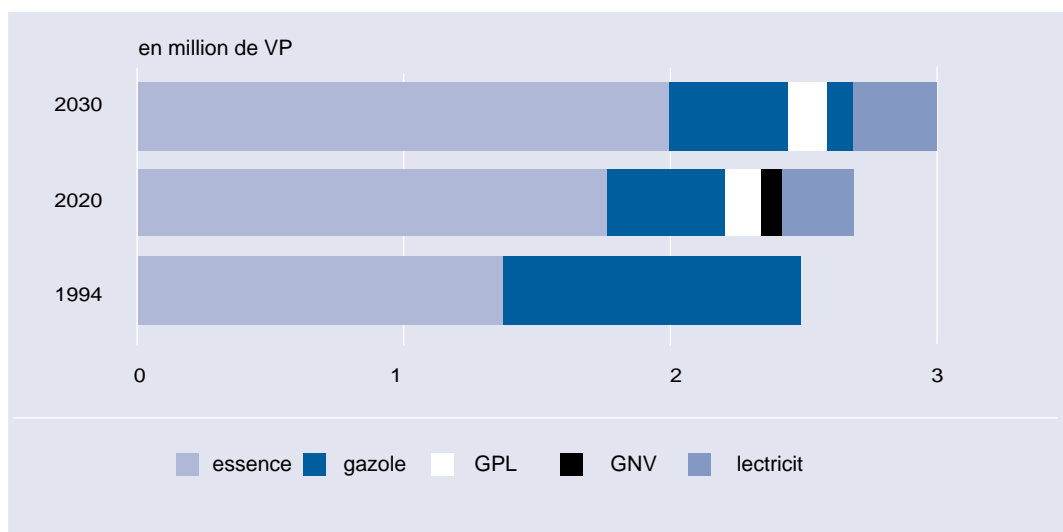


Figure 12
Structure des ventes de VP neuves

lations neuves des VUL est de 10%/90%. Selon le CGP, ce rapport est identique en 2020 dans tous les scénarios, ce qui signifie que la résorption de l'écart entre le prix de l'essence et du diesel dans S3 est sans effet et ne permet donc pas d'inverser la tendance à la dieselisation très forte du parc.

Le nombre de VUL alternatifs en 2030 est de 1,2 million, soit 10% du parc. Leur part dans le parc est donc du même ordre que celle des VUL essence.

Le parc de VUL étant multiplié par trois entre 1994 et 2030, cela conduit à une explosion des immatriculations neuves de ces véhicules³⁸. Les ventes des VUL alternatifs sont 140 000 unités en 2030, dont 65 000 véhicules électriques et 45 000 véhicules au GNV.

Les bus et autocars

La progression du trafic global et du parc des bus et autocars est limitée sur la période comparativement autres véhicules routiers³⁹. En 2030,

les bus au GNV représentent 15% du parc total des bus et autocars et les bus au GPL 4%.

Les consommations d'énergie en 2030 par type de carburant

Le graphique ci-dessous présente la structure de la consommation d'énergie de l'ensemble du trafic routier en 2030 par type de carburant dans le scénario Environnement. Le scénario Marché y est inséré à titre de comparaison. Dans le scénario Environnement, la part du gazole progresse, représentant 60% de la consommation totale du trafic routier en 2030, du fait notamment de la progression du trafic routier de marchandises pour lequel aucun carburant alternatif au gazole n'est introduit.

Les énergies alternatives, GPL, GNV et électricité, assurent environ 9% de cette consommation, soit 4 Mtep. Selon nos hypothèses, ces énergies pénètrent essentiellement dans le parc de voitures particulières. 20% du GNV est consommé par les bus.

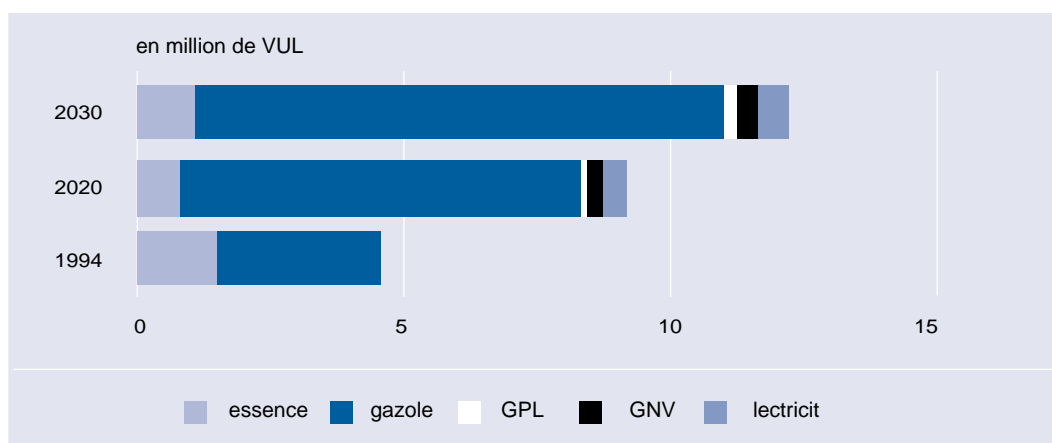


Figure 13
Structure du parc de VUL

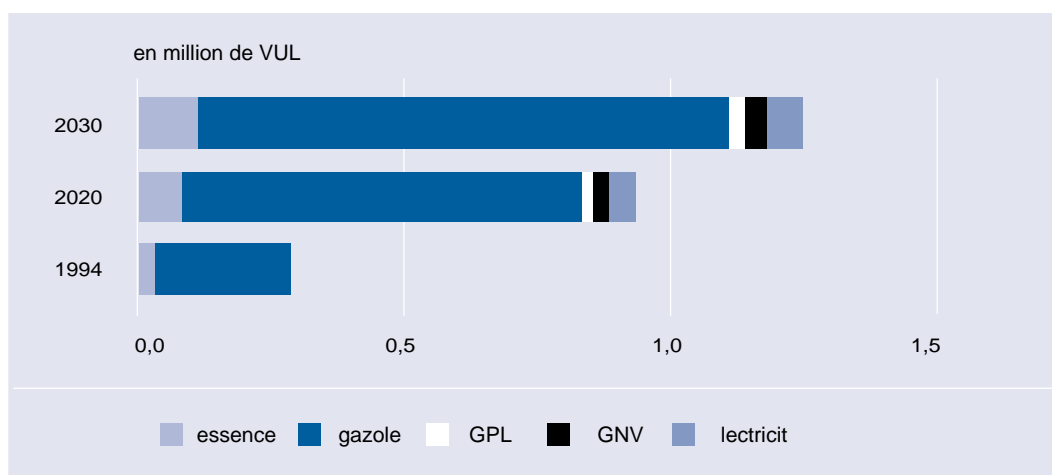


Figure 14
Structure des ventes de VUL neufs

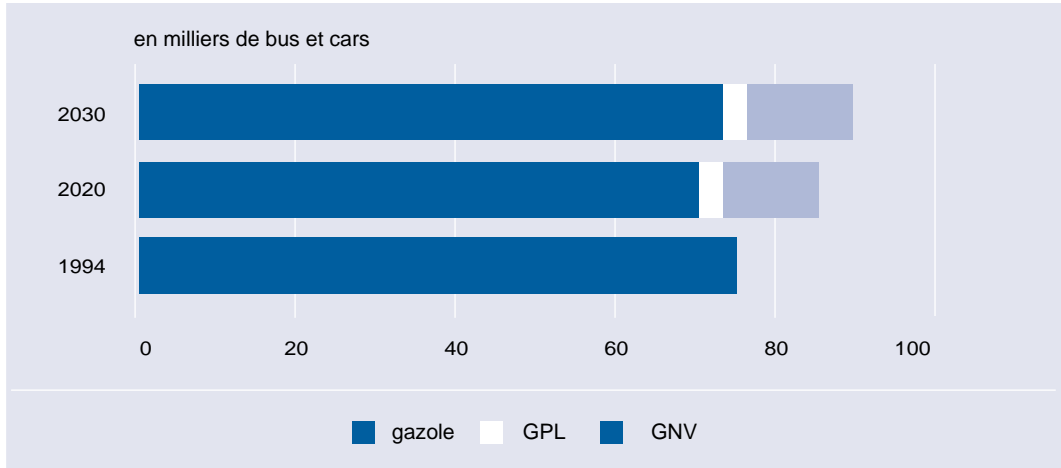


Figure 15

Structure du parc de bus et autocars

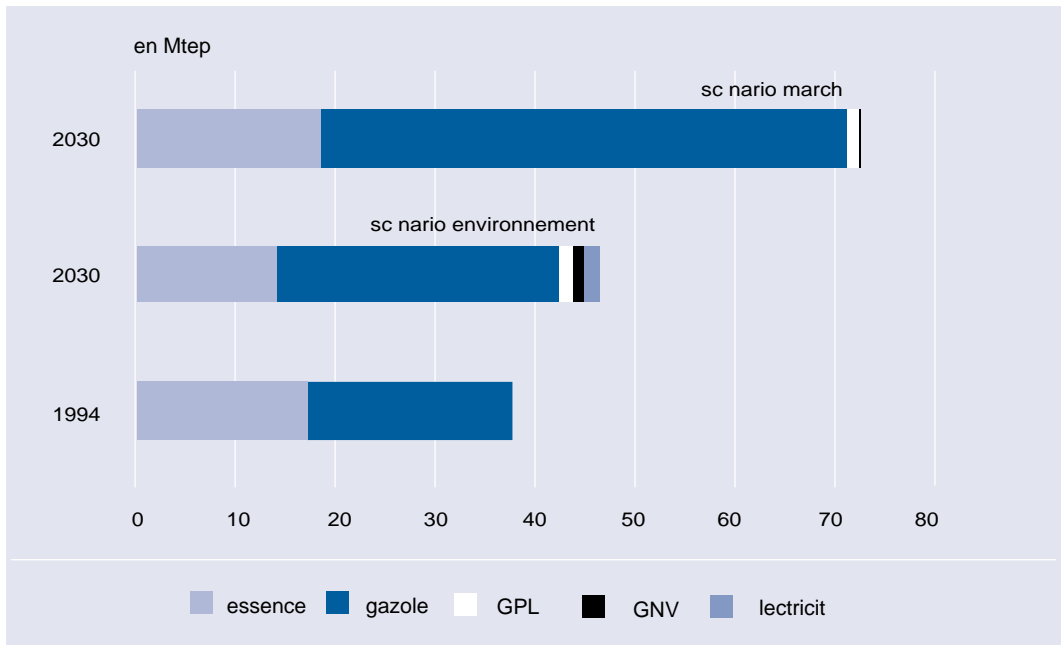


Figure 16

Evolution des consommations d'énergie du trafic routier total par type de carburant

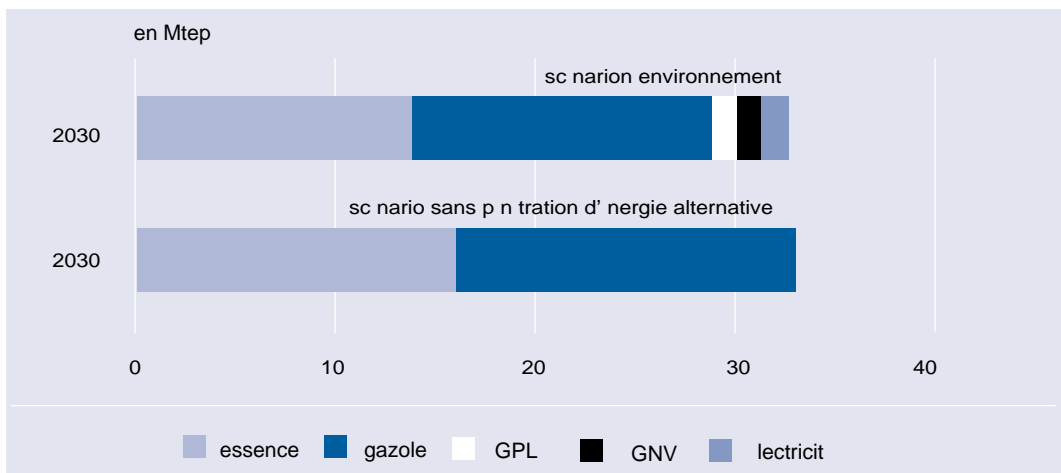


Figure 17

Effet de la pénétration des énergies alternatives sur la consommation d'énergie des parcs de VP, VUL et bus et autocars

Comparaison avec un scénario sans pénétration d'énergies alternatives

L'objet est ici d'évaluer l'effet de la pénétration des énergies alternatives sur les bilans énergétique et CO₂ du trafic routier en 2030. Nous comparons le scénario Environnement à un scénario similaire mais sans pénétration d'énergies alternatives.

Dans l'état actuel des technologies, les véhicules GNV et GPL sont pas des consommations

d'énergie significativement différentes, leurs atouts se situant essentiellement en terme de pollution locale. Par conséquent la pénétration d'énergies alternatives permet de gagner seulement 0,5 Mtep sur la consommation des parcs VP, VUL et bus et cars.

L'écart est plus significatif du point de vue des émissions de CO₂ qui est de 6,5 Mt CO₂ évitées en 2030, essentiellement du fait de la pénétration de véhicules électriques.

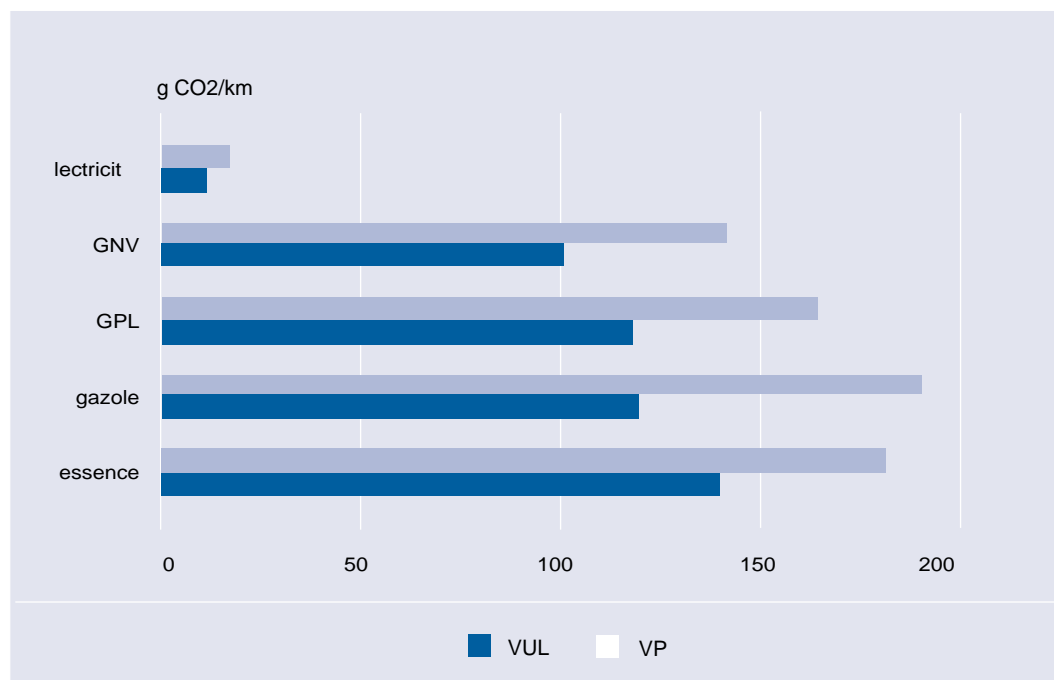


Figure 18

Emissions unitaires moyennes des véhicules légers en 2030 dans le scénario Environnement

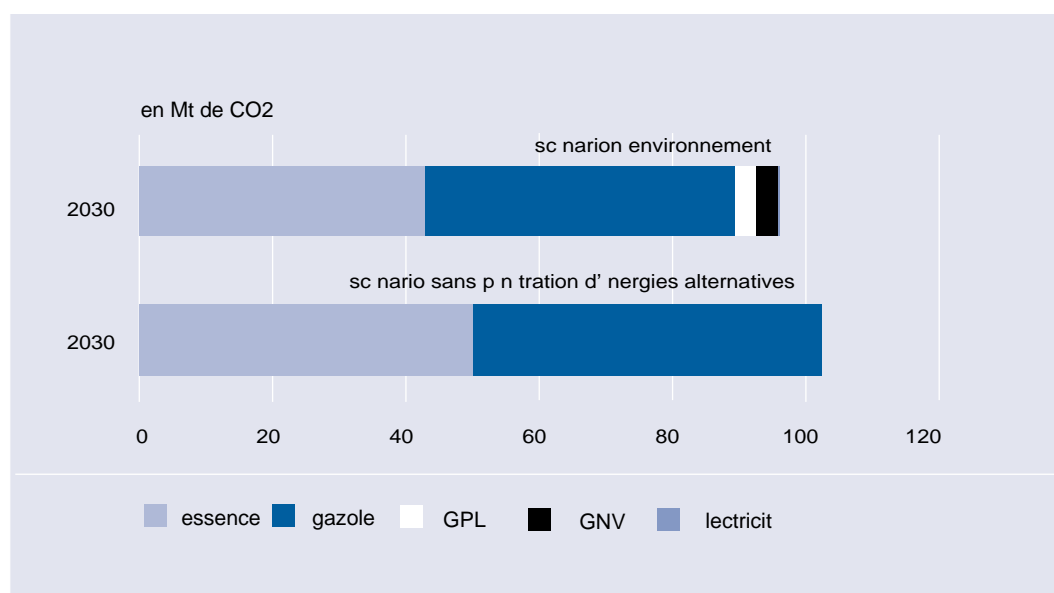


Figure 19

Effet de la pénétration des énergies alternatives sur les émissions de CO₂ des parcs de VP, VUL et bus et autocars

Tableau 17

Le marché des véhicules électriques

SES, "Le marché des véhicules", Juillet 2000 et Groupe interministériel Véhicules électriques

	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
VP					299	505	529
VU					428	856	831
Total	296	230	330	1304	727	1361	1360

Analyse

Un engagement fort de l'Etat et des constructeurs automobiles

Le parc automobile français compte aujourd'hui environ 6000 véhicules électriques (dont plus de mille détenus par EDF), 200 bus au GNV et 180 000 véhicules au GPL. Les ventes de véhicules au GPL se sont élevées à 66000 en 1998 et 48000 en 1999, en majorité en deuxième monte. Il s'agit essentiellement des voitures particulières acquises par des sociétés ou institutions publiques. En 1998, la France se situait ainsi au quatrième rang en Europe pour l'importance de son parc de véhicules GPL. Notons que l'Italie arrive de loin en tête avec un parc de véhicules GPL de 1 200 000⁴⁰.

Malgré le développement récent des véhicules alternatifs, depuis notamment la mise en place des incitations fiscales (voir annexe III), nous sommes loin des taux de pénétration nécessaires à la réalisation du scénario Environnement. Ce scénario suppose donc un renforcement des mesures actuelles en particulier en faveur des véhicules électriques et des véhicules au GNV, permettant notamment d'atteindre un marché suffisant pour faire baisser le prix de revient de ces véhicules.

Véhicules électriques

Dans S3 en 2030, le parc de véhicules électriques serait de plus de 3,5 millions, dont 3 millions de VP. Cela suppose de parvenir à des ventes annuelles de 350 000 véhicules en fin de période, soit plus de 10% des ventes. Cela suppose à l'évidence de sortir des flottes spécifiques pour atteindre une diffusion grand public, avec un coût d'achat similaire au coût des véhicules classiques ; d'autant que l'autonomie de ces véhicules restera limitée.

Les aides actuelles à l'achat de véhicules électriques compensent le surcoût du véhicule hors batteries. Les économies d'échelle peut réduire ce surcoût à néant, mais une telle diffusion des véhicules électriques suppose un effort particulier sur les batteries par le financement de programmes de R&D en vue d'allonger leur autonomie et abaisser simultanément les coûts de production. Rappelons que le scénario Environnement n'a pas tenu compte d'un développement des véhicules hybrides. Il apparaît aujourd'hui que ce type de véhicules qui pourrait se diffuser à partir

de 2005 a un avenir plus prometteur que les véhicules exclusivement électriques. Les différents types de motorisation hybride sont nombreux, à dominante électrique ou à dominante thermique ; l'autonomie du véhicule n'étant plus limitée, celui-ci est parfaitement substituable aux véhicules classiques. Dans l'hypothèse d'un véhicule hybride fonctionnant à 25% en électricité⁴¹, le parc devrait atteindre plus de 10 millions de véhicules légers pour respecter la consommation d'énergie électrique prévue dans S3 en 2030. Cela suppose une pénétration de ces véhicules élevée, bien supérieure à la pénétration du véhicule diesel par le passé, puisqu'elle ne débute qu'en 2005 ; l'implication des pouvoirs publics reste indispensable pour favoriser un tel développement.

La pénétration de véhicules hybrides conduirait par ailleurs à une baisse sensible des consommations unitaires globales puisque l'objectif affiché des constructeurs est que ces véhicules consomment 3 litres/100 km en équivalent essence à l'horizon 2015 (voir I.3.4.2). Dans le cas d'une pénétration significative de ce type de véhicules, ce n'est pas tant la substitution d'une part de la consommation d'essence ou de gazole sur l'électricité qui aurait un impact sur les émissions de CO₂, mais bien plus la beaucoup plus faible consommation spécifique de ces véhicules (même s'ils ne font aucun recours au réseau électrique).

Véhicules au GPL

Selon S3, le parc de véhicules légers comprendrait 1,7 million de véhicules au GPL en 2030 ; soit 150000 véhicules vendus annuellement en fin de période. Cela équivaut au triple des ventes actuelles.

Le surcoût d'un véhicule au GPL est de l'ordre de 12 000 F, que ce soit en première monte ou en deuxième monte, il est compensé par un coût de fonctionnement plus faible, grâce à la défiscalisation du carburant. Le développement des stations GPL (1600 en 1999) facilite sa diffusion. Le marché du GPL profite par ailleurs de l'obligation faite aux établissements publics et collectivités locales de renouveler leur parc pour 20% en véhicules alternatifs, bien qu'il soit difficile de connaître la réalité du respect de la Loi sur l'air dans ce domaine.

Suite à l'explosion du réservoir d'un véhicule à Vénissieux en Janvier 1999, les problèmes de

sécurité face au risque d'explosion limitent pour l'instant son développement. Le gouvernement a réagi rapidement en imposant la pose d'une soupape de sécurité sur tous les réservoirs, la France étant le seul pays à avoir rendu ce dispositif obligatoire. La question du stationnement reste un handicap pour les véhicules GPL. Un arrêté du 3 avril 2000 oblige dans un délai de six mois, les gestionnaires de parcs automobiles publics et couverts à apposer un panneau interdisant l'accès du parking aux véhicules GPL non munis de la soupape de sécurité adéquate⁴². "Il est interdit de stationner dans le parking du Ministère des Finances avec un véhicule au GPL", nous fait remarquer un fonctionnaire de ce ministère.

Selon la presse automobile⁴³, les constructeurs automobiles français adoptent actuellement une stratégie de repli vis-à-vis du GPL. Alors qu'ils étaient parmi les rares constructeurs à proposer des véhicules GPL en première monte, Citroën a décidé de stopper cette production, Peugeot prendre sa décision en fin d'année 2000 et Renault réserve sa production à destination des flottes captives, seule une version GPL de la Scénic sera proposée aux particuliers⁴⁴. Selon Peugeot, *"sur le long terme, le GPL connaît moins de succès que ce que l'on escomptait. Le gouvernement a fait des erreurs, l'utilisateur ne trouve pas assez de stations et il existe un problème pour le stationnement en ville. [...] On s'oriente vers l'arrêt de la production. On produira des moteurs qui pourront recevoir un kit"*⁴⁵.

La concurrence des carburants classiques compte-tenu des progrès technologiques récents, diesel common rail et injection directe essence, joue un rôle non négligeable sur les difficultés du GPL. Malgré la défiscalisation du GPL, les vignettes et cartes grises gratuites dans certains départements et les avantages quant à la taxe sur les véhicules de société, le coût du km est très proche de celui des carburants classiques. Avec les moteurs à injection directe HDI, *"sur un trajet Paris-Nice, on consomme moins de 70 litres de gazole pour faire 1000 kilomètres. Avec du GPL, pour parcourir la même distance, vous allez vous arrêter quatre fois et vous allez perdre un heure"*, explique-t-on chez Peugeot⁴⁶.

Dans la situation actuelle, le marché du GPL concerne essentiellement les flottes particulières, les taxis par exemple ou les flottes des collectivités locales du fait de la contrainte instaurée par la Loi sur l'air. Cependant, un engagement réel des constructeurs automobiles permettrait au GPL de faire des progrès techniques au moins similaires à ce qui est fait pour le diesel et l'essence, et de réduire les consommations de manière significative. Selon le vice-président du

CNPA (Comité national des professionnels de l'automobile), *"les constructeurs français n'ont pas misé sur ce carburant. Ils ont tous fait un petit geste, sans plus. Le GPL ne bénéficie pas d'investissements importants en recherche et développement. Toute une infrastructure a été mise en place pour le développement des motorisations diesel, ce qui a joué au détriment du GPL"*⁴⁷. La plupart des innovations technologiques dans ce domaine sont le fait d'entreprises de taille modeste.

Les distributeurs de gaz renforcent pour leur part la promotion du GPL, tel que Elf qui propose une carte à puce pour la gestion de l'approvisionnement en GPL des flottes d'entreprises, ou encore le Comité français du butane et du propane qui va lancer prochainement une campagne de communication en faveur de ce carburant.

Les véhicules au GNV

Ainsi que nous l'avons montré au début de cette partie, pour que la consommation d'énergie du parc routier soit assurée à plus d'un Mtep par le GNV en 2030, ce carburant doit en premier lieu devenir dominant dans le parc de bus urbains. Cependant, cela ne conduirait qu'à une consommation de GNV de 0,2 Mtep. La consommation de GNV ne peut devenir significative que si ce carburant pénètre sur d'autres marchés. Ne prenant en compte que les usages existants de ce carburant, nous avons fait l'hypothèse qu'il pénétrerait massivement dans les flottes de véhicules légers quasiment à la même hauteur que les véhicules GPL, soit 1,5 million de véhicules. Des recherches sont cependant menées pour utiliser ce carburant pour des véhicules utilitaires lourds ou encore des trains régionaux. Les obstacles principaux sont les volumes de stockage du gaz comprimé nécessaires et le coût d'investissement des stations de distribution de GNV. Notons, qu'à ce jour, aucun constructeur français ne propose de véhicules légers au GNV.

Des progrès dans la carburation permettraient d'abaisser la consommation d'énergie des véhicules au GNV de 15 à 20% avec un mélange pauvre en s'approchant de la limite minimum⁴⁸. Tout comme pour le GPL, les financements en matière de recherche et développement sont indispensables ; ce qui pourrait être d'autant plus justifié qu'aucune contrainte quantitative ne pèse sur le GNV alors que le GPL restera toujours marginal en n'étant qu'un sous-produit du raffinage.

Il apparaît clairement que les logiques industrielles sont déterminantes pour favoriser telle ou telle technologie, et y compris trouver les solutions pour les adapter aux contraintes envi-

ronnementales. L'injection directe et le filtre à particules pour le diesel proposés aujourd'hui en sont les meilleurs exemples. L'enjeu pour l'action publique est donc de parvenir à infléchir la stratégie des constructeurs dans le sens du développement des carburants alternatifs qui constituent les technologies les plus propres du point de vue de la pollution locale. Le problème reste plus délicat en ce qui concerne la réduction des émissions de gaz à effet de serre.

La première étape est certainement l'aide publique à la recherche et développement pour ces technologies. Par ailleurs, les contraintes du type de celle instaurée par la Loi sur l'air concernant les flottes captives peuvent permettre d'aider le marché de ces véhicules à arriver à maturité et à réduire les coûts de production.

A notre connaissance, il n'existe pas de statistiques sur le parc existant de véhicules appartenant à des flottes privées ou publiques. Le ministère des transports⁴⁹ indique simplement le nombre d'immatriculations neuves pour le compte de sociétés : elles représentent un tiers des immatriculations neuves de VP en 1999 et 80% des immatriculations de VUL, soit respectivement 700 000 et 400 000 véhicules. Ces chiffres sont à rapprocher des 500 000 immatriculations de voitures particulières et 100 000 immatriculations de VUL neuves au GPL, au GNV ou à l'électricité, prévues en 2030 dans S3.

Au delà de cette obligation faite dans la Loi sur l'air, pour assurer une diffusion grand public de véhicules alternatifs, les instruments à disposition des pouvoirs publics restent la fiscalité tout d'abord mais aussi les politiques de communication qu'il ne faut pas négliger⁵⁰. En matière de politique fiscale, une différenciation des taxes à l'achat ou à la possession évitent les effets pervers de la défiscalisation des carburants incitant à la hausse de la circulation. Dans ce sens, une différenciation très significative du prix de la vignette automobile aurait pu être un instrument très efficace pour favoriser l'achat de véhicules alternatifs (ou de véhicules peu consommateurs d'énergie).

Reste à savoir quel est le potentiel de progrès technologique sur les véhicules GPL et GNV comparativement aux carburants classiques, essence et diesel, avec l'introduction de motorisations hybrides, ou encore avec la généralisation par exemple du filtre à particules pour le diesel. De ce potentiel dépend l'intérêt à long terme de favoriser tel ou tel carburant, selon les bilans respectifs en terme de pollutions locale et globale. Il n'y a cependant pas d'impossibilité à ce que la technologie hybride bénéficie à toutes les motorisations thermiques, donc au GPL et au GNV également.

Coût des incitations à l'usage de véhicules alternatifs

Il est assez difficile d'estimer à quelle hauteur devraient se situer les incitations financières pour permettre le développement des véhicules alternatifs tel qu'il est prévu dans le scénario Environnement. Afin de donner une indication, nous avons fait le choix de comparer trois situations pour les voitures particulières :

- le calcul des recettes fiscales globales de l'Etat dans le scénario 3 avec un maintien au niveau actuel de la fiscalité sur les carburants alternatifs (GPL, GNV, électricité) sur toute la période (alors que la TIPP augmente pour l'essence et le gazole dans ce scénario) ;
- le même calcul avec une hausse de la fiscalité sur les carburants alternatifs similaire à celle de l'essence (1,3% par an) ; cela maintenant tout de même jusqu'en 2030 un avantage fiscal pour le GPL, le GNV et l'électricité par rapport aux autres carburants.
- Le même calcul avec une hausse de la fiscalité sur les carburants alternatifs similaire à celle du gazole (3% par an) ; cela supprimant tout avantage fiscal pour ces carburants.

Ceci est une manière d'estimer le 'cadeau fiscal' généré par la stabilité de la fiscalité sur les carburants alternatifs, et peut être considéré comme une enveloppe financière possible pour des incitations fiscales concernant ces véhicules.

▮ Cas d'une stabilité de la fiscalité sur les carburants alternatifs pour les VP

Nos simulations ont été faites sur la base des prix présentés dans le tableau suivant. Le prix retenu pour le GNV correspond au prix de vente pour les véhicules légers. Le prix du GNV pour les utilitaires lourds, tels que les bus, est plus faible et variable selon les cas. Il est basé sur les tarifs GDF pour les clients industriels auxquels il faut ajouter le coût de compression, les quantités fournies sont déterminantes dans la fixation du prix. Les tarifs pratiqués permettent en général de parvenir à un coût du carburant au kilomètre inférieur à celui du gazole. Par ailleurs, ainsi que nous l'avons vu précédemment, la taxe intérieure sur le GNV est remboursée à hauteur de 40000 litres par an pour les transports publics de voyageurs.

D'après les comptes Transports de l'INSEE pour 1998, le poste 'carburants' s'est élevé en 1998 à 157.7 GF pour les ménages. Rapporté au nombre de véhicules personnels cette année là, cela fait une facture 'carburants' annuelle moyenne de l'ordre de 5800 FF. La figure 20 présente l'évolution de cette facture en fonction des hypothèses de variations des comportements, des prix et des performances des véhicules d'ici 2030 selon le scénario Environnement.

FF	GPL par litre	GNV par m3	Electricité par kWh
Prix unitaire HT	1,87	3,25	0,60
Taxes	0,94	0,63	0,01

Tableau 18
Prix des carburants alternatifs en 1996

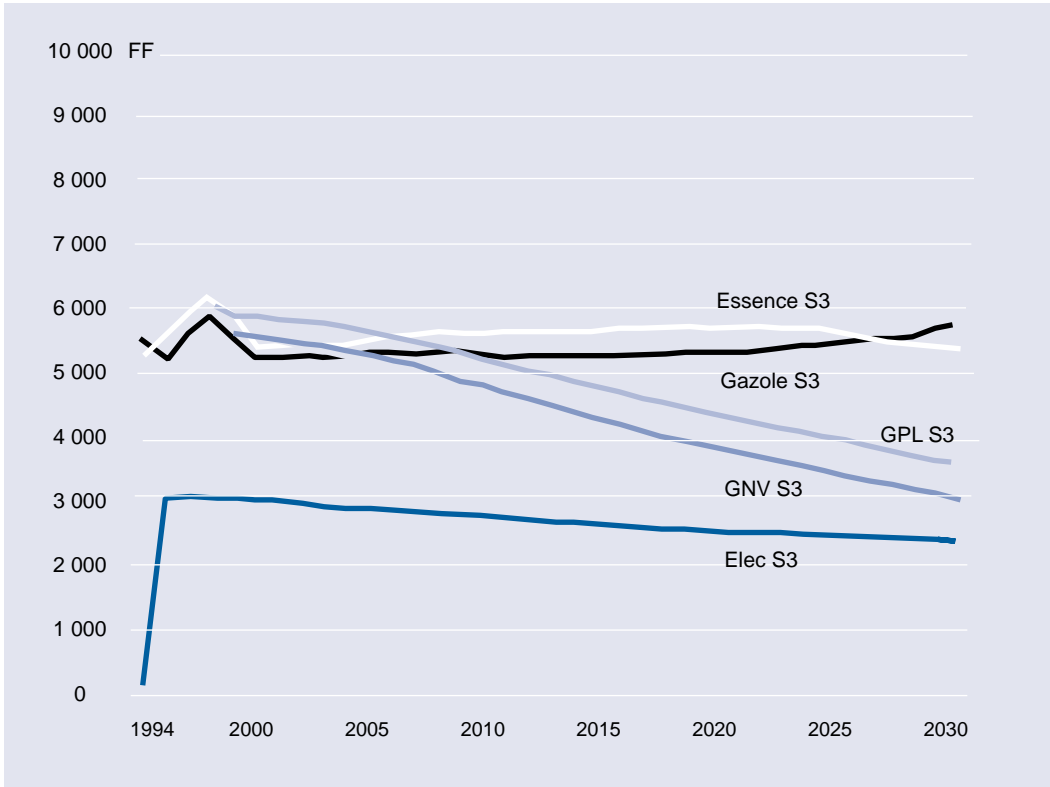


Figure 20
Evolutions S3 de la facture « carburant » d'un automobiliste - FF

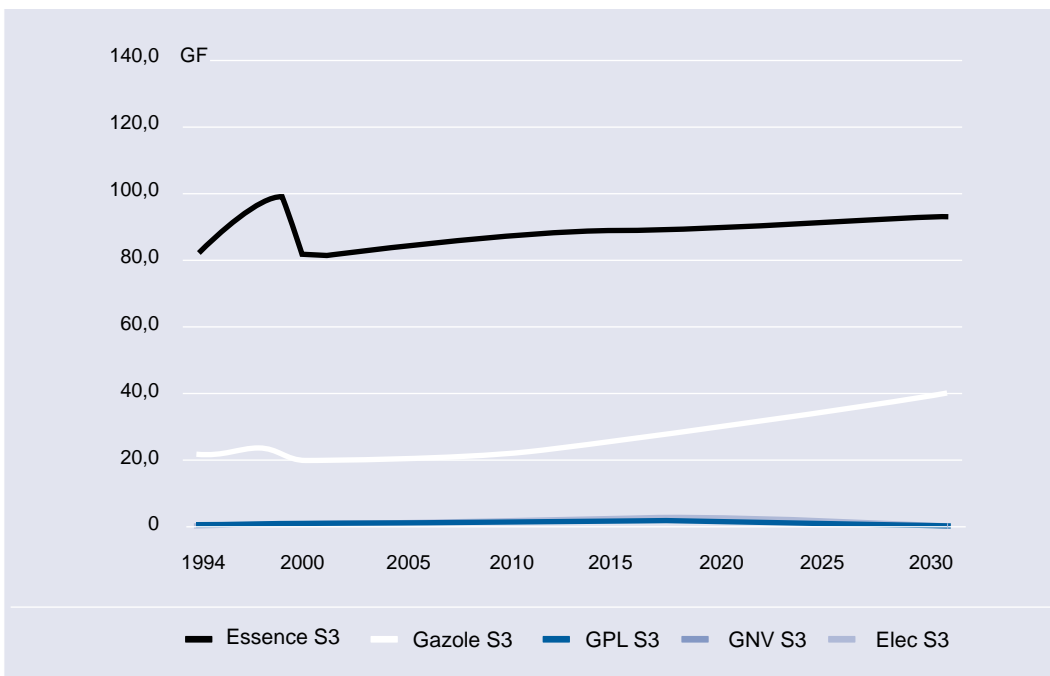


figure 21
Evolution de la recette fiscale Taxes+TVA des VP

Si l'on compare l'évolution de la facture 'carburant' par type d'alternative, il apparaît une quasi-stabilisation de la dépense carburants pour le gazole et l'essence sans plomb : les évolutions de comportements et de performances compensent les évolutions fiscales (figure 21). Par contre, la facture 'carburants alternatifs' diminue, du fait des hypothèses de taxation stabilisée. Le cas du véhicule électrique est particulier : il est calculé sur la base d'une distance moyenne annuelle de 8000 km (donc largement inférieure aux autres véhicules dont il n'est que partiellement concurrent)⁵¹.

Dans le scénario Environnement, avec une hypothèse de stabilité de la fiscalité sur les carburants alternatifs, les recettes fiscales passent de 105 GF en 1994⁵² à 137 GF en 2030. Comme nous venons de le voir, le budget carburant par automobile est stable, la hausse des prix de l'essence et du gazole étant compensée par une baisse de la circulation annuelle par véhicule. La hausse des recettes fiscales s'explique essentiellement par la conjonction de la croissance du parc automobile avec un regain des parts de marché des véhicules essence.

► **Cas d'une hausse de la fiscalité sur les carburants alternatifs similaire à celle sur l'essence**

En terme de facture par type de véhicule, on constate que le GPL et le GNV restent significativement plus intéressants que le gazole et l'essence.

L'écart de recettes fiscales chaque année est faible, il est de 1,4 GF en 2030. Cependant le cumul de la recette fiscale (y.c. TVA) sur les carburants alternatifs pour la période 1994-2030 passe de 82 GF dans le cas d'une fiscalité stable à 104 GF dans le cas d'une fiscalité croissant au même rythme que celle de l'essence. Le "cadeau fiscal" lié à la première situation est donc de +22 GF sur la période. Rappelons que les hypothèses S3 amènent le parc de véhicules alternatifs à quelques 5.5 millions d'unités en 2030.

► **Cas d'une hausse de la fiscalité sur les carburants alternatifs similaire à celle sur le gazole**

La recette fiscale supplémentaire en 2030 est alors de 4,5 GF par rapport au scénario 3 sans hausse de la fiscalité sur les carburants alternatifs. Le cumul de cette recette fiscale supplémentaire est alors de 65 GF.

Dans le scénario environnement, les recettes fiscales augmentent sur la période même dans le cas d'une stabilité de la fiscalité sur les carburants alternatifs. Le maintien d'un dégrèvement fiscal sur ces carburants est donc tout à fait envisageable, il n'est cependant sans doute pas nécessaire pour toute la période et comporte le risque de favoriser fortement l'usage de ces véhicules, leur kilométrage annuel devenant plus élevé que les véhicules classiques.

En ordre de grandeur, nous retiendrons une enveloppe budgétaire disponible intermédiaire entre les cas b et c, soit 40 GF cumulés sur la période 1994-2030 ; la moitié pouvant être utilisée au maintien d'un dégrèvement fiscal conséquent pour le GPL et le GNV par rapport à l'essence et au gazole et l'autre moitié à des subventions à l'achat pour les véhicules électriques. Notons néanmoins que c'est essentiellement en première période que ces incitations sont nécessaires afin de permettre un développement suffisant du marché.

Appréciation par les acteurs des carburants alternatifs

Un vaste débat a lieu actuellement sur ce qui doit être intégré dans la catégorie « carburant alternatif ». Le carburant qui a reçu l'attention de la presse ces dernières années et qui est d'ores et déjà disponible dans un grand nombre de stations est le GPL. Or, l'ingénieur en technologie automobile et l'ingénieur compétent en matière des transports nous font part de leur inquiétude quant au décalage qui existe entre d'une part un enjeu d'ordre politique et de l'autre un enjeu technique. Le GPL n'est pas véritablement un carburant alternatif car il pose un triple problème : tout d'abord, il ne constitue pas une diversification énergétique puisqu'il est un dérivé pétrolier qui demande, pour être peu polluant, un traitement spécifique ; ensuite, il ne constitue pas la meilleure solution environnementale du fait qu'il est une source d'émissions de CO₂ ; enfin, la technologie des moteurs GPL n'est pas encore au point pour assurer à long terme un fonctionnement non polluant.

Le GNV au contraire est une vraie diversification énergétique mais pose également une série de problèmes qui font que le débat n'est pas encore tranché sur son développement effectif. Tout d'abord, il nécessite des véhicules exclusivement conçus pour circuler au gaz. Ceci, lié à l'exploitation du gaz, pose, selon le Ministère des transports, un problème de coût non négligeable qui nécessite des incitations particulières pour que les industriels y investissent effectivement. Ensuite, comme l'affirme l'ingénieur spécialiste en matière de transports, le GNV pose un problème environnemental puisque le méthane est un gaz à effet de serre. Enfin, selon le discours développé par un des nos interlocuteurs, les collectivités territoriales se sentent prises dans une situation sans vrai choix étant donné que le GNV constitue un monopole géré exclusivement par Gaz de France.

Pour toutes ces raisons, la place du GNV dans le marché des carburants alternatifs n'est pas encore fixée. Le responsable rencontré au Ministère des transports considère que le GNV a de l'avenir mais que son utilisation sera limitée aux flottes spéci-

fiques. Quant aux constructeurs, ils lui attribuent un rôle transitoire dans leur politique de développement de modes alternatifs de combustion. Une étude des constructeurs et de l'ACEA donne des prévisions pour l'an 2020 mais l'incertitude technologique semble très forte pour s'étendre jusqu'à 2030. Elle montre que le diesel deviendra le carburant principal utilisé dans le secteur des transports et cela contrairement à la tendance actuelle qui consiste à le pénaliser. Son potentiel sur le plan énergétique, l'évolution technologique qui le rend très peu polluant, ainsi que son prix très compétitif, semblent être à l'origine de cette prévision. Le GNV n'arrive pas à diminuer considérablement ses émissions mais à moyen terme son prix baisse alors que celui du diesel augmente légèrement. Ceci fait que le GNV est utilisé comme carburant de transition. Progressivement, se dessine le passage du diesel au diesel-électrique et ensuite à la pile à combustible. Les constructeurs croient beaucoup aux véhicules hybrides mais le principal problème est pour l'instant leur coût. Quant au diester, à l'aquazol et à l'électrique, ils n'apparaissent pas intéressants ou applicables.

Les ingénieurs compétents dans les domaines de l'automobile et des transports ne croient pas à une révolution énergétique. Selon eux, les tendances montrent qu'on reste sur les carburants classiques tout en améliorant leur composition. Quoi qu'il en soit, l'accent est mis constamment sur trois conditions qui doivent accompagner le développement de tout nouveau carburant : d'une part, il s'agit de prendre en considération l'ensemble de la chaîne de production pour pouvoir évaluer la pollution globale (en ce sens, le développement de la pile à combustible suscite un débat sur la production de l'hydrogène qui est très consommatrice d'énergie) ; d'autre part, il s'agit de faire avancer simultanément les nouveaux carburants et la réglementation portant sur leurs conditions

de combustion. En effet, des primes existent actuellement pour promouvoir la nouvelle technologie de véhicules fonctionnant aux carburants alternatifs sans qu'une réglementation précise les taux d'émission de ce type des moteurs. Afin de profiter des primes, les automobilistes achètent ces nouveaux modèles ou transforment leurs moteurs pour pouvoir consommer du gaz. Or, faute de réglementation sur le fonctionnement des moteurs, ces véhicules sont plus polluants que la technologie conventionnelle. Enfin, il s'agit de contrôler la tendance actuelle qui, pour renforcer la sécurité et le confort des voitures, conduit à la production des modèles de plus en plus lourds et consommateurs d'énergie. Cela risque d'annuler les effets environnementaux positifs introduits par la consommation des nouveaux carburants.

Délai

Des mesures fiscales peuvent permettre une réaction assez rapide des usagers et notamment des sociétés, à condition que les avantages fiscaux accordés soient suffisants pour rendre le coût global au km inférieur à celui des carburants classiques. De telles mesures sont indispensables tant que le marché des véhicules alternatifs n'est pas suffisamment développé pour permettre un abaissement des coûts de production.

Simultanément, des programmes de recherche et développement renforcés devraient permettre des progrès technologiques sensibles sur des moteurs dédiés spécifiquement au GPL ou au GNV ou sur les batteries des véhicules électriques, levant certains obstacles techniques et améliorant les rendements donc le coût d'usage des véhicules. L'effet de ces innovations technologiques ne peut être attendu avant 2010, parallèlement à une pénétration significative des véhicules hybrides annoncée par les constructeurs pour cette date.

Notes

³⁴ SES-DAEI, "Perspective d'évolution de la demande de transport à l'horizon 2020", Octobre 1998.

³⁵ Op. Cit., CGP "Energie 2010-2020, Trois scénarios énergétiques pour la France", page 187.

³⁶ Programme national de lutte contre le changement climatique, MIES, MATE, Janvier 2000.

³⁷ Op. Cit., CGP "Energie 2010-2020, Trois scénarios énergétiques pour la France", page 209.

³⁸ A. DOUAUD, C. GIRARD, "Low carbon emission engines and fuel", IFP, contribution à la Conférence Fisita 1999.

³⁹ La durée de vie retenue dans le modèle est de 15 ans.

- ⁴⁰ Nous avons fait l'hypothèse que le parc de bus et cars évoluait de manière proportionnelle au trafic, donc avec un taux d'occupation fixe sur la période.
- ⁴¹ Le Journal de l'automobile, dossier GPL, n°716, Juin 2000.
- ⁴² Georgia PLOUCHART, "Introduction du véhicule électrique dans le parc français des véhicules particuliers à l'horizon 2050", CNRS-ECODEV, Avril 2000.
- ⁴³ Le Journal de l'automobile, dossier GPL, n°716, Juin 2000.
- ⁴⁴ Le Journal de l'automobile, dossier GPL, n°716, Juin 2000 ; L'automobile et l'entreprise, "Le GPL est-il en panne ?", n°47, Mai 1999.
- ⁴⁵ Op. Cit. Le journal de l'Automobile, page 32.
- ⁴⁶ Op. Cit. Le journal de l'Automobile, page 32.
- ⁴⁷ L'automobile et l'entreprise, "Le GPL est-il en panne ?", n°47, Mai 1999, page 40.
- ⁴⁸ Op. Cit. Le journal de l'Automobile, page 30.
- ⁴⁹ Selon J-Loup Gauducheau, Ademe.
- ⁵⁰ DAEI-SES, "Le marché des véhicules en 1999".
- ⁵¹ ARC ECODIF Transports individuels, "Les instruments susceptibles d'orienter l'évolution du parc automobile dans le sens de la prévention de l'effet de serre", à paraître.
- ⁵² Remarque sur le graphique suivant : la facture 'électricité' des véhicules électriques apparaît comme nulle en 1994. Elle ne l'est pas, bien sûr. Il s'agit juste d'un ajustement du modèle, le nombre de véhicules électriques étant très bas en 1994. En fait, la facture électrique annuelle est à peu près au niveau de celle de 1995.

Les offres d'infrastructures

Le scénario Environnement est ici comparé au scénario Marché. Les rythmes de développement du réseau autoroutier et du réseau de lignes ferroviaires grande vitesse indiqués dans le rapport du CGP pour S3 sont analysés par rapport à ceux de S1.

L'analyse en ce qui concerne les autres types de transports ferroviaires et les transports collectifs urbains part des données disponibles pour les deux scénarios en terme de trafics et estime l'offre d'infrastructures sous-jacente.

Limitation de la croissance du réseau autoroutier

Le réseau autoroutier était de 6300 km en 1992 (hors autoroutes urbaines), il atteindrait selon le scénario Environnement 12000 kms à l'horizon 2020⁵³, ce qui correspond respectivement à une construction de 200 kms d'autoroutes par an en moyenne sur la période 1992-2020. A titre de comparaison, les années 90 ont connu une accélération des investissements autoroutiers (300 à 350 nouveaux km par an). Cette politique a été largement revue à la baisse. En 1999, les nouvelles mises en service ont porté sur 144 km ; 141 km sont prévus pour 2000. Pour 2001, la situation devient déjà plus incertaine et actuellement, 99 km seulement sont acquis. Au-delà des problèmes de moyens financiers se posent de plus en plus celui des débats publics locaux qui remettent en cause avec succès de nombreux projets.

Nous avons fait l'hypothèse que le rythme s'infléchit dans le scénario Environnement à hauteur de 170 kms par an, ce qui correspond à une évolution linéaire entre 1999 et 2030. Le réseau routier atteindrait 13 700 kms en 2030, soit 3000 kms de moins que dans le scénario Marché (figure 22).

Effet de la limitation de la croissance du réseau autoroutier

Les travaux du CGP ne donnent pas d'indication sur l'effet attendu de cette mesure. Nous avons repris les élasticités retenues par le SES⁵⁴. L'élasticité de la circulation automobile sur le réseau national à la longueur des autoroutes est évaluée à 0,12 pour l'avenir. Les élasticités du transport routier de marchandises et du fret ferroviaire à la longueur du réseau autoroutier sont respectivement de l'ordre de 0,16 et -0,7.

La longueur du réseau autoroutier diffère de 22% entre S3 et S1 en 2030, la limitation du trafic de VP est estimée à 12 Gvkm. Pour le trafic de marchandises, cette mesure conduirait à un transfert de 15 Gtkm de la route vers le rail.

Nous n'avons pas d'indication sur l'élasticité du transport ferroviaire de voyageurs à l'offre autoroutière ; par défaut, nous considérons que le transfert modal est du même ordre que celui occasionné à l'inverse par l'accroissement de l'offre TGV sur le transport routier individuel (voir page 41) ; ainsi 25% de la baisse de trafic automobile serait reportée sur le TGV, soit environ 4 Gvoy.km.

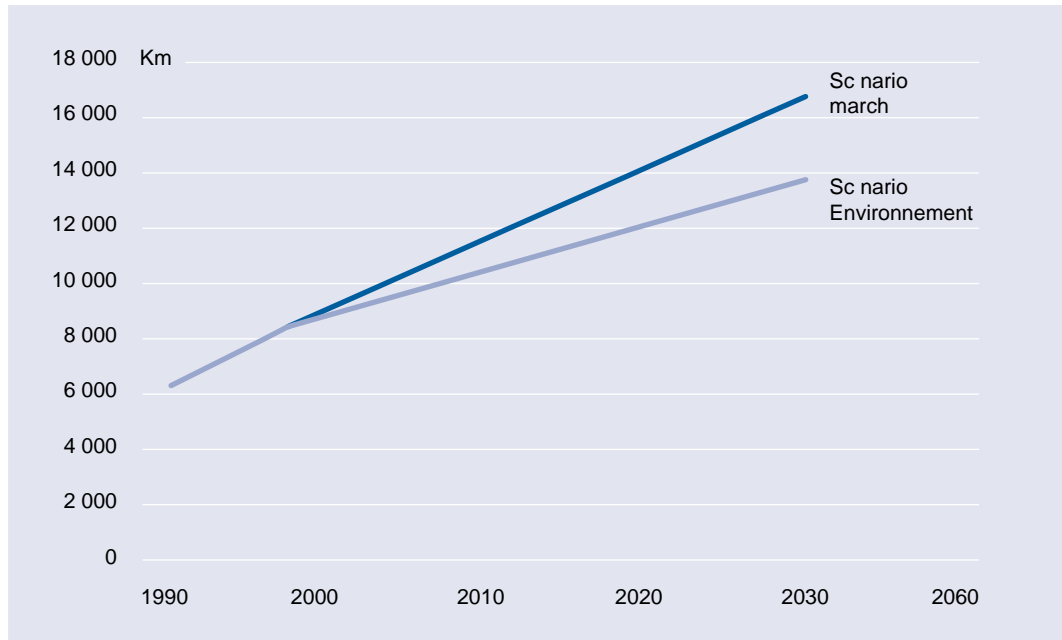


Figure 22

Evolution du réseau autoroutier à l'horizon 2030

Tableau 19

Effet de la limitation de la croissance du réseau autoroutier sur la consommation d'énergie et les émissions de CO₂ du transport

		Trafic (unité)	Consommation (Mtep)	Mt CO ₂
Voyageurs	route	-12 Gvkm	-0,6	-1,6
	rail	4 Gvoy.km	0,08	0,02
Marchandises	route	-15 Gtkm	-0,5	-1,5
	rail	15 Gtkm	0,16	0,09
Total			-0,86	-2,99

Tableau 20

Chiffres clés 1995 du secteur autoroutier concédé (6000 km) (Mds F 95)

Recettes de péages et autres	25.3 Mds de F soit 4216 F / km
Dépenses	25.3 Mds de F
dont :	
Gros entretiens du réseau	1.6 (6.3%)
Frais d'exploitation	2.0 (7.9%)
Aménagements	2.0 (7.9%)
Frais de personnel	2.9 (11.4%)
Impôts et taxes	3.9 (15.4%)
Remboursements des emprunts	5.9 (23.3%)
Frais financiers	7.0 (27.6%)
Investissements	16.5 Mds de F
Endettement	103 Mds de F

Source : Autoroutes 2020 n° 37 – Janvier 1996

Analyse

Coûts liés à la limitation de la croissance du réseau autoroutier

► Construction

Le coût d'investissement d'un kilomètre d'autoroute est très variable selon la configuration du terrain : un km en plaine coûte aujourd'hui 30-35 MF/km ; 70 MF/km en grande banlieue, 100 MF/km de montagne ; 500 MF/km pour l'A14 Orgeval / La Défense.

Il n'y a plus aujourd'hui de schéma directeur autoroutier ; le schéma de 1992 (qui prônait pour 2020 l'objectif de mettre chaque foyer à moins de 50 km d'une voie rapide) a été annulé. Il nous est donc difficile de faire des hypothèses sur le type d'autoroutes non réalisé dans le scénario Environnement par rapport au scénario Marché. Nous avons donc retenu un coût moyen en kilomètre.

Le solde d'infrastructures entre S1 et S3 est de -2000 km en 2020, et -3000 km en 2030. Si l'on exclue la construction d'autoroutes en ville et en zones denses, on peut retenir le prix moyen de 70 MF/km d'autoroutes. L'économie d'investissements d'ici 2020 est donc pour les 2000 km économisés de 140 GF et de 210 GF pour 3000 kms évités d'ici 2030.

La part financée par les pouvoirs publics (entre Etat, régions et départements) est très variable selon les cas, et leur volonté de réaliser certains tronçons dont la rentabilité financière est plus limitée (par exemple Clermont – Bordeaux, Clermont – Béziers, Rouen – Alençon). Dans le cas du tronçon (50 km) d'autoroute A89 devant relier l'A72 (Clermont-Ferrand - Saint Etienne) à

la N7 au nord-ouest de Lyon, le Conseil Régional et les Départements de la Loire et du Rhône devront payer 50% de la subvention publique d'équilibre prévue pour le projet. Un nouveau tracé est proposé abaissant l'enveloppe financière de 11 GF à 5 GF. Sur le déficit d'exploitation prévu (de l'ordre de 2GF), 1 GF sera payé par l'Etat, 0,5 GF par la région, et 0,5 GF par les départements.

► Coûts de fonctionnement

Le tableau 20 permet d'avoir un ordre de grandeur des coûts de fonctionnement des autoroutes concédées, à savoir les postes 'gros entretiens du réseau' (6,3%), 'frais d'exploitation' (7,9%), 'aménagement' (7,9%) et 'frais de personnels' (11,4%) : soit 8.5 GF pour 1995, soit encore 1.4 MF par km concédé.

En terme de coût de fonctionnement, si l'on retient cette estimation de 1.4 MF/km, l'économie est donc de l'ordre de 4.2 GF en 2030.

► Recettes fiscales

Aux taxes et impôts classiques viennent s'ajouter quelques taxes nouvelles : 1/ depuis 1992, 500 MF sont prélevés annuellement sur les recettes du péage pour financer les services de gendarmerie ; 2/ la taxe d'aménagement du territoire, instituée en 1995, est passée de 2 cts/km parcouru en 1995 à 4.5 cts/km parcouru en 1999 (2.5 Mds F).

En terme de perte fiscale pour l'Etat, si l'on retient l'estimation précédente de 0.65 MF/km, le manque à gagner est donc de l'ordre de près de 2 GF en 2030. En terme de péage, cela se traduit en 2020 par une économie des automobilistes de l'ordre de 8 GF en 2020 et près de 13 GF en 2030. Ces trois dernières valeurs sont à cumuler sur la période 1994-2030, puisque elles se renouvellent tous les ans. Il est clair que de nombreux paramètres peuvent venir influencer leurs évolutions dans le futur. Toutefois, afin de dégager des ordres de grandeur, leur cumul sur la période est faite par une simple interpolation linéaire. Il est alors possible de dégager les estimations cumulées suivantes pour la période 1994-2030 :

- Economie de fonctionnement : 78 GF
- Economie de péage pour automobilistes : 235 GF
- Pertes de recettes fiscales : 36 GF

Acceptabilité d'une croissance plus faible du réseau autoroutier

Selon le syndicat de l'industrie routière, la présence d'un système pervers de financement des routes va à l'encontre de cette mesure. Pour l'industrie routière, la construction d'une autoroute, d'une route ou d'une piste cyclable a la même valeur. Or, c'est le secteur des autoroutes

qui, faute d'un budget public suffisant, est concédé aux compagnies privées. Ainsi, alors que la gestion du réseau national est du ressort du public, la gestion de l'autoroute est donnée au privé. C'est la raison pour laquelle le lobby des constructeurs autoroutiers exerce des pressions en faveur des autoroutes. Puisque le budget public consacré à la construction des routes est insuffisant et qu'il est nécessaire de recourir au financement privé, un nouveau système doit se mettre en place permettant aux constructeurs routiers d'investir sur d'autres types d'infrastructures plus écologiques.

Il est évident qu'il ne faut pas s'appuyer exclusivement sur la route, affirme le Ministère des transports. Cependant, à côté des besoins en termes d'environnement, il y a le besoin de mobilité auquel le ferroviaire ne peut répondre que partiellement. Par ailleurs, l'efficacité de la mesure proposée par le Commissariat Général du Plan n'est pas évidente. Dans un contexte de libéralisation des échanges et pour des raisons de liberté individuelle, le transfert d'une partie de la circulation de la route vers d'autres modes de déplacement ne doit pas être perçue comme automatique. Les constructeurs automobiles donnent deux exemples parlants : la mise en place d'une politique de limitation du réseau routier en Grande Bretagne a eu pour effet, non pas de limiter le trafic, mais d'augmenter les embouteillages. La construction du TGV de Lille était censé absorber une grande partie des déplacements autoroutiers. Cependant, la circulation automobile n'a diminué que de 1%, alors que le TGV est souvent plein. Ce deuxième exemple montre que le TGV a davantage augmenté la mobilité des gens qu'il n'a limité l'utilisation de l'automobile individuelle.

Le Ministère de l'environnement, les acteurs associatifs et les écologistes sont ceux qui paraissent les plus favorables à cette mesure mais ils sont plutôt pessimistes quant à son application. Mises à part les limites relatives à l'efficacité de cette mesure, ces acteurs mettent en avant le problème de la culture des ingénieurs responsables de cette politique qui favorise la croissance des infrastructures routières. Le nouveau Plan des Déplacements Urbains de Paris est cité comme un exemple caricatural : tout en prévoyant la diminution de la circulation urbaine, le PDU augmente la voirie péri-urbaine.

Ce qui ressort du discours développé autour de cette mesure est avant tout la nécessité de l'accompagner par l'augmentation de l'offre de transport ferroviaire. Néanmoins, ce dispositif ne répond pas à la question de l'attachement des gens pour le mode individuel de déplacement. Pour cela, une politique

de promotion du transport ferroviaire accompagnée d'une politique d'amélioration du confort de ce mode de déplacement et des prix compétitifs semblent souhaitables.

Quant au développement d'un mode alternatif de transport des marchandises, le transport ferroviaire doit améliorer à la fois sa compétitivité et la qualité du service rendu. Néanmoins, la flexibilité qui caractérise le transport routier est difficile à atteindre dans le cas du rail.

Enfin, l'attachement d'une partie de l'administration aux infrastructures routières ne peut être modifiée que par l'arrivée d'une nouvelle génération d'ingénieurs, à condition que ces derniers aient suivi une formation différente qui donne à leur mission un contenu nouveau et leur permette d'intégrer les nouveaux besoins de la société qu'ils sont censés servir. Pour l'instant et à moyen terme ces besoins ne semblent pas avoir été pris en considération par les instances décisionnelles puisque les nouveaux contrats Etat-régions consacrent 20,5 milliards de francs aux routes contre, malgré une augmentation

sensible par rapport aux contrats précédents, 4 milliards seulement au rail.

Délai

Les objectifs du schéma directeur routier national adopté en 1992 étaient d'atteindre 12100 kms de réseau autoroutier à l'horizon 2005. Ce chiffre correspond à un rythme de construction de 450 kms par an sur la période 1992-2005, taux nettement supérieur au rythme constaté entre 1992 et 1999 (300 kms par an) et aux rythmes proposés dans les deux scénarios du CGP.

Un certain nombre d'infrastructures autoroutières ont déjà été décidées. Le réseau d'autoroutes de liaisons atteindrait environ 11000 kms en 2005, niveau qui ne devrait être atteint dans le scénario Environnement qu'en 2015. Cependant, un ralentissement de ce programme est tout à fait possible. Les projets de constructions ne sont réellement lancés qu'à un horizon de un ou deux ans.

Le transport ferroviaire

L'évolution du transport ferroviaire est présentée dans le rapport du CGP en terme de consommation d'énergie. La consommation de ce secteur des transports était de 2,3 Mtep en 1992 et atteindrait 3,8 Mtep en 2020 dans le scénario Environnement. Afin de poursuivre cette évolution jusqu'en 2030 et de décrire ce que serait le transport ferroviaire à cet horizon, nous avons repris les évolutions de trafics voyageurs et marchandises fournis par le modèle Médée pour l'exercice du Plan, ainsi que nous les avons présentées en première partie. L'analyse prospective de l'efficacité énergétique des trains est intéressante puisqu'elle nous permettra de comparer le rail à la route à l'horizon 2030 dans le cadre du scénario S3. Nous analyserons enfin les mesures qui sous-tendent ce scénario. De la même manière que pour le réseau autoroutier, le développement du transport ferroviaire dans S3 est comparé au scénario Marché. Afin d'avoir une analyse plus précise du transport ferroviaire, ainsi que des consommations d'énergie et des émissions de CO₂ correspondantes, nous avons détaillé la structure du trafic de voyageurs et du trafic de marchandises par type de trains en respectant les trafics totaux donnés dans le scénario S3 du CGP.

Nous avons pour cela tenu compte de la seule mesure explicite énoncée dans le scénario Environnement qui est la construction de 3800 kms de lignes ferroviaires grande vitesse supplémentaires à l'horizon 2020 (contre 1300 kms dans le scénario Marché). En 1992, le réseau grande-vitesse était de 700 kms de lignes. Les tendances sont poursuivies jusqu'en 2030. Notons que ce réseau grande-vitesse compte en 2000 1300 kilomètres de lignes.

Nous considérons que le réseau ferroviaire grande vitesse reste dédié au transport de voyageurs. La carte suivante donne un exemple de ce que pourrait être le réseau de lignes grande vitesse en 2030, totalisant 5800 kilomètres de lignes (contre 1300 kms aujourd'hui).

Le transport ferroviaire de voyageurs

Il apparaît que le trafic de voyageurs donné par le CGP en 1992 inclut les transports urbains ferrés (RATP, etc.). Ceux-ci sont donc également inclus dans le tableau suivant. L'évolution du trafic SNCF Ile-de-France et des autres trafics urbains ferrés font l'objet d'hypothèses particulières concernant les transports collectifs urbains (TCU), avec pour objectif de limiter le trafic automobile

en ville. Les hypothèses sous-jacentes sont une augmentation de 25% à l'horizon 2020 du trafic en TCU pour l'Ile-de-France et de 50% en Province pour le scénario Environnement (et une stagnation des trafics de voyageurs en TCU pour le scénario Marché).

Entre 1985 et 1999, le trafic par TGV a augmenté de près de 10% par an, se substituant au trafic des trains rapides nationaux (TRN), le trafic grandes lignes ayant globalement décliné sur la période (-6% par an). Le trafic des services régionaux de voyageurs (SRV ou TER : trains express régionaux) et le trafic en Ile-de-France ont été globalement stables.

Dans le scénario Environnement, le développement prévu du réseau grande vitesse à hauteur de 5800 kms en 2030 entraîne une forte progression du trafic de voyageurs sur ce réseau qui serait multiplié par près de 5. On remarque cependant que dans les deux scénarios la croissance du réseau est supérieure à la croissance du trafic (à moins d'afficher une hégémonie totale du trafic TGV sur tous les autres trafics). Les TRN ont un trafic réduit à 10 Gvoy.km, soit 8% du trafic total

de voyageurs de la SNCF en 2030, contre 37% en 1994.

Le trafic des SRV est plus que doublé entre 1994 et 2030, et le trafic SNCF Ile-de-France progresse de plus de 40%.

La part du trafic grandes lignes progresse de 72 % en 1994 à 78% en 2030.

Le transport ferroviaire de marchandises

Dans les scénarios du CGP, les trafics de transit et international augmentent fortement, tous modes confondus. Par conséquent, nous avons fait l'hypothèse dans le scénario Environnement qu'un effort particulier était fait par le ferroviaire d'une part pour capter le trafic de transit, ce qui se traduit par plus du doublement du trafic de trains entiers, et d'autre part pour poursuivre la croissance des parts de marché du transport combiné. Le trafic de celui-ci est multiplié par 4, ce qui représente un TCAM entre 1994 et 2030 de 4% par an, donc supérieur au taux constaté entre 1985 et 1994 (3%).

Le trafic de wagons isolés (« Autres ») se stabilise au niveau actuel, soit 13 Gtkm.

		1992	2000	2010	2020	2030
Voyageurs (Gvoy.km)	S3	72	76	95	119	149
	S1	72	72	79	86	94
Marchandise (Gt.km)	S3	49	53	63	79	105
	S1	49	46	43	41	40

Tableau 21

Rappel de l'évolution des trafics donnés dans les scénarios du Plan

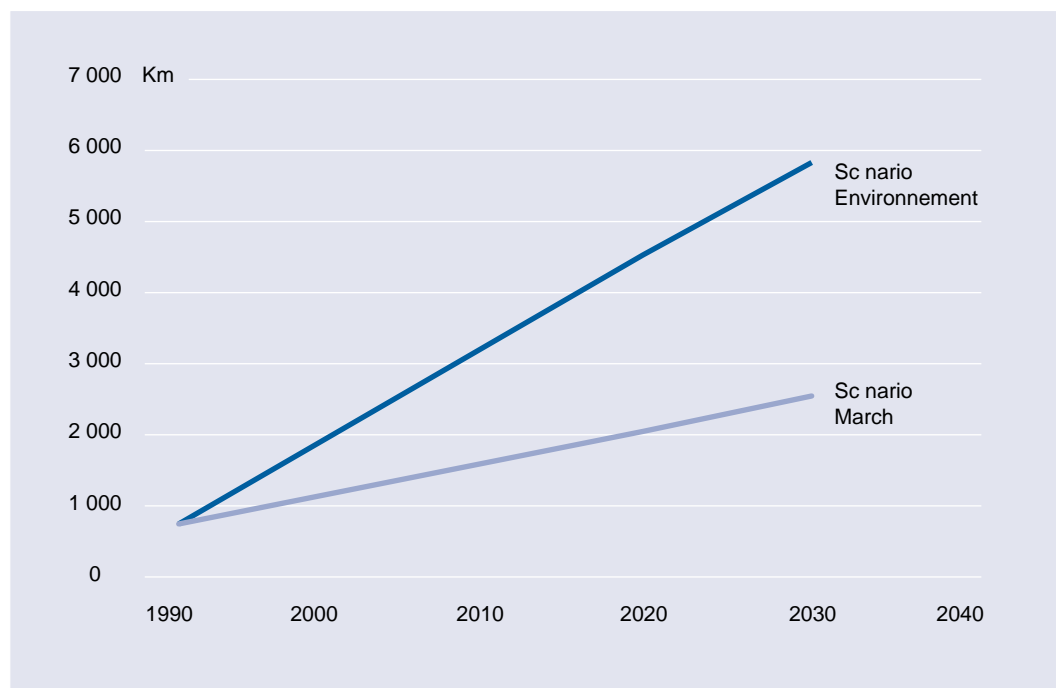


Figure 23

Evolution du réseau ferroviaire à grande vitesse à l'horizon 2030

Les consommations d'énergie

Evolution de l'efficacité énergétique des trains entre 1985 et 1998

Selon la SNCF, entre 1985 et 1998, l'efficacité énergétique des trains de voyageurs s'est plutôt dégradée. Leur consommation d'énergie a augmenté de 32% alors que le trafic n'a augmenté que de 4% et les tonnes-kilomètre brutes remor-

quées de 23%⁵⁵. Différents facteurs peuvent expliquer cette évolution ⁵⁶:

- des facteurs commerciaux : baisse du taux d'occupation des trains de près de 5% sur la période,
- des facteurs techniques : extension de la grande vitesse, mise en service de matériels plus lourds et plus puissants en Ile-de-France avec

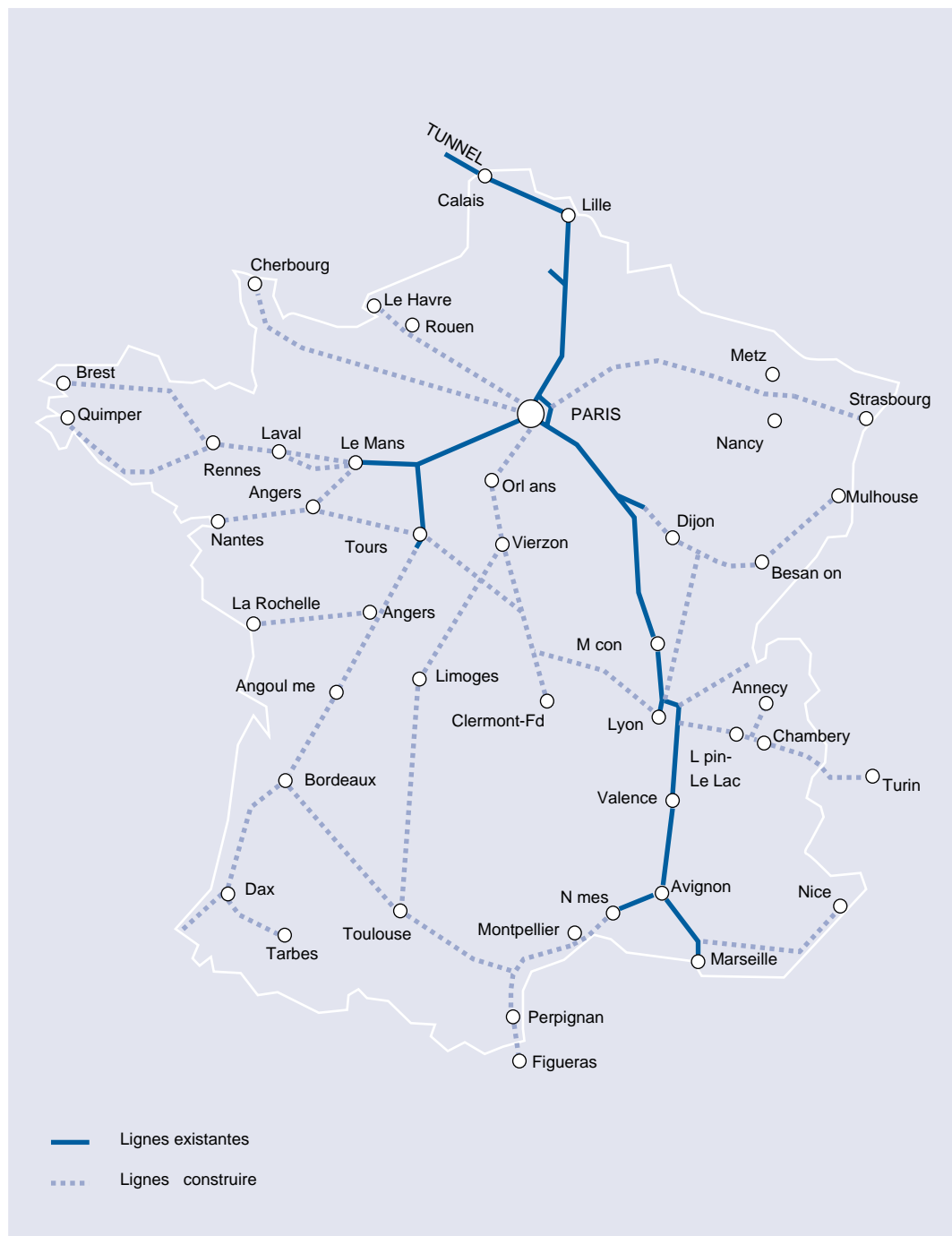


Figure 24

Exemple de réseau TGV en 2030 selon le scénario Environnement

augmentation du nombre de dessertes et généralisation du contrôle de vitesse par balise,

- des facteurs méthodologiques : modifications des méthodes de calcul en 1996 et des catégories statistiques des trains en 1993.

Notons que sur la période, la consommation d'électricité des trains de voyageurs a augmenté de 56 % et la consommation de gasoil a baissé

de 40%. La part de la consommation d'électricité passe ainsi de 77% en 1985 à 87% en 1998 (électricité comptabilisée en équivalence à la production).

Les trains diesel sont encore fréquents pour les Services régionaux de voyageurs, pour lesquels ils assurent en 1998 encore 50% du trafic (en trains.km). Ils assurent 15% du trafic des trains

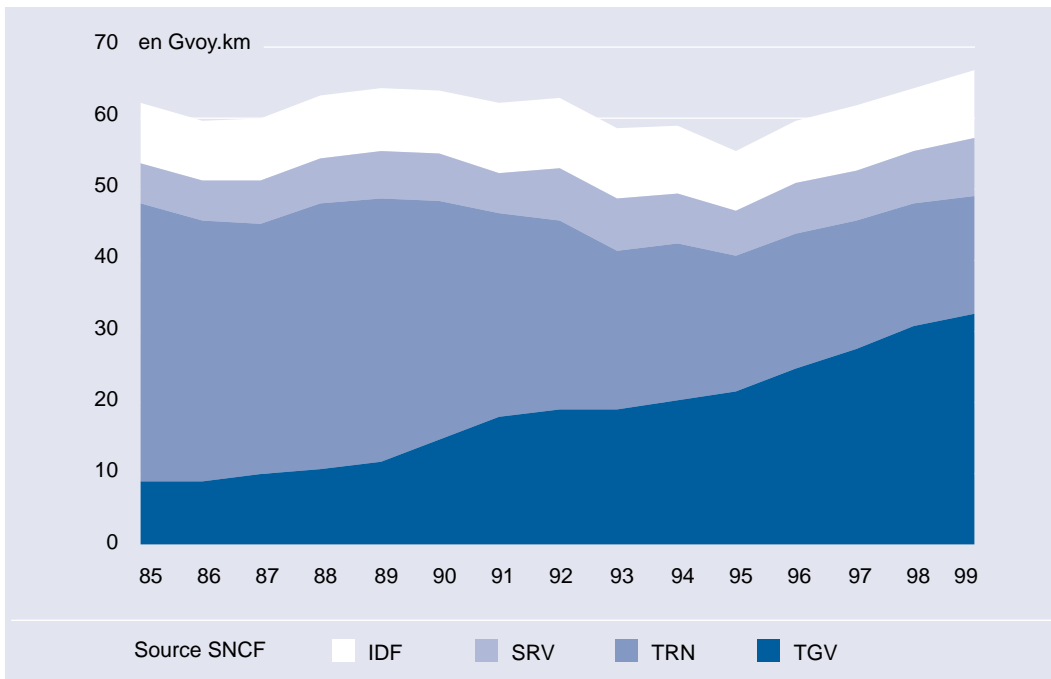


Figure 25
Evolution du trafic voyageurs entre 1985 et 1999
Source SNCF

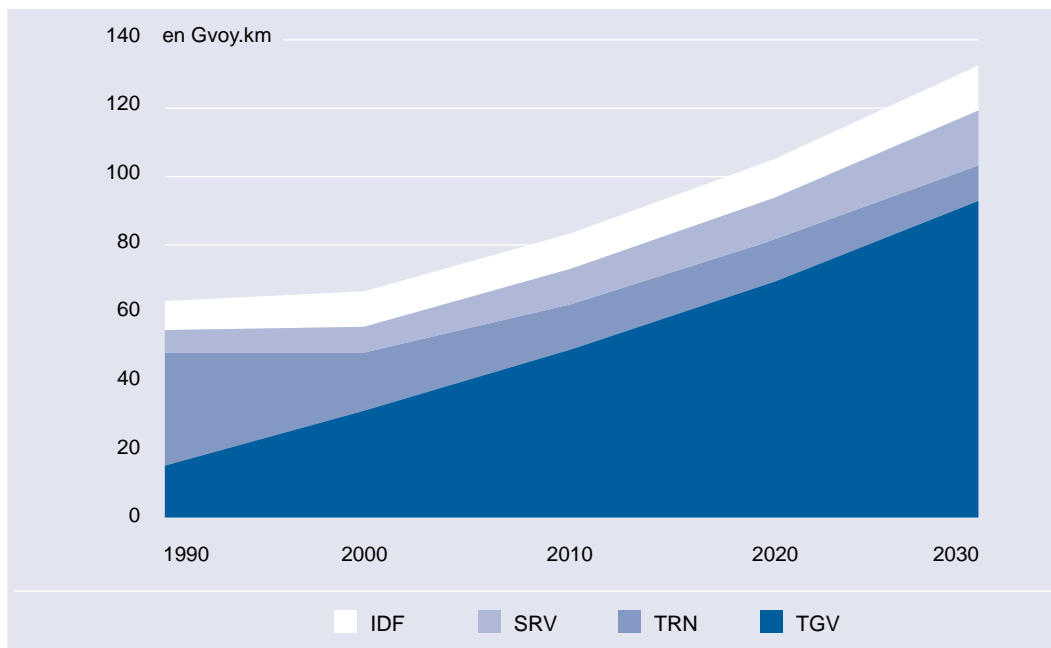


Figure 26
Trafic par type de train de voyageurs dans le scénario Environnement

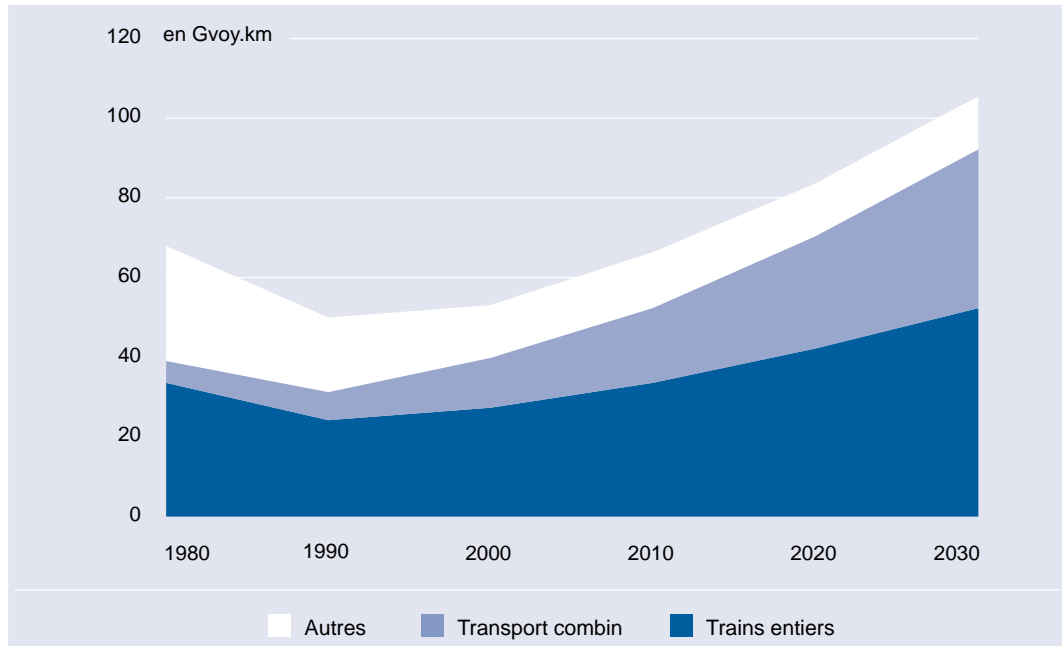


Figure 27

Trafic par type de train de marchandises dans le scénario Environnement

rapides nationaux et 2% du trafic en Ile-de-France. L'efficacité énergétique par catégorie de trains en gep/voy.km est fortement dépendante du taux d'occupation. Ainsi, il y a près d'un facteur deux entre l'efficacité énergétique des TGV et des trains en IDF.

Evolution de l'efficacité énergétique des trains de voyageurs à l'horizon 2030

► Les TGV

En 1996, les T.G.V. effectuent 21% de leurs parcours sur les lignes à grande vitesse. Ils circulent en effet sur 6133 km de lignes dont 1281 km de lignes spécialement aménagées pour la grande vitesse. Or la consommation énergétique des TGV est fortement dépendante de leur vitesse moyenne. Actuellement, la vitesse moyenne des TGV sur les voies grande vitesse est de l'ordre de 220 km/h et de 100 km/h sur les voies classiques ; ceci pour une consommation moyenne de 9 gep/pko (place kilomètre offerte).

Afin d'estimer la consommation des TGV à l'horizon 2030, nous avons fait des hypothèses de répartition des parcours des TGV sur lignes grande vitesse et lignes classiques et évolution des vitesses moyennes respective (voir tableau suivant). Pour le scénario Environnement, nous avons estimé que la majeure partie des lignes classiques actuellement parcourues par les TGV étaient substituées par des lignes grande vitesse, et que le réseau total parcouru par les TGV augmentait de plus de 50% (soit 9600 kms). Ainsi la part des parcours réalisés à grande vitesse atteint 60%.

Nous faisons de plus l'hypothèse que l'utilisation de nouvelles générations de TGV porte leur vitesse moyenne sur lignes grande vitesse de 220 km/h aujourd'hui à 250 km/h en 2030.

Les vitesses moyennes sur le réseau (hors pondération par les trafics sur chaque type de lignes non disponibles) donnent une indication sur leur augmentation possible entre 1998 et 2030 pour les deux scénarios.

Afin d'évaluer l'augmentation de la consommation d'énergie des TGV suite à l'augmentation de leur vitesse moyenne, nous nous sommes basés sur une étude de la SNCF qui donne la consommation d'énergie pour une vingtaine de parcours TGV selon la vitesse maximale pratiquée⁵⁷. Les résultats sont présentés dans le graphique suivant.

La courbe de régression ($R^2=0,8$) nous permet d'estimer la croissance de la consommation d'énergie en fonction de la vitesse. Ainsi, nous retenons respectivement pour 2020 et 2030 qu'une augmentation de la vitesse moyenne des TGV de 45 km/h conduit à une augmentation de 23% de la consommation des TGV par pko, et une augmentation de 65 km/h de la vitesse moyenne conduit à une hausse de la consommation d'énergie de 35%. La consommation moyenne des TGV sur l'ensemble de leurs parcours passerait ainsi de 9,2 gep/pko en 1998 à 12,4 gep/pko en 2030.

Enfin, en ce qui concerne les taux d'occupation, nous avons vu qu'ils avaient baissé de 67% en 1990 à 61% en 1998. Nous faisons l'hypothèse, plutôt favorable compte-tenu de la forte extension du réseau, qu'ils progressent à nouveau légèrement sur la période.

► **Autres catégories de trains de voyageurs**

Alors que le scénario Environnement rend compte d'un fort développement du trafic ferroviaire de voyageurs, la baisse du trafic de TRN est d'abord le résultat de la substitution des lignes classiques par des lignes grande vitesse, le trafic TRN restant complémentaire. On suppose, dans ce contexte, que le taux d'occupation reste stable.

Enfin, le matériel roulant n'est pas significativement différent du matériel actuel, l'efficacité énergétique par pko est supposée identique à celle de 1998.

En ce qui concerne les trafics des SRV et en Ile-de-France, les hypothèses choisies sont identiques. Pour les SRV, l'efficacité énergétique en gep/pko était stable jusqu'en 1998, nous suppo-

		1985	1990	1994	1998
Trafic Voyageurs	Gvoy.km	61,8	63,8	58,7	64,5
Consommation énergétique	ktep	957,0	1034,0	1139,0	1271,0
Efficacité énergétique	gep/voy.km	15,5	16,2	19,4	19,7

	Taux d'occupation moyen		
	1985/90*	1998	Evolution
TGV	67,5 %	61,3 %	- 6,2 pts
TRN	45,0 %	37,8 %	- 7,2 pts
SRV	30,6 %	24,7 %	- 5,9 pts
IDF	30,7 %	21,4 %	- 9,3 pts
Total Voyageurs	43,0 %	38,3 %	- 4,7 pts

*1990 pour les TGV, les TRN et le total voyageurs, 1987 pour les SRV, 1985 pour l'IDF. Source SNCF

1998	Efficacité énergétique			Conso ktep
	gep/voy.km	gep/tkbr	gep/pko	
TGV	15,0	8,3	9,2	459
TRN	19,1	8,7	7,2	326
SRV	29,9	11,8	7,4	220
IDF	28,6	14,0	6,1	261
Total Voyageurs	19,7	9,8	7,6	1267

	Lignes grande vitesse			Lignes classiques			Réseau parcouru kms	Vitesse moy. (hors trafic*) km/h
	Vitesse moy. km/h	Réseau kms	%	Vitesse moy. km/h	Réseau kms	%		
1998	220	1280	20	100	4850	80	6100	125
2020	240	4500	50	100	4500	50	9000	170
2030	250	5800	60	100	3800	40	9600	190

	Efficacité énergétique		Taux d'occupation	Trafic Gvoy.km	Consommation ktep
	gep/pko	gep/voy.km			
1998	9,2	15	61%	30,6	460
2020	11,3	18	62%	69,5	1268
2030	12,4	20	63%	92,6	1823

	2020				2030			
	Eff. éner. gep/voy.km	Taux d'occupation	Trafic Gvoy.km	Conso ktep	Eff. éner. gep/voy.km	Taux d'occupation	Trafic Gvoy.km	Conso ktep
TGV	18	62%	69	1268	19,7	63%	93	1823
TRN	19	38%	11	217	18,9	38%	11	202
SRV	25	30%	13	312	23,1	32%	16	367
IDF	23	26%	12	279	21,8	28%	14	298
Total	20		105	2075	20		133	2689

Tableau 22

Consommation d'énergie des trains de voyageurs
Coefficient d'équivalence pour l'électricité : 1 MWh = 0,22 tep.
Source SNCF

Tableau 23

Evolution des taux d'occupation des trains de voyageurs

Tableau 24

Efficacité énergétique par catégorie de trains de voyageurs en 1998
tkbr : tonne kilomètre brute remorquée, pko : place kilomètre offerte Source SNC

Tableau 25

Hypothèses d'évolution des vitesses moyennes des TGV à l'horizon 2030
* vitesse moyenne indicative, hors pondération par les trafics sur lignes grande vitesse et lignes classiques

Tableau 26

Estimation de la consommation énergétique du trafic TGV en 2030

Tableau 27

Consommations d'énergie du transport ferroviaire de voyageurs

Tableau 28

Consommation d'énergie des trains de marchandises
Source SNCF

		1985	1990	1994	1998
Trafic Marchandises	Gt.km	54,2	49,7	47,1	55,1
Consommation énergétique	ktep	666	655	600	660
Efficacité énergétique	gep/t.km	12,3	13,2	12,7	12

Tableau 29

Efficacité énergétique par catégorie de trains de marchandises en 1998

1998	Efficacité énergétique		Conso ktep
	gep/t.km	gep/tkbr	
Trains entiers	8,7	4,0	219
Transport combiné	12,3	2,3	165
Autres	17,6	4,5	248
Total Fret	12,0	4,6	632

sons qu'elle reste à un niveau identique sur la période. L'amélioration de l'offre ferroviaire pourrait se traduire par une hausse des taux d'occupation pour ces trafics régionaux, les ramenant à des niveaux enregistrés dans les années 80, soit de l'ordre de 30%. Cela permet une amélioration sensible de l'efficacité énergétique en gep/voy.km à l'horizon 2030.

Evolution de l'efficacité énergétique des trains de marchandises entre 1985 et 1998

Pour le fret, l'évolution de l'efficacité énergétique dans le passé est différente de celle des transports de voyageurs. En effet, elle s'est légèrement améliorée entre 1985 et 1998, pendant que le trafic diminuait. Cette évolution peut s'expliquer par la quasi-stabilité sur la période des tonnages moyens par train, mais aussi par le doublement du transport combiné alors que le trafic de wagons isolés (peu efficace) chutait de 30%. Notons que l'efficacité énergétique du transport combiné n'inclut pas la part du parcours réalisé sur route afin de ne pas introduire de double-compte avec la partie concernant le transport routier.

Evolution de l'efficacité énergétique des trains de marchandises à l'horizon 2030

Nous avons que peu d'information sur l'évolution potentielle des efficacités énergétiques de chaque catégorie de trains de marchandises. En conséquence les hypothèses faites ici sont limitées.

Dans le scénario Marché, nous avons fait le choix d'une stabilité des efficacités énergétiques pour les trois catégories de trains. Dans le scénario Environnement, nous estimons qu'une meilleure gestion du trafic avec des tonnages en forte augmentation, et une amélioration des matériels et types de chargements spécifiques au transport combiné permettent d'améliorer les efficacités énergétiques respectivement de 0,3% par an pour les trains entiers et de 0,5% par an pour le transport combiné.

Récapitulatif des consommations d'énergie et émissions de CO₂ du transport ferroviaire en 2030

L'ensemble de ces hypothèses nous conduit à une estimation des consommations d'énergie du transport ferroviaire à l'horizon 2030. Les consommations données par le CGP en 2020 étaient de 3,8 Mtep dans S3 (RATP compris, soit 0,2 à 0,3 ktep). Nos estimations qui concernent le trafic SNCF (trafic IDF compris, mais RATP exclue) pour 2030 conduisent à une consommation énergétique pour S3 effectivement de 3,8 Mtep mais atteinte seulement en 2030.

En 1998, 11% de la consommation d'énergie du transport ferroviaire de voyageurs est assuré par du gazole (essentiellement pour les services voyageurs régionaux) et 15% du fret ferroviaire. Nos hypothèses par type de trains nous conduisent à faire évoluer ces taux à respectivement 4% et 10% à l'horizon 2030⁵⁸.

Tableau 30

Consommations d'énergie du transport ferroviaire de marchandises

	2020			2030		
	Eff. éner. gep/t.km	Trafic Gt.km	Conso ktep	Eff. éner. gep/t.km	Trafic Gt.km	Conso ktep
Trains entiers	8,1	42	338	7,9	52	407
Transport combiné	10,9	28	307	10,4	40	418
Autres	17,6	13	234	17,6	13	234
Total Fret	10,6	83	879	10,0	105	1059

	Transport voyageurs		Transport marchandises		Consommation totale Mtep
	Eff. Énerg. gep/voy.km	Conso. ktep	Eff. Énerg. gep/t.km	Conso. ktep	
1998	19,7	1267	12,0	611	1,88
2020	19,7	2075	10,6	879	2,95
2030	20,3	2689	10,0	1059	3,75

Tableau 31
Récapitulatif des consommations d'énergie et émissions de CO₂ du transport ferroviaire en 2030

	1998			2030		
	Electricité	Diesel	Total	Electricité	Diesel	Total
TGV	138	0	138	550	0	550
TRN	81	179	260	55	63	118
SRV	42	257	299	83	288	371
IDF	78	6	84	90	0	90
Total Voyageurs	339	443	782	777	351	1128
Trains entiers	52	148	199	104	192	296
Transport combiné	49	9	58	126	0	126
Autres	61	144	205	57	140	197
Total Fret	162	301	463	288	332	619
Total Ferroviaire	501	744	1245	1065	683	1748

Tableau 32
Evolution des émissions de CO₂ du transport ferroviaire en ktCO₂

Les émissions de CO₂ du transport ferroviaire passent de 1,2 Mt en 1998 à 1,7 MtCO₂ en 2030.

Comparaison des efficacités énergétiques et émissions de CO₂ par mode de transport

Afin d'évaluer l'impact en terme de consommation d'énergie et d'émissions de polluants du développement du transport ferroviaire, nous présentons ci-dessous l'évolution des efficacités énergétiques et des émissions de CO₂ des différents modes de transport à l'horizon 2030, telles qu'elles sont prévues dans le scénario Environnement. Les estima-

tions pour la route proviennent des hypothèses sur l'évolution des consommations unitaires faites par le CGP (voir page 14). Les chiffres sur le ferroviaire sont issues de nos estimations présentées dans les paragraphes précédents. Sont comparés ici, pour les voyageurs, les déplacements interurbains. Le taux d'occupation moyen des VP en interurbain est supérieur à 2, l'efficacité énergétique des VP en 2030 est alors de 20 gep/voy.km, proche de celle du TGV. Cependant, nous avons considéré dans ce graphique les efficacités éner-

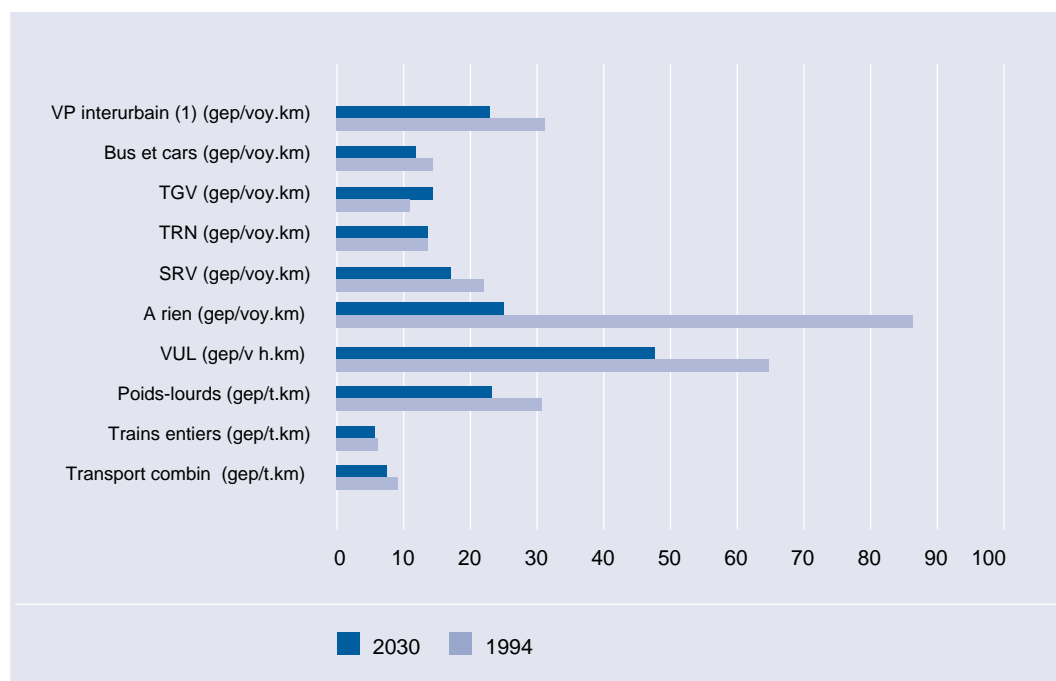


Figure 28
Comparaison des efficacités énergétiques entre modes de transports et évolution à l'horizon 2030
(1) Taux d'occupation des VP = 1,4

gétiques du point de vue du transfert modal, or ce sont principalement les conducteurs seuls qui abandonneront la route pour le TGV, raison pour laquelle nous avons retenu ici un taux d'occupation de 1,4 (voir chapitre ci-après).

Si le fer conserve un avantage sur la route, celui-ci s'amenuise à l'horizon 2030, sachant que dans le scénario Environnement les consommations unitaires des véhicules routiers baissent de manière importante. Les taux d'occupation atteints pour chaque mode de transport sont déterminants dans la comparaison des efficacités énergétiques. Dans nos hypothèses, les taux d'occupation pour les différents types de trains de voyageurs sont en augmentation (plus ou moins importantes selon les cas) ; c'est à cette condition que le fer peut conserver dans ce contexte un avantage significatif sur la route en terme d'efficacité énergétique.

Compte-tenu de la part importante d'électricité consommée par le transport ferroviaire, les écarts en terme d'émissions de CO₂ par mode de transport sont beaucoup plus importants. L'avantage du fer est très net en 1994 comme 2030.

On notera que les gains d'efficacité énergétique et donc d'émissions de CO₂ pour l'aérien sont importants sur la période (+1,9% par an selon le CGP). L'écart d'efficacité énergétique

entre l'aérien et la voiture devient minime en 2030 dans la cas d'un taux d'occupation des VP de 1,4.

Nous allons détailler maintenant l'effet du développement du transport ferroviaire en terme de consommations d'énergie et d'émissions de CO₂. Cette analyse est faite pour trois types de trafics qui connaissent une évolution sensible dans le scénario Environnement par rapport au scénario Marché (S1) :

- Un fort développement du **trafic TGV** suite à la construction de 3800 kms de lignes grande vitesse supplémentaires à l'horizon 2020 - mesure explicite dans le S3-, et 5100 kms à l'horizon 2030 ;
- Un accroissement du trafic de voyageurs sur les **services régionaux** de 6 Gvoy.km à l'horizon 2030 entre S3 et S1, soit 16 Gvoy.km en 2030 dans le scénario Environnement ;
- Le maintien des parts de marché du ferroviaire pour le transport de marchandises, soit une augmentation du **trafic ferroviaire de marchandises** à hauteur de 105 Gt.km en 2030 contre 40 Gt.km dans le scénario Marché.

Ces deux derniers aspects sont sous-tendus par les consommations d'énergie et les trafics pris en compte dans le scénario Environnement, bien qu'ils ne fassent pas l'objet de mesures explicites dans la description de ce scénario par le CGP.

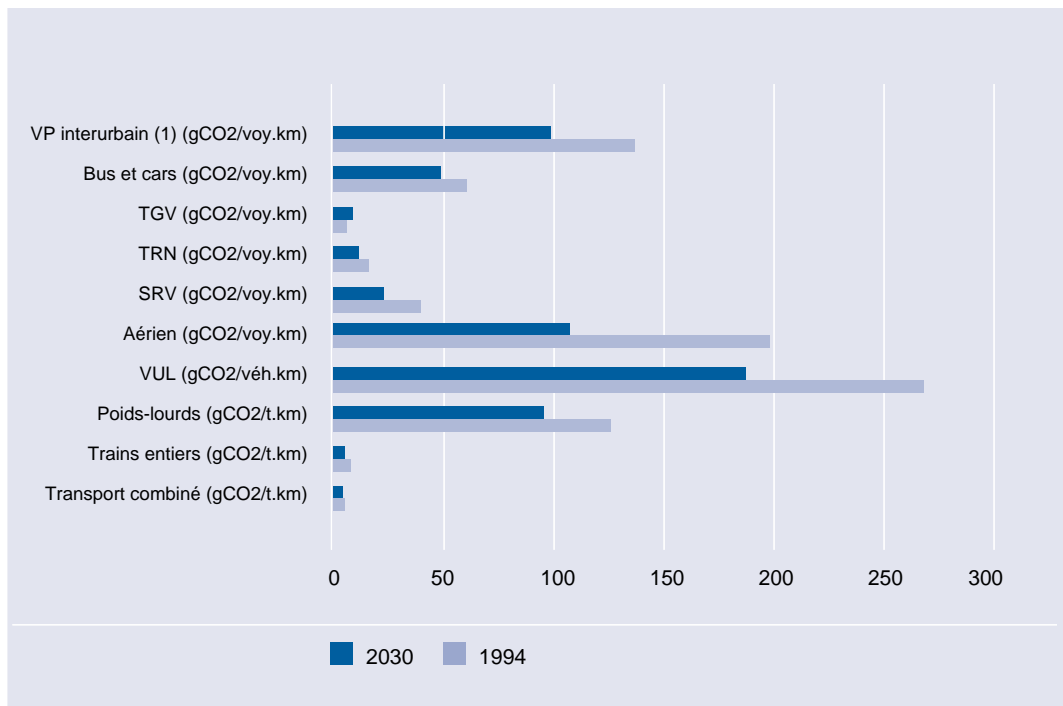


Figure 29
Evolution des émissions unitaires de CO₂ par mode de transport
(1) Taux d'occupation des VP = 1,4.t

Effet du développement de l'offre de lignes grande vitesse

Nous considérons seulement ici l'effet de la construction de 2400 kilomètres de lignes supplémentaires grande vitesse dans le scénario Environnement par rapport au scénario Marché sur les trafics de voyageurs rail, route et aérien, et ses conséquences en terme de consommation d'énergie et d'émissions de CO₂.

La progression du trafic TGV est de 40 Gvoy.km en 2030 entre S3 et S1. Compte-tenu des incertitudes importantes sur l'impact d'une telle augmentation du réseau grande vitesse en terme de transfert modal, deux hypothèses ont été retenues :

- une première hypothèse (H1) issues des études de la SNCF⁵⁹ selon lesquelles le trafic voyageurs sur les nouvelles lignes TGV provient grossièrement pour 25% de la route et pour 30% de l'aérien, le reste correspondant à une hausse nette de trafic voyageurs. Ainsi avec une croissance du trafic TGV entre S1 et S3 en 2030 de 40 Gvoy.km, on peut estimer que 10 Gvoy.km proviendraient de la route. Le TGV captant prioritairement des conducteurs automobiles seuls, nous faisons l'hypothèse que la réduction de la circulation est de l'ordre de 7 Gveh.km avec un taux d'occupation moyen de 1,4.

- Une seconde hypothèse (H2) qui tient compte du contexte favorable créé par le scénario S3 (contraintes sur la route, etc.). Un meilleur transfert modal est opéré, ainsi le trafic voyageurs sur les nouvelles lignes TGV proviendrait pour 40% de la route (soit 17 Gvoy.km) et pour 30% de l'aérien.

L'écart entre S1 et S3 du trafic aérien intérieur est de 7 Gvoy.km (cf page 6), nous faisons l'hypothèse qu'il s'agit entièrement dans S3 d'un transfert modal de l'aérien vers le TGV.

L'efficacité énergétique des TGV est peu différente entre S1 et S3. L'augmentation de la consommation des TGV par voyageur-kilomètre liée à l'augmentation des vitesses moyennes sur les parcours grande vitesse dans S3 est compensée par une hausse du taux d'occupation (§ VI.2.3.2), alors que le taux d'occupation des TGV dans S1 évolue à la baisse selon nos hypothèses.

Les efficacités énergétiques de la route et de l'aérien progressent sensiblement sur la période. Rappelons que, selon le rapport du CGP, les consommations unitaires des VP baissent de 1% par an sur la période (0,1% par an pour S1). Selon l'hypothèse indiquée précédemment, le taux d'occupation du trafic routier transféré sur le TGV est de 1,4. L'écart d'efficacité énergétique entre le TGV et la route se réduit donc sur la période. Les progrès technologiques attendus sur les aéronefs sont de près du double, soit 1,9% par an dans tous les scénarios du CGP⁶⁰. Selon le CITEPA, les émissions de CO₂ du trafic aérien intérieur en France sont aujourd'hui environ de 200 g/p.km⁶¹, soit 63 gep/p.km. Nous maintenons le taux d'occupation actuel stable sur la période.

Nous avons calculé l'effet sur la consommation d'énergie et les émissions de CO₂ des modifications de trafic lié à la construction de 2400 km de lignes grande vitesse supplémentaire par rapport au scénario Maché à l'horizon 2030. Les résultats suivants tiennent compte du trafic net de voyageurs supplémentaire induit par cette augmentation de l'offre ferroviaire, voyageurs qui ne se seraient pas déplacés sans cette nouvelle offre. Pour cette raison, selon la première hypothèse (H1) de transfert modal route-rail, le solde en terme de consommation d'énergie globale est positif (+122 ktep). Les émissions de CO₂ chutent par contre de 1,8 Mt de CO₂, le TGV fonctionnant à l'électricité.

Effet de l'extension des lignes grande vitesse sur la consommation d'énergie des transports de voyageurs

	Efficacité énergétique gep/voy.km en 2030		Ecart de trafic S3/S1 Gvoy.km		Gain en énergie ktep	
	S3	S1	H1	H2	H1	H2
TGV	19,7	20,8	40	40	788	788
Autoroute	33,9	42,7	-10	-17	-427	-725
Aérien	34,1	34,1	-7	-7	-239	-239
Solde					122	-176

Effet de l'extension des lignes grande vitesse sur les émissions de CO2 des transports de voyageurs

	Emissions de CO2 gCO2/voy.km en 2030		Ecart de trafic S3/S1 Gvoy.km		Gain en CO2 ktCO2	
	S3	S1	H1	H2	H1	H2
TGV	5,9	18,3	40	40	237	237
Autoroute	98,7	130,6	-10	-17	-1306	-2220
Aérien	107,4	107,4	-7	-7	-752	-752
Solde					-1821	-2735

Tableau 33

Effet de l'extension des lignes grande vitesse sur la consommation d'énergie et les émissions de CO₂ des transports de voyageurs

L'efficacité de la mesure est renforcée dans la seconde hypothèse pour laquelle le transfert modal rout/rail est meilleur ; l'extension du réseau de lignes grande vitesse permet d'éviter l'émission de 2,7 MtCO₂ en 2030.

Effet du développement de l'offre de Services Régionaux de Voyageurs (SRV ou TER)

Pour évaluer le transfert modal de la route vers le fer dans le cas d'une augmentation de l'offre de SRV, nous avons retenu les mêmes hypothèses que pour les TGV : 25% à 40 % des nouveaux usagers des SRV proviennent de la route, avec un taux d'occupation des VP de 1,4. Selon nos hypothèses (voir page 48), le taux d'occupation des SRV progresse de 25% en 1994 à 32% en 2030, néanmoins l'efficacité énergétique de ce type de train reste faible ; le solde en terme de consommation d'énergie est positif. Par contre ce transfert modal conduit bien à une baisse des émissions de CO₂

de 56 kt de CO₂ dans la première hypothèse et de 173 ktCO₂ lorsque le transfert modal route/rail passe à 40%.

Effet du développement du trafic ferroviaire de marchandises

Dans le scénario Environnement, le trafic ferroviaire de marchandises atteint 105 Gt.km en 2030, alors qu'il diminue légèrement sur la période dans le scénario Marché (40 Gt.km en 2030). L'effet sur les consommations d'énergie et les émissions de CO₂ du transport total de marchandises est très important, puisque 1,5 Mtep serait économisée, et l'émission de 6,3 MtCO₂ évitée.

L'impact est élevé pour deux raisons :

- Les écarts des efficacités énergétiques et des émissions de CO₂ entre la route et le rail sont élevés.
- Le transfert modal est intégral en ce qui concerne le transport de marchandises, c'est-à-dire que chaque t.km supplémentaire transportée par le rail est prise sur le trafic routier de

Tableau 34

Effet du développement du trafic de SRV sur les consommations d'énergie et les émissions de CO₂

Effet du développement du trafic de SRV sur les consommations d'énergie						
	Efficacité énergétique gep/voy.km en 2030		Ecart de trafic S3/S1 Gvoy.km		Gain en énergie ktep	
	S3	S1	H1	H2	H1	H2
SRV	23,1	30,8	6	6	139	139
Route	31,2	42,7	-1,5	-2,4	-64	-102
Solde					75	36

Effet du développement du trafic de SRV sur les émissions de CO ₂						
	Emissions de CO ₂ gCO ₂ /voy.km en 2030		Ecart de trafic S3/S1 Gvoy.km		Gain en CO ₂ ktCO ₂	
	S3	S1	H1	H2	H1	H2
SRV	23,4	41,9	6	6	140	140
Route	98,7	130,6	-1,5	-2,4	-196	-313
Solde					-56	-173

Tableau 35

Effet du développement du trafic ferroviaire de marchandises sur les consommations d'énergie et les émissions de CO₂

Effet du développement du trafic ferroviaire de marchandises sur les consommations d'énergie				
	Efficacité énergétique gep/t.km en 2030		Ecart de trafic S3/S1	Gain en conso. éner.
	S3	S1	Gt.km	ktep
Trains entiers	7,9	8,7	29	227
Transport combiné	10,4	12,3	28	347
Poids-lourds	31,5	38,1	-57	-2172
Solde				-1599

Effet du développement du trafic ferroviaire de marchandises sur les émissions de CO ₂				
	Emissions de CO ₂ gCO ₂ /t.km en 2030		Ecart de trafic S3/S1	Gain en CO ₂
	S3	S1	Gt.km	ktCO ₂
Trains entiers	5,7	7,9	29	165
Transport combiné	3,1	4,3	28	122
Poids-lourds	95,7	115,5	-57	-6589
Solde				-6302

marchandises. En d'autres termes, contrairement au transport de voyageurs, on considère que l'augmentation de l'offre ferroviaire fret ne génère pas en soi de trafic de marchandises supplémentaire, mais permet de reprendre des parts de marché sur la route.

Analyse

Une inflexion majeure sur l'ensemble du secteur ferroviaire

Le scénario Environnement signifie une vaste transformation du secteur ferroviaire avec une inflexion tout à fait significative en terme de hausse des trafics voyageurs et marchandises. Il est vrai que ces quatre dernières années ont vu les trafics SNCF repartir globalement à la hausse. La politique du « tout » TGV a été abandonnée à la suite des expériences financièrement très coûteuses du TGV Nord et du Thalys ; mais cela s'est fait au profit d'une relance des trains express régionaux en partie financés par les collectivités territoriales.

Les projets de tronçons TGV envisagés actuellement sont :

- le TGV Est (300 km), le principal projet ferroviaire sur la prochaine décennie, entre 2001 et 2006 ;
- le TGV Ouest Le Mans – Laval (45 km), prolongement du TGV atlantique, dont la construction démarrera en 2002 ;
- le TGV sud-européen (25 km en France), dont l'inauguration est prévue en 2004 ;
- le TGV Angoulême – Bordeaux (60 km) ;
- le TGV Rhin – Rhône, avec à l'heure actuelle deux tracés possibles : Auxonne – Petit Croix ou Devecey – Lutterbach (190 km)/

Un développement du transport ferroviaire au niveau du scénario S3 ne peut être simplement « tiré par la demande », donc issu des mesures prises dans ce scénario pour le transport routier, par simple effet mécanique. Une politique volontariste d'offre ferroviaire, concernant non exclusivement le développement du réseau grande vitesse, mais aussi pour les voyageurs une redensification du réseau régional en province comme en Ile-de-France et une politique tarifaire permettant de préserver et augmenter la fréquentation des trains.

En ce qui concerne le trafic de marchandises, des études montrent que, pour que le transport ferroviaire regagne de manière significative des parts de marché⁶², une simple augmentation du coût du transport routier de marchandises ne suffit pas. Le financement d'infrastructures est indispensable pour le développement du transport combiné par exemple, l'ouverture ou la réservation de voies dédiées au transport de marchandises tel que le contournement de Lyon pour ne prendre que cet exemple. Au delà, c'est une réorganisation profonde du service ferroviaire qui est en jeu.

L'effet du développement du transport ferroviaire tel que le suppose le bilan énergétique des transports du scénario Environnement, devrait donc être apprécié au regard du transfert modal sur les différents trafics voyageurs et marchandises, et ses conséquences en terme de consommations d'énergie et d'émissions de CO₂.

Coût du développement du transport ferroviaire

► Infrastructures et matériel roulant pour le réseau grande vitesse

Les évolutions des investissements sont largement dépendantes ces dernières années des investissements en lignes grande vitesse. On notera également que les questions de 'localisation' des tronçons ferroviaires est tout aussi décisive que dans le cas des autoroutes : un km grande vitesse de plaine n'a pas le même coût d'investissement qu'en région plus accidentée. Le coût d'une voie double de base serait de 30 MF/km, les lignes Sud-Ouest de 30 MF/km, les lignes Méditerranée et Nord 45 MF/km, et les lignes Atlantique 42 MF/km.

Ainsi, plus ou moins 2500 km de lignes TGV ne signifie pas des kilomètres aux coûts homogènes. Le Commissariat Général du Plan⁶³ estimait que pour le TGV Est, le coût était de 21.9 Mds F, avec une rentabilité financière de 3%, bien inférieure aux frais financiers des emprunts générés (avec des taux nominaux de 8%).

Le solde d'infrastructures entre S1 et S3 est de +2500 km de LGV en 2020 et +3300 km en 2030. Si l'on exclue la construction de la liaison Lyon – Turin⁶⁴, on peut retenir le prix moyen de 36 MF/km de ligne grande vitesse, le coût supplémentaire en infrastructures est donc :

- En 2020 : 36 * 2500 = 90 Mds F
- En 2030 : 36 * 3300 = 118 Mds F

L'acquisition de matériel roulant pour l'ensemble de ces nouvelles lignes pourrait atteindre un montant de 40 GF à l'horizon 2030.

► Investissements pour les TER (ou SRV)

L'amélioration du trafic TER passe par une amélioration des structures et des matériels existants, afin notamment de mieux adapter l'offre aux besoins des clients et de mieux associer la desserte TER avec les nouvelles gares TGV et autres stations de transports. Cela passe particulièrement par l'amélioration du confort, des horaires et de la vitesse commerciale.

La SNCF est en train de tester un automoteur TER pendulaire (rame TER Alstom équipé d'une pendulation système Fiat). Outre le surcoût du matériel (voir plus loin), il faut penser au surcoût de mise à niveau des infrastructures. Sur la ligne Clermont-

Ferrand Lyon, le temps pourrait être abaissé de 28 minutes pour un investissement global de 136 MF. Le surcoût matériel est estimé par Alstom à +20%, mais il dépend bien sûr du volume de la série commandée : pour cinq matériels bicaïsse, d'une valeur unitaire de 25 MF, le surcoût est estimé à 6.5 MF par train ; pour une série de cinq à dix, 5 MF ; au-delà de dix unités, 3.6 MF. La chaîne de production ne pourra à l'heure actuelle être envisagée que pour une commande ferme d'au moins cinq rames.

La Z TER électrique, prévue pour 2001, roulera à 200 km/h et intéresse davantage les collectivités. La Bretagne négocie cela à l'heure actuelle sur Rennes - Brest et Rennes - Quimper. La région Languedoc Roussillon est prête à modifier dès 2000 sa commande de sept Z TER à 33 MF par unité pour acquérir sept Z TER pendulaires, à condition que le surcoût ne dépasse pas 15 % du prix actuel des engins.

Enfin, Mousel & al.⁶⁵ signale que, afin d'améliorer la qualité de service des TER, le seul renouvellement des matériels roulants de France coûtera 15 Mds F en quinze ans.

Si les dépenses en infrastructures nouvelles favorisent le développement du trafic ferroviaire, les mesures d'amélioration de l'existant contribuent également à cette tendance positive. Une étude récente⁶⁶ apporte d'ailleurs un éclairage intéressant sur ces questions.

Pour atteindre un doublement du trafic TER entre 1994 et 2030 tel que le suppose le scénario Environnement, nous estimons que le coût d'investissement global est de l'ordre de 60 GF, la moitié correspondant à l'achat de matériel roulant et l'autre moitié à la modernisation du réseau.

► **Investissements pour le fret ferroviaire**

L'enjeu est également de doubler le trafic ferroviaire de marchandises pour atteindre 100 Gt.km en 2030. Malheureusement, nous ne disposons pas des chiffres réalisés par le Ministère des Transports notamment, cet objectif de 100 Gt.km étant déjà affi-

ché pour 2010. Nous ne pouvons donc donner que des ordres de grandeur.

S'il s'agit tout d'abord de résoudre les problèmes de saturation du réseau. Le contournement du Mans, celui de Nîmes et Montpellier, et l'aménagement de l'axe Angoulême-Bordeaux, sont estimés chacun à environ 5 milliards de francs.

Le développement du transport combiné nécessite principalement un aménagement des voies (mise au gabarit B+) et la construction de chantiers de transbordement dont le coût unitaire est de l'ordre de 300 MF.

Nous faisons l'hypothèse que le coût global du développement du fret ferroviaire est de l'ordre de 60 GF, dont 40 GF pour l'adaptation du réseau et la création de voies de contournement, 15 GF pour l'acquisition de matériel roulant et 5 GF pour la construction de chantiers de transbordement.

Le développement du trafic ferroviaire tel qu'il est prévu dans le Scénario S3 à l'horizon 2030 nécessiterait des investissements de l'ordre de 220 GF pour le trafic de voyageurs et 60 GF pour le trafic de marchandises. Ces chiffres sont des ordres de grandeur non validés par la SNCF.

Acceptabilité

Le rapprochement fait par le Commissariat Général du Plan entre route, d'une part et train à grande vitesse de l'autre, est contesté par les constructeurs automobiles. Selon eux, l'exemple du TGV de Lille montre que le TGV ne concurrence pas vraiment la route. Le principal moyen de transport avec lequel rivaliseraient les lignes grande vitesse serait l'avion. L'argument avancé est le suivant : le coût très élevé de construction de ces lignes se répercute sur le prix des billets et fait que l'automobile reste très souvent plus économique que le train. Par ailleurs, pour qu'un tel moyen de transport aussi coûteux à la construction soit envisageable, il faut une disponibilité en énergie électrique bon marché. Selon nos interlocuteurs, c'est l'énergie nucléaire qui permet en France le déve-

Régions Expérimentales	Evolution trafic	Motifs identifiées	Investissements (MF) Neuf + modernisation
Alsace	16.1%	forte augmentation due à l'augmentation du nombre des dessertes (400 trains / jour contre 330 auparavant, offre TER : +22%, pour une baisse de 12% du coût kilométrique)	353 + 72.6
Centre	15.0%	Offre renforcée en heures creuses à moindre coût ; nouvelle tarification ; modernisation du matériel ; rénovation des gares	1050 + 167
Pays de la Loire	17.4%	Rénovation des gares ; nouveaux matériels roulants ; nouveaux horaires	420 + 1
PACA	6.0%	Amélioration de certaines dessertes ; des améliorations plus notables sont attendues avec l'arrivée du TGV Méditerranée	1386 + 0
Rhône-Alpes	19.8%	Création de 200 nouveaux trains ; recomposition de l'ensemble des axes	1259 + 89

Tableau 36

Quelques exemples de motifs d'évolution du trafic ferroviaire régional entre 1996 et 1999

loppement du TGV, ce qui rend le bilan environnemental d'un tel transfert modal discutable.

La SNCF a une politique claire de développement prioritaire des lignes grande vitesse. Cependant, les hypothèses du scénario 3 pour l'ensemble des transports ferroviaires de voyageurs paraissent, selon un responsable de la SNCF, irréalistes. Compte tenu des contraintes économiques, techniques, administratives, la SNCF peut, au mieux, prévoir un nouveau projet d'environ 300 kilomètres de ligne tous les cinq ans ; ce qui est très éloigné des propositions du Commissariat du Plan. De toute façon, étant donné le nombre d'incertitudes du long terme, le travail prospectif de la SNCF n'atteint que 2010-2015. Les responsables de la SNCF s'étonnent des chiffres avancés dans le scénario Environnement et se demandent quel type de moyens, selon le Commissariat du Plan, permettrait d'atteindre un objectif aussi optimiste.

Une autre question soulevée par nos interlocuteurs concerne le transport des marchandises qui ne se fait pas par les trains à grande vitesse. Avant de développer les lignes à grande vitesse, il est urgent d'organiser le transport ferroviaire du fret. En ce sens, il conviendrait d'avantager les lignes de train traditionnelles et, dans le cadre de cette politique, de prévoir aussi la modernisation des lignes classiques (intervilles, interrégional, banlieue). Selon les acteurs associatifs, la réhabilitation du ferroviaire de proximité est indispensable dans le cadre d'une politique de gestion de l'espace urbain respectueuse de l'environnement.

En matière de transport ferroviaire de marchandises, un changement de paradigme, selon les termes d'un responsable du fret à la SNCF, est en train de se produire ces dernières années donnant à ce mode de transport un avenir qu'il n'envisageait pas quelques années auparavant. En effet, jusqu'en 1992-1993, le fret perdait du terrain et la SNCF envisageait sa disparition qui a été retardée en raison du risque de licenciements. Une première sensibilisation en faveur du transport ferroviaire a eu lieu au niveau européen conduisant les autorités publiques à s'intéresser à cette question. Ce sont elles, en fait, qui ont persuadé la SNCF de changer sa position.

Tous les indicateurs montrent en effet que le fret connaîtra dans les prochaines années une deuxième renaissance (selon les prévisions du fret une croissance annuelle de 3% est prévue dans les dix prochaines années). Tout d'abord, la baisse des prix pratiquée par le transport routier semble atteindre ses limites et ceux-ci ont tendance à augmenter à nouveau ; le fret ferroviaire devient ainsi plus compétitif. Ensuite, la sensibilisation des autorités publiques mais aussi des chargeurs sur les effets externes engendrés par le transport routier

donne au rail une nouvelle attractivité. Enfin, dans un contexte où l'environnement devient un enjeu supra-national, les compagnies de transport routier sont déjà persuadées que l'avenir en matière de marchandises se trouve au transport combiné et que la SNCF deviendra donc un partenaire quotidien.

Dans un tel contexte, la SNCF semble lutter actuellement pour satisfaire une double exigence imposée par ses partenaires, chargeurs et transporteurs routiers : la fiabilité et le respect des délais. Plus que la rapidité de la livraison, les clients insistent essentiellement sur sa ponctualité ce qui signifie que la SNCF devra garantir la disponibilité des lignes pour faire circuler les locomotives du fret. Ils insistent par ailleurs sur la qualité du service rendu, ce qui nécessite la mise en place d'une politique du personnel responsable du chargement et déchargement des wagons. Un contrat est déjà signé avec le CNTR prévoyant un transfert progressif de 20% de trafic vers le rail si les exigences en fiabilité et en ponctualité sont respectés à hauteur de 90%.

Ceci étant dit, les mesures concrètes adoptées par la partie fret de la SNCF ne paraissent pas encore visibles. Le changement de paradigme commence juste à se faire sentir et à faire apparaître un besoin de renouveau. La hausse de la demande est à peine visible et les responsables du fret espèrent qu'une réponse efficace aux exigences imposées par le marché finira par la faire suivre. Ainsi le bilan sur les actions déjà engagées, selon le responsable rencontré, est donc médiocre. L'action la plus significative est celle qui consiste à établir un partenariat entre le groupe de la SNCF chargé du transport routier (qui a un chiffre d'affaire deux fois plus important que celui du fret ferroviaire) et le fret ferroviaire afin que les deux acteurs du transport de marchandises se présentent groupés devant le client. Cependant, aucune discussion sur une éventuelle fusion des deux groupes n'est envisagée à l'heure actuelle.

Une deuxième mesure consiste à renouveler le matériel à la disposition du fret. Vieux, en moyenne, de vingt-sept ans, ce matériel paraît de moins en moins fiable aux yeux des clients. Un premier train neuf d'une longueur plus importante que d'habitude est mis à la disposition du fret, marquant par là une période de changement. L'augmentation des rames consacrées au transport de marchandises n'est pourtant efficace que si la disponibilité en rails augmente avec le même rythme. Or, la politique de développement des lignes TGV crée un contexte de concurrence qui nuit au développement du fret : les lignes utilisées par les TGV ne sont pas les mêmes que celles utilisées par les trains qui roulent avec une vitesse beaucoup moins importante. A partir du moment où la politique de la SNCF vise au développement prioritaire des lignes grande vitesse, le

budget consacré à la construction des infrastructures échappe au transport des marchandises. Lorsque les prévisions en terme de rentabilité le justifient une ligne spécifique permettant la circulation simultanée des TGV et du fret est envisagée (c'est le cas de la ligne ferroviaire des Alpes qui sera réservée pendant la journée au TGV et la nuit au fret). Enfin, en ce qui concerne l'amélioration de la qualité du service offert, un programme est actuellement en discussion mais rien n'est encore tranché sur ce sujet.

Délai

Nous venons de souligner l'importance du développement du transport ferroviaire tel qu'il est supposé dans le scénario Environnement, développement nettement supérieur aux perspectives actuelles de la SNCF. Cela signifie en premier lieu la construction des infrastructures nécessaires, dont le délai depuis la conception des projets jusqu'à leur mise en service est de l'ordre d'une dizaine d'années ; mais aussi une profonde réorganisation du réseau et de l'articulation entre transport de voyageurs et transport de marchandises.

Dans le scénario Environnement, le réseau grande vitesse qui était de 700 kms en 1992, atteindrait 3000 kms en 2010. A titre de comparaison, il serait de 2500 kms à la même date selon la contribution de la SNCF aux schémas de service discutés ces derniers mois. A l'instar des difficultés rencontrées par la mise en chantier du TGV Est dont la durée globale sera plutôt de 12 ans, au delà des contraintes physiques et organisationnelles, ce sont surtout des capacités financières dont dépendent les délais de réalisation. La méthode actuellement utilisée est de procéder au développement des lignes par tronçon, afin de faciliter leurs financements.

Un second obstacle pourrait apparaître du côté des sociétés de travaux publics : la construction simultanée de plusieurs lignes grande vitesse peut induire une tension sur ce marché et faire augmenter les coûts de construction. Cet effet peut être limité grâce à un ralentissement simultané du rythme de construction du réseau autoroutier. En tout état de cause, les premiers effets d'un tel programme de développement du transport ferroviaire ne pourront donc être attendus avant 10 à 15 ans.

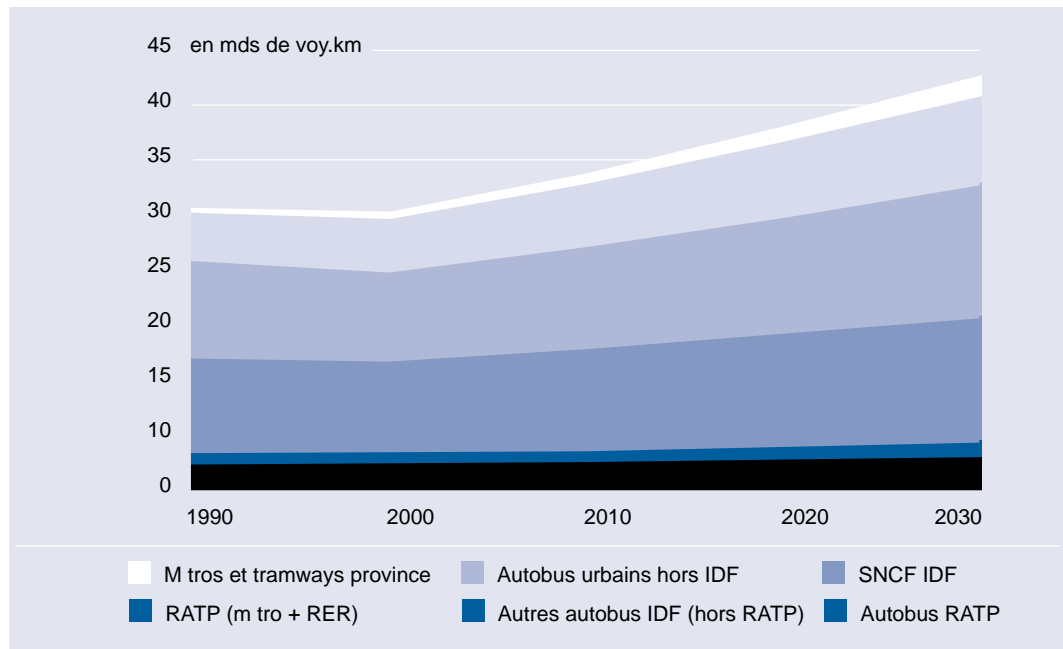


Figure 30

Evolution du transport collectif urbain à l'horizon 2030

Tableau 37

Consommation énergétique et émissions de CO₂ des TCU en 2030
(1) Efficacité énergétique du métro parisien
(2) Eff. énergétique des tramways

	Energie en ktep		Emissions en kt CO ₂	
	1994	2030	1994	2030
Autobus RATP	56	58	168	167
Autres autobus IDF (hors RATP)	36	37	107	106
RATP (métro + tram + RER) (1)	193	256	58	77
SNCF IDF	271	298	82	90
Autobus urbains hors IDF	135	145	405	520
Métros et tramways Province (2)	11	66	3	20
Total	702	860	824	880

Augmentation de l'offre de transport public

Le trafic de voyageurs enregistré par les transports collectifs urbains depuis 10 ans est stable à un niveau de 28 milliards de voyageurs.kilomètres par an (autobus, métros, RER, et SNCF IDF). Le développement des transports publics dans le scénario Environnement serait de l'ordre de 8 milliards de voy.km supplémentaires en 2020 par rapport à 1994⁶⁷. Selon le rapport du groupe Transport, cela implique une augmentation de l'offre de transport public de 50% en Province et de 25% en Ile-de-France. Nous considérons que la croissance du trafic se poursuit de façon linéaire entre 2020 et 2030.

À l'instar de la politique actuelle des collectivités locales, nous avons privilégié le développement du réseau ferré, notamment des tramways en province dont le trafic serait multiplié par 6. Ainsi, selon nos hypothèses, la hausse du trafic de voyageurs par autobus serait de 28% entre 1994 et 2030 et celle du trafic de voyageurs sur réseau ferré (métros, RER, tramways, SNCF IDF) est de 55%.

Effet du développement des transports collectifs urbains (TCU)

Selon le rapport du groupe Transport, la nouvelle clientèle des TCU provient pour 30 à 50% des automobilistes conducteurs selon les types de déplacements⁶⁸. Une hausse de trafic des TCU de 13 Gvoy.km en 2030 signifierait donc une réduction

de la circulation automobile de l'ordre de 5 Gveh.km.

A l'horizon 2030, les gains d'énergie résultants d'un transfert modal de la route vers les transports collectifs urbains s'amenuisent, du fait du potentiel d'amélioration de l'efficacité énergétique des voitures particulières. Selon les hypothèses faites dans le scénario Environnement, les consommations unitaires des VP diminuent de 26% entre 1994 et 2030 ; nous avons fait par ailleurs l'hypothèse que le taux d'occupation augmentait de 0,2 points (en zone urbaine, il passe ainsi de 1,3 à 1,5).

Les consommations unitaires des bus s'améliorent également mais dans une moindre mesure ; nous avons fait l'hypothèse que le taux d'occupation du trafic SNCF Ile-de-France passait de 21% à 28% sur la période (cf partie ferroviaire). En ce qui concerne les métros et les tramways, nous avons considéré que les consommations unitaires et les taux d'occupation étaient stables⁶⁹. Compte tenu de ces gains d'efficacités énergétiques, une hausse des trafics en TCU de 48% à l'horizon 2030 conduit à une hausse de 21% seulement des consommations d'énergie (soit 160 ktep).

Ainsi que nous l'avons indiqué précédemment, cette augmentation de l'offre de TCU entraîne dans ce scénario une baisse du trafic de voitures particulières de 5 Gveh.km en zone urbaine. En 2030, la consommation unitaire moyenne des VP en

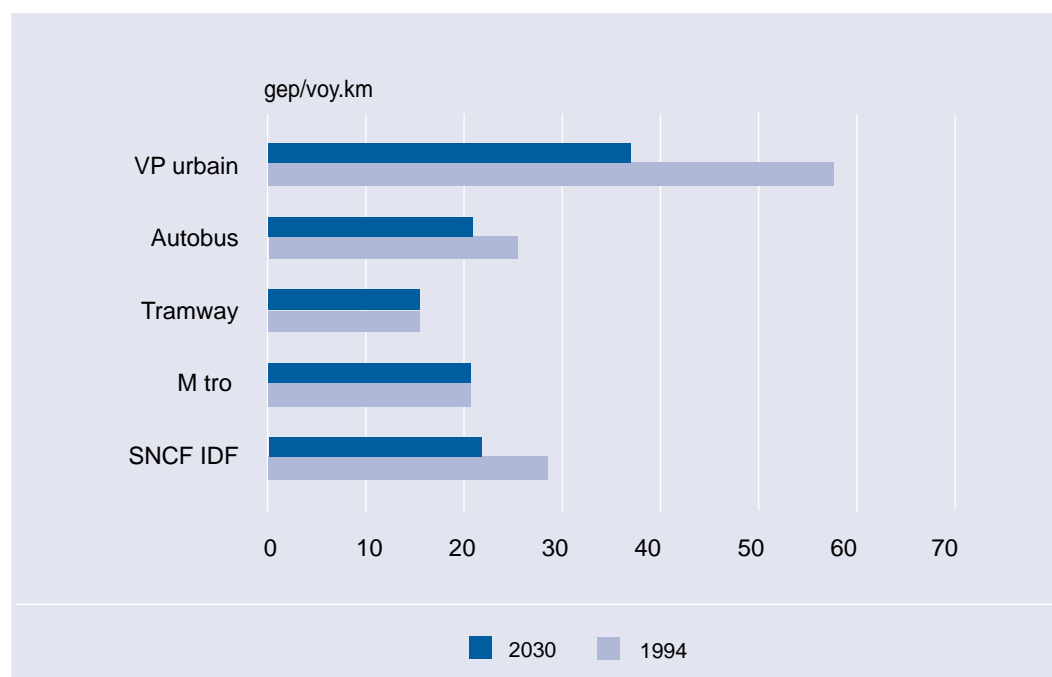


Figure 31

Efficacité énergétique par mode de transport en zone urbaine et évolution à l'horizon 2030

zone urbaine est de 56 gep/veh.km, le gain en consommation d'énergie est donc de 280 ktep et en émissions de CO₂ de 800 kt de CO₂. Le développement des TCU permet une économie d'énergie de 120 ktep en 2030, en tenant compte du fait que moins de la moitié des nouveaux usagers des TCU étaient des conducteurs automobiles ; et 750 kt de CO₂ seraient ainsi évitées.

Analyse

Coût

Le secteur des transports publics urbains apparaît de loin, en terme d'investissements, comme le moins connu. A titre d'exemple, le CGP⁷⁰ donne le détail des financements des infrastructures de transport en 1993 : le seul secteur non qualifié est celui des transports urbains de province.

Le financement des transports urbains demande plus de 64 milliards de francs par an, en additionnant les investissements et les coûts de fonctionnement. Il est assuré par plusieurs contributions : hors Ile-de-France, région placée sous statut particulier, les collectivités locales assurent 36 % du financement de l'exploitation et de l'investissement, les usagers 23 %, l'Etat 2 % (destinés aux seuls investissements), les employeurs 39 % sous la forme d'une taxe locale, le versement transport, dont le montant dépend des salaires versés par les entreprises.

Les données économiques disponibles

Les investissements TCU en infrastructures se situent entre 8.5 et 10.5 Mds FF entre 1993 et 1996. En 1996, ce montant se ventile entre seulement 2.6 Mds FF en province, 3 par la RATP et 2.9 pour la banlieue SNCF.

Les ordres de grandeur des investissements (infrastructures et matériel roulant), à partir des synthèses de l'INSEE ou de données projets, sont les suivants :

- 400-500 MF pour un km de métro lourd en tunnel
- 350 MF par km de VAL
- 100-150 MF par km de tramway ferré ou RER

- 70 MF par km de tramway sur pneu (TVR)
- 10-30 MF par km de bus en site propre (selon achat de matériel roulant ou non) dont matériels⁷¹
- SNCF banlieue - 50 MF/rame
- RER - 75 MF/rame
- Métro - 25 MF/rame
- VAL - 17 MF/rame
- Tramway - 25 MF/rame

Les projets de développement des transports collectifs urbains coûtant chers, les pouvoirs publics ont déjà accru leurs participations : dès 2001, l'enveloppe en faveur des transports publics passera de 1,2 à 2.2. Mds FF. Quelques illustrations par des exemples détaillés peuvent être avancés pour fixer des ordres de grandeur plus précis.

L'évaluation des coûts d'investissements n'est donc pas impossible. Par contre, l'estimation des coûts d'exploitation est beaucoup plus délicate. D'abord parce que ces données sont apparemment jugées comme confidentielles par les opérateurs. Ensuite, parce qu'elles relèvent principalement du cas par cas. Certaines personnes contactées considèrent en effet que le coût moyen devient de moins en moins pertinent, d'autant plus que chaque conseil régional, donneur d'ordre, exige désormais des valeurs de plus en plus proches de la réalité. Ces remarques se retrouvent également pour les projets de transport ferroviaire national.

Merlin⁷² donne toutefois des estimations pour les modes collectifs d'Ile de France, calculées à partir de données RATP et SNCF (tableau 38)

Le mode de financement de l'exploitation des TCU est pourtant important, puisqu'il contribue d'une manière déterminante à la fixation des prix des billets et tickets. Ainsi, pour les transports parisiens en 1991 (source OEST), sur les 27 Mds F de fonctionnement : les usagers en payaient 40% ; les entreprises via le versement transport, 27% ; l'Etat, 12% ; et les collectivités locales, 10%. En 1996, les dépenses de fonctionnement atteignaient 30.8 Mds F, pour un total de 40.9 Mds F.

Modes	Places par voiture (1)	Parcours moyen (km)	Coût de fonctionnement (FF 95)				Taux moy. d'occupation (1)
			Par voiture-km	Par place-km (1)	Par voyageur transporté	Par Voyag-km	
Métro	115.3	4.82	40.8	0.354	7.36	1.53	0.232
RER-RATP	207.6	10.20	51.5	0.248	12.39	1.21	0.205
Autobus	63.4	2.75	51.6	0.812	8.85	3.32	0.245
SNCF RER	NC	17.40	196.3 (3)	0.193 (2)	197.8	1.14	0.17 (2)

Source : Merlin [1996] d'après données RATP & SNCF
 (1) hypothèse de 4 voyageurs par mètre carré (2) Estimation Merlin [1996] (3) Par train-km

Tableau 38
 Estimation des coûts de fonctionnement des TCU
 Source : Merlin [1996]
 d'après données RATP & SNCF

► Estimation des investissements nécessaires à l'horizon 2030

La principale difficulté est d'évaluer l'offre nécessaire à une hausse de trafic global de l'ordre de 50% à l'horizon 2030. Nous ne disposons pas de ratios précis à ce sujet. Nous proposons les hypothèses suivantes qui nous paraissent répondre aux objectifs souhaités en terme de hausse de trafic, ces hypothèses ont été différenciées selon trois tailles d'agglomérations :

- L'évolution du réseau de tramways est proportionnelle à l'évolution du trafic enregistré à l'horizon 2030 (dans le tableau les trafics sont rappelés en italique), ce type d'infrastructures ne concerne que les villes de plus de 50000 habitants et la région IDF.

- Les simulations de trafic de bus faites précédemment conduisent à une augmentation de trafic entre 1995 et 2030 de 30% en Province et de 25% en IDF. Nous considérons que cela est le résultat de trois éléments : une extension de 10% du réseau de bus entre 1995 et 2030 (sauf Paris), une amélioration de la gestion du trafic et du service offert sur 20% du réseau en 2030 (toutes agglomérations) et le mise en site propre de 20% supplémentaires du réseau en 2030 (sauf villes de moins de 50000 habitants).

- Le réseau SNCF Ile-de-France et le réseau RER progressent de 10% sur la période. L'essentiel des gains de trafic est lié à l'amélioration du réseau : modernisation des voies, augmentation des fréquences et du nombre de dessertes, etc.

Le montant de la politique TCU dans le scénario S3 atteint ainsi selon les hypothèses retenues 184 GF d'ici 2020 et 213 GF d'ici 2030. Les principaux postes de dépenses sont la mise en site propre de 20% du réseau de bus (soit près de 110 GF) et la construction de 470 kilomètres de lignes de tramways (57 GF). L'amélioration du réseau SNCF IDF et du RER est évaluée à 25 GF. Ces chiffres correspondent à l'ensemble des investissements en TCU à l'horizon 2030 par rapport à la situation des réseaux en 1995. Ils sont à comparer avec les coûts des projets actuellement en cours de réalisation ou prévus (financés ou non). Selon le GART, pour les dix ans à venir, 31 agglomérations de province ont des projets de transport collectif en site propre (TCSP) représentant 671 kms de lignes supplé-

mentaires pour un coût global de 68 GF, dont 44 GF pour des projets en cours ou en attente de réalisation et 24 GF pour des projets en cours de définition. En ce qui concerne l'Ile-de-France, le coût des opérations TCSP en cours ou en projet s'élève à 21 GF.

Acceptabilité

Dans le cadre d'une politique des transports respectueuse de l'environnement, le développement des transports publics est reconnu par tous les acteurs comme indispensable. La seule réserve exprimée par les constructeurs automobiles renvoie au risque qui existe à projeter dans le long terme une organisation des déplacements basée exclusivement sur le transport en commun. Une complémentarité existe entre les deux modes de locomotion, individuel et collectif, et l'enjeu est d'arriver à obtenir la proportion optimale de chacun d'eux. Une fois cette précaution prise, la question qui est posée est de savoir quel type de transports en commun il faut développer et pour quel public. A court et moyen terme, la préférence des acteurs locaux va à l'extension des réseaux de bus, solution la moins onéreuse. Il est alors souhaitable qu'une telle politique à long terme soit accompagnée d'un renouvellement du parc de bus afin d'en améliorer sa qualité environnementale.

A long terme, le rail paraît la solution la plus adaptée et c'est sur elle que la région Ile de France fait actuellement porter son effort. Cependant, pour les associations des usagers de transports, l'hésitation entre le bus et le rail renvoie à une conception prospective trop limitative. Une projection dans l'avenir doit être plus imaginative. Développer une politique de transport public pour les 30 ans à venir nécessite de s'interroger sur les nouvelles technologies en gestation. Un juste milieu doit pourtant être trouvé. La tendance à vouloir innover à tout prix a souvent servi d'alibi aux décideurs politiques pour ne rien faire et a entraîné des gaspillages financiers et des retards d'équipement. La priorité dans l'avenir doit être donnée au perfectionnement des techniques qui ont fait leurs preuves et à leurs méthodes d'exploitation. Les écologistes militent par ailleurs pour la réhabilitation des modes de transports anciens compatibles avec les exigences actuelles en matière d'environnement : c'est, par exemple, le cas du tramway ou

Coût unitaire	MF/km		MF/km
km métro	450	km bus	5
km RER moyenne banlieue	150	km bus en site propre	20
km SNCF grande banlieue	100	amélioration km bus	0,12
amélioration SNCF banlieue	25	km tramway	120

Tableau 39
Coûts unitaires moyens utilisés (infrastructures et matériel roulant)

en millions de francs	2020-S3	2030-S3
Villes > 20000 et < 50000 hab.		
Extension du réseau de bus	1180	1654
Amélioration du réseau de bus	88	90
Villes > 50000 hab.		
Extension du réseau de bus	7610	10673
Amélioration du réseau de bus	565	579
Réseau bus en site propre	94088	96538
Tramway	34286	49371
Ile-de-France		
Extension métro	4863	6808
Extension RER	935	1310
Amélioration du réseau de bus Paris	13	13
Réseau bus en site propre Paris	2128	2128
Extension du réseau de bus	881	1140
Amélioration du réseau de bus Banlieue	63	65
Réseau bus en site propre Banlieue	10569	10776
Extension du réseau SNCF IDF	7726	10379
Amélioration du réseau SNCF IDF	13466	13797
Tramway IDF	6000	7667
Total	184459	212987

Tableau 40

Estimation des coûts des investissements en TCU à l'horizon 2030

des trolleybus, discrédités dans les années soixante et soixante-dix, et qui rencontrent un regain d'intérêt dans une perspective d'amélioration du cadre de vie dans les espaces urbains.

A la question de savoir quelle clientèle doit bénéficier de l'augmentation de l'offre en transport public, une contradiction apparaît aux yeux des élus locaux entre frein à la périurbanisation et développement nécessaire des transports collectifs en banlieue. Le réseau de transport public des centres villes est souvent considéré comme suffisant. En revanche, la desserte de la périphérie est une priorité. En Ile-de-France tout un programme de développement des liaisons inter-banlieues, d'amélioration des horaires, des vitesses, et de la fréquence des transports est en projet. Cette politique, loin de freiner la tendance à la péri-urbanisation, selon les élus, attire de nouveaux habitants vers la périphérie, et a pour effet d'augmenter simultanément les investissements en voirie par la construction de nouvelles rocaes.

Les objectifs du scénario Environnement, soit une augmentation de l'offre de transport public de 50% en province et de 25% à Paris d'ici 2030, semblent plutôt ambitieux aux yeux des acteurs interviewés. Parallèlement, ces acteurs remarquent que l'augmentation de l'offre ne doit pas être seulement quantitative : une amélioration de la qualité du service rendu est aussi, sinon plus, importante que le nombre des transports en circulation. Dans tous les cas, si l'augmentation de l'offre en transport en commun n'est pas accompagnée d'une amélioration qualitative, le remplacement de la voiture particulière par les transports en commun risque d'échouer.

Un problème supplémentaire soulevé lors des discussions avec les acteurs concernés est celui de la collaboration difficile au niveau intercommunal. Une politique de transport public doit obligatoirement porter sur l'ensemble du bassin de vie. Cela signifie qu'une collaboration étroite doit s'établir entre les différentes communes concernées. Or, comme le laisse entendre un fonctionnaire territorial, il n'est pas rare que les réunions entre élus municipaux se fassent en fonction des affinités politiques sans aucune considération pour les exigences imposées par les problèmes à résoudre.

Tout en faisant l'objet d'une politique autonome de longue halène, l'augmentation de l'offre de transport public constitue une mesure sine qua non pour limiter la circulation automobile. Deux principales conditions doivent être réunies : un budget suffisant permettant de prendre en considération les facteurs à la fois quantitatifs et qualitatifs de cette augmentation, une coopération entre l'ensemble des acteurs territoriaux concernés par le même bassin de vie.

Notons que les mesures de développement de l'offre ferroviaire et en transports publics urbains dépendent pour beaucoup de la volonté politique des élus et de l'état des finances publiques. Il s'agit de grands travaux d'infrastructures profitables à l'ensemble de la population qui ne heurtent pas les intérêts d'un acteur cible particulier. Néanmoins, leur efficacité dépend de l'accueil qui leur sera réservé de la part des usagers. Au delà d'une campagne de promotion des nouveaux moyens de transport, l'éducation et la sensibilisation environnementale des citoyens constituent la voie indispen-

sable pour permettre l'évolution progressive des mentalités.

Délai

Une relance forte du développement des transports collectifs urbains implique une réflexion globale sur l'organisation des déplacements de chaque agglomération et une concertation entre de multiples acteurs dont les intérêts ne sont pas forcément convergents. Cette concertation mobilise les différentes collectivités territoriales avec leurs compétences spécifiques, certains services de l'Etat, les professionnels et en bout de course les usagers. Les villes les plus en avance dans le développement des TCU (Strasbourg, Nantes, etc.) ont mené une réflexion et fait preuve d'une forte volonté politique dans ce domaine depuis une vingtaine d'années. L'élaboration des plans de déplacements urbains depuis 4 ans est significative du chemin qui reste à parcourir pour parvenir à une réorientation significative des stratégies d'urbanisme et des investissements en infrastructures au profit des modes de déplacements les moins polluants. La loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie a donné un délai de deux ans pour élaborer des PDU dans la trentaine d'agglomérations principales de France. Trois et demi plus tard, seulement sept PDU ont été adoptés, une vingtaine devraient l'être d'ici la fin de l'année 2000, une dizaine d'autres restant encore inachevés. Le respect des orientations prévues par la Loi sur l'air (voir encadré) est très inégal selon les PDU ; bien souvent, ils auront permis d'initier une réflexion dans le domaine plus qu'une véritable

réorientation des priorités. Les PDU peuvent être révisés à tous moments, la Loi sur l'air fixant une période maximum de cinq ans. Par ailleurs, une partie des financements est inscrite dans les contrats de plan Etat-Region qui sont eux élaborés pour sept ans.

Les exemples suivants de projets de TCSP confirment l'écoulement de nombreuses années entre le lancement des discussions et la mise en œuvre des travaux :

- Le projet TVR de Caen avait été adopté à l'unanimité en 1991 ; mais les travaux n'ont débuté qu'au printemps 2000 et l'inauguration de la ligne n'est pas prévue avant la rentrée 2002.

- Le projet de transports en sites propres de Strasbourg a été discuté pendant treize ans, auxquels il faut rajouter cinq ans de chantier.

- Dans le cas des bus en site propre de Maubeuge, le projet était déjà en discussion en 1995 ; sa pleine réalisation n'est pas prévue avant 2005.

- Concernant la ligne B VAL de Toulouse, le marché d'études détaillé a été lancé en mai 1999 ; l'inauguration est prévue 2007, soit huit ans après.

- Le contrat de Plan Ile de France 2000-2006 signé le 18 mai 2000 prévoit la première section du tramway Porte de Versailles – Porte d'Ivry en 2005.

- A l'opposé, à Orléans, le chantier des 18 km de tramway devrait durer deux ans au lieu des trois ou quatre usuellement requis.

De l'élaboration du projet jusqu'à sa mise en service, il faut donc escompter une période de l'ordre de dix ans. Cette durée pourrait être certainement réduite dans un contexte plus favorable à la prise

Les orientations des PDU

L'élaboration des plans de déplacements urbains n'est devenue obligatoire qu'avec la Loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie de décembre 1996.

"Art 28-1.- Les orientations du plan de déplacements urbains portent sur :

1) La diminution du trafic automobile ;

2) Le développement des transports collectifs et des moyens de déplacement économes et les moins polluants, notamment l'usage de la bicyclette et la marche à pied ;

3) L'aménagement et l'exploitation du réseau principal de voirie d'agglomération, afin de rendre plus efficace son usage, notamment en l'affectant aux différents modes de transport et en favorisant la mise en œuvre d'actions d'information sur la circulation ;

4) L'organisation du stationnement sur le domaine public, sur voirie et souterrain, notamment la classification des voies selon les catégories d'usagers admis à y faire stationner leur véhicule, et les conditions de sa tarification, selon les différentes catégories de véhicules et d'utilisateurs, en privilégiant les véhicules peu polluants ;

5) Le transport et la livraison des marchandises de façon à réduire les impacts sur la circulation et l'environnement ;

6) L'encouragement pour les entreprises et les collectivités publiques à favoriser le transport de leur personnel, notamment par l'utilisation des transports en commun et du covoiturage."

Encadré 2 :

Les orientations des PDU

en compte des questions environnementales, tel que le suggère le scénario Environnement, avec l'accumulation d'expériences par les collectivités locales dans ce domaine et surtout des capacités de financements annuelles supérieures. Enfin, il faut prendre en compte le délai de réponse des usagers à ces nouveaux équipements. L'accroissement de la fréquentation de

nouvelles lignes de TCU est très variable : très rapide en Ile-de-France pour les quelques lignes de tramways existantes, plus lente pour des villes où l'usage des TCU est moins ancrée et pour lesquelles les adaptations seront plus progressives. Nous retiendrons une période de deux à cinq ans pour que ces nouveaux TCU atteignent le trafic prévu.

Notes

- ⁵³ Recettes fiscales estimées sur la base des prix réels des carburants en 1994.
- ⁵⁴ contre 14000 kms dans le scénario Marché.
- ⁵⁵ SES-DAEI, "La demande de transport en 2015", Septembre 1997.
- ⁵⁶ Annales 99, SNCF, Direction de la stratégie.
- ⁵⁷ Hassan SALMAN, "La consommation d'énergie des trains SNCF en 1999", Note SNCF, Décembre 1998.
- ⁵⁸ SNCF - Mission Environnement, "Consommations d'énergie de quelques trains SNCF", Février 1996.
- ⁵⁹ La consommation d'électricité est toujours comptabilisée en équivalence à la production.
- ⁶⁰ Yves Chopinet, Direction de la clientèle, SNCF.
- ⁶¹ Op. Cit. CGP, Rapport du groupe Transport, page 67.
- ⁶² J-P Chang, C. Levy, J-P Fontelle, "New estimation of air traffic emissions in France, trends and comparison with other transport modes", 9^{ème} colloque INRETS Transports et pollution de l'air, Avignon 2000.
- ⁶³ Nathalie MARTINEZ, "Dans quelle mesure l'internalisation des coûts externes peut-elle influencer l'évolution de la répartition modale du trafic de marchandises en France ?", Thèse de Sciences Economiques, Université Paris I, Septembre 1997.
- ⁶⁴ Commissariat General du Plan, "Transports : le prix d'une stratégie, tomes I & II", Editions La Documentation Française, 1995.
- ⁶⁵ Le projet de TGV Lyon - Turin est porté depuis 1994 par AlpeTunnel (dans lequel la SNCF est partie prenante) : il s'agit d'un tunnel de 54 km + 10 km. Les solutions alternatives (variantes plus pentues mais moins longues, moins coûteuses, etc) suggérées en 1997 à la demande d'une commission intergouvernementale, ne sont pas retenues. 800 MF ont déjà été dépensés en études préliminaires. Ce pose néanmoins toujours la question du financement. Le projet est en effet estimé à 40 Mds F pour le tunnel lui-même, 40 Mds F pour les aménagements connexes, auxquels viendraient s'ajouter quelques 20 Mds F de frais financiers. Toutefois, si le projet était accepté, il faudrait de quinze à vingt ans pour le mener à bien. ⁶⁶ M. Mousel, J.P. Préchaud et J.C. Roure (sous la direction de), "Des transports nommés désir", Edition Syros, Décembre 1995.
- ⁶⁷ La Vie du Rail – n° 2742 – 12 avril 2000
- ⁶⁸ Sans indication précise, nous considérons que l'offre de transport public dans le scénario Marché est stable, et identique à celle de 1994 (28,4 Gvoy.km).
- ⁶⁹ Op. Cit. CGP, Rapport du groupe Transport, page 48.
- ⁷⁰ Sources : "Méthode d'évaluation des efficacités énergétiques et des émissions de polluants des transports routiers et ferroviaires de voyageurs et de marchandises en 1997", Ademe, Septembre 2000.
C. Ollivier, "Analyse simplifiée du cycle de vie des transports collectifs urbains", DER-EDF.
- ⁷¹ Commissariat Général du Plan, "Transports : le prix d'une stratégie, tomes I & II", Editions La Documentation Française, 1995, page 206.
- ⁷² Merlin, "Les transports en région parisienne", Edition La Documentation Française, 1997.

Politique urbaine

La circulation locale, dans un rayon de 80 km autour du domicile, est un enjeu majeur puisqu'elle représente 58% de la circulation automobile totale ; la circulation interne aux bassins de vie est elle de 46%. De multiples instruments sont aujourd'hui dans les mains des collectivités territoriales pour assurer une gestion cohérente des déplacements et orienter les choix des habitants. L'obligation pour les agglomérations dont le périmètre de transports urbains dépasse les 100 000 habitants d'établir un

plan de déplacements urbains (Loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie) est l'occasion de nourrir la réflexion dans ce domaine.

Le scénario Environnement intègre la mise en oeuvre d'une politique urbaine visant à limiter la circulation automobile. Elle se déploie dans trois directions : une politique de stationnement, la maîtrise des petits déplacements au profit des modes doux (marche à pied, bicyclette) et un frein à la périurbanisation⁷³.

Politique de stationnement

Le stationnement est un déterminant majeur du choix modal. Différentes mesures sont préconisées : le stationnement payant avec une tarification éventuellement différenciée sur les zones et les catégories d'usagers (priorité par exemple aux résidents sur voirie), limitation des places de stationnement sur le lieu de travail, rabattement sur des parcs relais aux abords des gares, etc. Les deux premières mesures citées sont envisagées dans le scénario Environnement.

► **Extension renforcée du stationnement payant**
L'offre de stationnement payant a doublé entre 1987 et 1997⁷⁴. Il s'accroît de manière significative dans le scénario Environnement.

► **Limitation des places de stationnement sur le lieu de travail**

Le taux de disposition de places de stationnement sur le lieu de travail est très variable d'une ville à l'autre, l'écart peut atteindre un facteur quatre. Selon le CERTU, il était en 1996 de 25% à Lyon et Marseille et de 100 % à Toulouse⁷⁵. Dans le scénario Environnement, la réduction de l'offre de stationnement sur le lieu de travail serait de 1% par an, soit de 35% entre 1994 et 2030.

Effet

Le renforcement du stationnement payant en 2020 induit une augmentation du coût marginal des déplacements concernés de 38%. L'impact sur les circulations est évalué à partir d'une élasticité prix de long terme de -0,4⁷⁶, elle est plus faible que l'élasticité prix du carburant car des transferts de destination sont possibles. Ainsi, le renforcement du stationnement payant conduirait à une baisse des circulations automobiles de 7 Mds de kilomètres en 2020 et 8 Mds en 2030. Nous estimons à 2 Mds de voy.km le report sur transport collectif lié au renforcement du stationnement payant⁷⁷.

La limitation de stationnement sur le lieu de travail de 1% par an pourrait toucher, selon le rapport du groupe Transports, un million d'actifs à échéance de 20 ans. Le taux d'usage de l'automobile comme conducteur est de 73% lorsqu'un parking est disponible et de 29% sinon. Ainsi à l'horizon 2030, nous pouvons estimer que 500 000 conducteurs feront le choix d'abandonner l'automobile pour leurs déplacements domicile-travail. A raison de 6000 km par an en

Tableau 41

Hypothèses d'évolution du taux de stationnement payant (Entre parenthèses : coût horaire)

Source 1994 : RTS n°57

Source 2020 : rapport groupe transport du Plan p.52

Source 2030 : nos hypothèses de progression

Sc nario Environnement	1994	2020	2030
Centres d'agglom rations de 50 000 300 000 hab.	7 %	25% (6F)	30% (6F)
Banlieues d'agglom rations de plus de 300 000 hab.	2 %	10% (5F)	15% (5F)
Centres d'agglom rations de plus de 300 000 hab.	10 %	30% (8F)	35% (8F)
Banlieue et p riph rie Ile-de-France	5 %	15% (7F)	18% (7F)
Paris	37 %	80% (10F)	85% (10F)

Tableau 42

Flux financiers et rentabilité globale du stationnement
Source : Le livre blanc du stationnement

En Mds de F HT 1998	Stationnement sur voirie	Produit des P.V.	Stationnement en ouvrages	Total
Produits d'exploitation	2,5	1,8	2,8	7,1
Charges d'exploitation	0,8	n.d.	1,9	2,7
Résultat courant	1,7	1,8	0,9	4,4
Charges d'investissement	0,2	0	1,3	1,5
Excédent brut d'exploitation	1,5	1,8	-0,4	2,9

moyenne, cela conduit à une baisse de la circulation à cet horizon de 3 Mds de kilomètres. L'essentiel de ces déplacements se reporte sur le transport collectif⁷⁸, soit 2,5 milliards de voyageurs-kilomètres ; le reste bénéficie aux modes déplacements doux ou au covoiturage. Ces deux mesures entraînent donc une réduction des circulations des voitures particulières de 11 Mds de kilomètres à l'horizon 2030 et augmentation de la fréquentation des TCU de 4,5 Mds de voy.km. Les gains en terme de consommation d'énergie et d'émissions de CO₂ sont respectivement de 0,5 Mtep et 1,7 Mt CO₂.

Analyse

Aujourd'hui, seulement 4% des déplacements automobiles donnent lieu à un stationnement payant. Si la tarification du stationnement s'est développée dans la plupart des villes, les moyens alloués pour faire respecter le stationnement payant sont le plus souvent très insuffisants.

Coût des mesures sur le stationnement

Le stationnement public payant est globalement rentable. Comme le montre le tableau suivant, le stationnement payant sur voirie est en général bénéficiaire, le stationnement en parcs étant plutôt déficitaire. Les gestionnaires de parkings ont par conséquent le plus souvent la double activité. Nous considérons donc que l'extension du stationnement payant ne donne lieu à aucune dépense supplémentaire pour les communes. Par contre, l'extension du stationnement payant induit un coût supplémentaire pour les ménages. Selon le rapport du groupe Transport du Plan, la différence de recettes potentielles entre le scénario 3 et le scénario 1 où l'extension du stationnement payant est beaucoup plus limitée, serait de 3 milliards de francs. Deux facteurs contradictoires interviennent sur ce coût :

- Nous avons vu que ce surcoût potentiel devrait conduire à une réduction des déplacements de 15%, donc une réduction du surcoût effectif de même ordre.
- Nous avons cependant considéré que cette extension de stationnement était progressive jusqu'en 2020 et se poursuivait entre 2020 et 2030. Par conséquent, nous retenons un surcoût effectif pour les ménages en 2030 proche de 3 GF. La limitation des places de stationnement sur le lieu de travail n'a pas d'impact sur la collectivité mais constitue une économie substantielle pour les entreprises. Nous avons vu qu'en 2030, un million d'actifs utilisant potentiellement leurs véhicules personnels pour aller travailler, pouvaient faire le choix d'utiliser d'autres modes si le nombre de places sur leur lieu de travail était limité. D'après les sources retenues, le prix de construction d'une place de stationnement varie de 15-20 kF à 100 kF pour une place en souterrain en centre-ville dense. Si l'on retient ce nombre de un million, réparti entre villes moyennes et l'Ile de France au *pro rata* de la part des populations totales de ces zones (soit 677 600 et 322 300), combiné avec des prix moyens de 15 kF en zones peu denses et 60 kF en zones denses, on obtient une économie d'infrastructure de près de 30 GF.

Acceptabilité

Les politiques de stationnement dépendent essentiellement de la volonté politique des élus locaux. Dans le cas de la région Ile-de-France, la politique suivie pendant longtemps, qui consistait à financer la construction des parkings en centre-ville, encourageait l'envahissement de la ville par la voiture ; elle a été remplacée par une autre consistant à financer la construction des parkings à l'entrée de la ville. La question du stationnement apparaît cependant comme un problème complexe avec différentes composantes (stationne-

ment des résidents, stationnement des visiteurs et consommateurs, etc.) qui ne sont pas forcément compatibles entre elles. Ainsi, un système efficace et crédible de transports en commun doit accompagner tout effort de dissuasion du stationnement des visiteurs.

La limitation des places de stationnement sur le lieu de travail est déjà pratiquée mais pas encore généralisée. A la Défense, par exemple, les entreprises paient les places qu'occupent leurs employés. Ainsi, ces derniers doivent justifier auprès de leur employeur la nécessité d'utiliser leur voiture pour se rendre à leur travail.

L'expérience montre qu'aussi bien les employeurs que les employés se sont adaptés à cette contrainte, ce qui laisse penser qu'elle pourrait se généraliser. Néanmoins, sa généralisation risque de se heurter à un problème de concurrence territoriale : étant donné que le stationnement relève des compétences des collectivités locales et que celles-ci ont un intérêt économique évident à voir des nouvelles entreprises s'installer sur leur territoire, elles risquent d'apparaître réticentes à l'application d'une mesure qui les sanctionnerait vis-à-vis des collectivités voisines. Même si les responsables rencontrés au niveau territorial se plaignent d'une décentralisation incomplète qui ne leur donne pas des compétences effectives sur le choix des politiques des transports et de circulation, la prise des décisions au niveau national peut éviter des blocages dus à la concurrence intercommunale.

En Ile-de-France, le problème de cette concurrence, avant tout politique, trouve une réponse avec l'initiative de la RATP qui, en entrant en contact direct avec les entreprises de la région, cherche à mettre en place des contrats de services individualisés. Ces contrats proposent aux entreprises une gamme de produits et services dédiés, comme de nouvelles formes d'abonnements pour leurs salariés ou des dessertes spécifiques.

Les collectivités territoriales sont également réti-

centes aux mesures de limitation du stationnement et insistent sur le fait que toutes les agglomérations ne souffrent pas des mêmes problèmes. Pour reprendre le cas de l'Ile-de-France, les problèmes de Paris sont différents de ceux de la banlieue. Ainsi, ni le stationnement payant, ni la limitation du stationnement sur le lieu de travail n'apparaissent, selon les responsables rencontrés à la région, comme des mesures pertinentes à mettre en place dans la périphérie. Globalement, pour qu'une politique efficace de stationnement soit mise en place, il est avant tout indispensable, d'après les acteurs rencontrés, de mettre en place un système de sanctions dissuasif en cas de stationnement illicite et de renforcement du respect des réglementations.

Délai

L'extension du stationnement payant ne comporte pas d'obstacle particulier (en dehors de son acceptation par les riverains) et peut donc être assez rapide.

A l'inverse, l'effet de la limitation des places de stationnement sur le lieu de travail sera très progressif puisqu'il ne peut se faire qu'au rythme de l'implantation de nouvelles entreprises. Il est nécessaire de modifier préalablement les normes de construction d'emplacement de parkings dans l'article 12 des Plans d'occupation des sols de chaque commune.

Si on souhaite un impact plus rapide pour ce type de mesure, il faut alors opter pour des mesures plus contraignantes en introduisant également une tarification sur l'usage des parkings sur les lieux de travail, ou encore des incitations financières à ne pas utiliser les parkings. Cette solution a été expérimentée en Californie, les salariés ont eu le choix entre le maintien d'une place offerte et un supplément de salaire correspondant au coût de stationnement évité ; le nombre de voitures utilisées auraient ainsi été réduit de 10 à 20%.

La maîtrise des petits déplacements

Les petits déplacements automobiles de moins de trois kilomètres représentaient 9 milliards de kilomètres en 1994 (12 Gvoy.km). Sur ce marché, la marche et les deux roues totalisent 6,6 milliards de voy.km, les transports publics 2,2⁷⁹. Les pistes cyclables et le stationnement payant, est la principale mesure permettant de limiter ces déplacements. Cette mesure recoupe donc en partie la précédente.

Effet

Selon le rapport du groupe Transports, la maîtrise des petits déplacements pourrait capter la moitié du marché actuel réalisé par l'automobile, soit 4,5 milliards de véh.km.

Le gain en terme de consommation d'énergie et d'émissions de CO₂ serait de 0,25 Mtep et 0,7 MtCO₂.

Analyse

Les conditions d'un transfert modal vers la bicyclette

Entre 1981 et 1993, pendant que le parc automobile progressait de 38%, la parc de bicyclettes adultes a augmenté de 62%, soit 21 millions de bicyclettes en 1993. Cependant le nombre de déplacements réalisés en bicyclette est passé de 4,5 % à 2,8 % de l'ensemble des déplacements de semaine. Seulement 27% des bicyclettes possédées par les ménages sont utilisées pour des déplacements autres que la promenade ; ainsi la possession de vélos et l'usage des bicyclettes pour la promenade augmentent avec le taux de motorisation des ménages. La baisse de la pratique ne signifie donc pas un désintérêt pour ce mode.

La distance moyenne parcourue est de 2 kilomètres. La bicyclette est plutôt moins utilisée dans les villes-centres et plus fréquemment utilisée à la périphérie des grandes ZPIU de province. Enfin, l'usage autrefois important de la bicyclette par les scolaires a chuté au profit de l'accompagnement en voiture et des transports collectifs⁸⁰.

Favoriser l'usage du vélo exigeant d'en lever les principaux obstacles⁸¹ :

- le risque d'accident,
- le vol,
- les intempéries,
- les coupures (obstacles difficilement franchissables –voie à grand circulation, emprises industrielles, sens interdits, etc- nécessitant des détours parfois importants par des voies souvent encombrées),
- l'inconfort des cheminements (pollution sonore et atmosphérique, exigüité des espaces de circulation accordés aux cyclistes, stationnement illicite, etc.),
- le déficit d'image,
- le manque de lieux et dispositifs de stationnement.

A l'évidence, la condition première de la relance de l'usage du vélo est de réduire la vitesse des véhicules et le volume du trafic. Cela signifie notamment multiplier les zones limitées à 30 km/h et redistribuer l'espace de la voirie au profit des modes alternatifs à l'automobile. La continuité des itinéraires doit être assurée, avec un niveau de sécurité homogène en tous points du parcours et améliorer le confort des cheminements. Les aménagements cyclables possibles sont bien sûr la création de pistes cyclables, la création de contresens cyclistes dans les rues à sens unique, l'ouverture des couloirs de bus aux vélos et certaines rues piétonnes.

Le stationnement des vélos est une question majeure, à la fois au domicile et sur la voie publique ; c'est également une condition d'une meilleure complémentarité avec les transports en commun. Le

développement de l'usage du roller ou de la trottinette, plus pratiques, montrent en négatif les inconvénients de l'usage de la bicyclette dans les conditions actuelles.

La commune a toute latitude pour installer des aires de stationnement pour les vélos sur la voie publique. En ce qui concernent les immeubles neufs, des dispositions spécifiques au stationnement des vélos doivent être introduites dans les plans d'occupation des sols. Pour ce qui est des immeubles anciens, des incitations fiscales ou autres devraient être prises.

Développer l'usage de la bicyclette ne peut être une mesure « en soi », mais fait partie intégrante d'une politique globale favorisant le report modal vers l'ensemble des modes peu polluants (marche, deux-roues, TCU). Dans ce cadre, assurer le développement de la pratique de la bicyclette est un élément non négligeable pour réussir un rééquilibrage des modes et à moindre coût. Hormis quelques villes en France qui se sont lancées dans l'aventure (Strasbourg, Nantes, etc.), la France accuse un net retard au regard des politiques menées dans ce domaine dans de nombreuses villes européennes depuis 10 ou 20 ans.

Coût du développement de réseaux cyclables

En terme d'aménagement des agglomérations, il est également possible de faire le point sur le développement des infrastructures 'vélos'. L'offre de services autour du vélo+complémentarité avec TCU, en plus des infrastructures adaptées est estimé par Héran [2000] à près de 50 F/hab et par an (type Strasbourg), tandis que la moyenne nationale est largement inférieure (moins de 10 F/hab et par an). Il est retenu pour notre estimation 40 F/hab et par an sur les dix premières années, puis 20 F/hab/an. Cette politique favorable au vélo atteint dès lors un montant de 27 GF dans S3 en 2030.

Acceptabilité

Pour les constructeurs ainsi que pour le Ministère des transports, il est tout d'abord nécessaire de définir ce qu'on entend par petits déplacements. Selon nos interlocuteurs, plusieurs études semblent avoir artificiellement gonflé ce type de déplacements, car elles ne prennent pas en compte la liaison qui peut y avoir entre les différents trajets effectués par un individu dans une journée. En fait, les petits déplacements constituent plutôt les maillons d'une trajectoire de déplacements chaînés difficilement réalisables à pied, à vélo ou en transports en commun. Lorsqu'une personne enchaîne dans la journée une série d'activités, elle réalise globalement un nombre de kilomètres important dans des directions souvent opposées qui ne sont pas facilement des-

servies par les transports publics. Un examen attentif est ainsi nécessaire avant de conclure sur la place qu'occupent réellement les petits déplacements dans l'espace urbain.

Quoi qu'il en soit, la limitation du trafic automobile est perçue par plusieurs acteurs comme un risque majeur pour l'activité économique des centres-villes. Si le stationnement au centre-ville devient difficile, les gens choisiront de faire leurs courses à la périphérie proche ou dans un endroit où il leur est possible de se garer. Pour cette raison, et alors qu'elles sont globalement d'accord avec les mesures proposées par le Commissariat Général du Plan, les collectivités locales paraissent plutôt réticentes au sujet de la limitation de la circulation automobile. L'exemple des PDU, où les mesures de limitation de la circulation sont accompagnées de mesures d'extension des roclades routières est flagrant. « *Les ingénieurs des villes ne sont pas fascinés par les rues piétonnes mais par les grands boulevards* », affirme un ingénieur des transports. Curieusement les mêmes réticences sont exprimées de la part de certains acteurs associatifs qui se montrent sensibles à la question de la désertification des centres-villes. Paradoxalement, la construction des pistes cyclables et des rues piétonnes est une activité fortement soutenue par les collectivités en raison de sa visibilité politique. Ainsi, en Ile-de-France région et collectivités financent conjointement la construction des pistes cyclables et en collaboration avec la SNCF mettent en place le système du « prêt du vélo ». Ce type de mesures, très populaire, se caractérise par une forte acceptabilité de la part du public incitant les élus locaux à poursuivre leurs efforts.

Néanmoins, les projets impulsés par l'Etat sont rares et la politique nationale du vélo absente. Ceci est en grande partie liée à l'absence d'un "lobby du vélo" exerçant une pression pour le développement d'une telle politique. C'est pour cela que, comme le fait savoir le président du comité de suivi de la politique nationale du vélo, cette commission a toutes les peines du monde à faire passer ses propositions auprès du Ministère de l'équipement. La faiblesse du budget consacré à ce moyen de transport ne permet pas par ailleurs aux collectivités de réaliser les aménagements initialement prévus.

Quoi qu'il en soit, la limitation des petits déplacements par des interventions sur l'offre de stationnement et l'occupation de la chaussée par des moyens de transports alternatifs ne doit pas faire l'objet de mesures autonomes. Selon un ingénieur spécialisé sur les questions de transports, il est nécessaire d'intégrer ces mesures dans une politique de gestion globale de l'espace urbain. Pour cela il faut des politiques trans-sectorielles et un dépassement des blocages liés aux différentes rationalités présentes au sein l'appareil d'Etat. De plus, des aides financières en faveur de l'usage du transport public, comme c'est le cas pour la carte orange dans la région Ile-de-France, pourrait également renforcer l'efficacité de cette mesure. A titre d'exemple, l'expérience athénienne de la gratuité des transports en commun entre 05h00 et 07h00 du matin a fortement incité à l'utilisation des transports en commun pour se rendre au travail.

L'organisation des déplacements urbains : une longue concertation

Limiter la circulation automobile en ville par une politique de stationnement, le développement d'itinéraires cyclables ou de transports collectifs ne peut être efficace que dans le cadre d'une réorganisation globale de l'espace urbain en limitant la part de la voirie dédiée à l'automobile. Matérialiser des itinéraires cyclables par quelques traces de peinture sur la chaussée est rapide et peu coûteux mais peu efficace.

Les résultats en terme de transfert modal de la route vers les modes doux de déplacements ne peuvent être obtenus qu'au rythme de la rénovation des rues dans le cadre de "schémas directeurs" d'itinéraires cyclables, en cohérence avec le développement des transports publics.

Ainsi que cette question a été abordée précédemment au sujet des transports publics, le temps de concertation est lié à l'élaboration d'un schéma global de transport pour chaque agglomération, soit de l'ordre de cinq ans. La mise en œuvre sera ensuite différenciée selon les voies et l'ampleur des travaux à effectuer, entre deux et cinq années supplémentaires seront nécessaires dans le cas où une ligne de TCSP est prévue simultanément.

Frein à la périurbanisation

Aujourd'hui, 18 millions de personnes vivent en zones périurbaines⁸². L'INSEE a réalisé une projection de la population adulte à l'horizon 2020. Sur une croissance globale des lieux de résidence de 19% entre 1990 et 2020, cette croissance serait de

25% en banlieue, respectivement de 34% et 42% en périphérie urbaine et périphérie rurale, contre une chute des lieux de résidence en centres-villes de 14%. Ce mouvement de relocalisation aurait pour conséquence une augmentation de 4% des circu-

lations automobiles, auxquels il faut ajouter une augmentation tendancielle des circulations supérieure en périphérie par rapport aux villes-centres. L'hypothèse faite par le CGP est que la périurbanisation projetée par l'INSEE correspond au scénario Marché alors qu'elle est stoppée dans le scénario Environnement, la répartition de la population par zone restant donc inchangée.

Les mesures permettant de freiner ainsi la périurbanisation relèvent de politiques d'aménagement du territoire et d'urbanisme visant à densifier l'espace urbain des villes suffisamment importantes et de limiter l'extension des petites villes périphériques. Il s'agit de parvenir à une meilleure adéquation entre les espaces de résidences et les espaces d'activités, ou encore densifier en activités les zones les mieux desservies par le transport public. D'autres politiques d'ordre fiscal ou réglementaire peuvent être complémentaires, par exemple concernant le logement : maîtrise de la hausse des loyers en centres-villes, mesures d'accès à la propriété différenciées, etc.

La Loi sur l'air comporte des indications dans ce domaine, mais un cadre plus avancé est fourni par la Loi "Solidarité Renouvellement Urbain" et modifiant la Loi d'orientation foncière datant de 1967.

Effet

Selon le rapport du groupe Transport du CGP, en évitant l'évolution des lieux de résidence tel que le projette l'INSEE, le scénario Environnement permettrait de limiter les circulations automobiles de 6%⁸³. Sur une population de 50 millions d'adultes en 2030 parcourant 6000 kms par an dans un rayon de 80 km autour du domicile, nous pouvons estimer que le frein à la périurbanisation se traduirait par une baisse de la circulation de l'ordre de 18 Mds de kilomètres.

Cette politique permettrait de réduire la consommation des VP de 1 Mtep, et de réduire les émissions de CO₂ de 2,9 MtCO₂.

Analyse

Les déterminants de la localisation des ménages

Une étude sur les dépenses des ménages franciliens pour le logement et les transports montre

que le budget-logement, définissant les conditions de logement, et le budget-temps de transport sont des déterminants majeurs des choix des ménages dans la localisation de leur logement, devant le budget monétaire consacré au transport⁸⁴.

Ces dernières années, l'allongement des distances de transport a été permis par la croissance des vitesses de déplacement, le budget-temps de transport pour les trajets domicile-travail est ainsi resté stable à 55 minutes par jour (96 minutes en Ile-de-France). L'étude montre par contre qu'en Ile-de-France le budget monétaire consacré au transport augmente fortement avec l'éloignement du domicile du centre de Paris ; il représente de 5 à 26% du budget des ménages.

La région Ile-de-France est divisée en neuf zones. Il apparaît que la taille du ménage croît avec l'éloignement des zones et que le revenu moyen décroît. Le coût du logement diminuant avec son éloignement, le choix d'un logement éloigné permet des conditions de logement et une superficie par personne peu différente des zones plus proches de Paris, pour un coût dans le budget des ménages relativement stable (autour de 26%).

Il n'y a donc pas de compensation entre le budget logement et le budget transport selon la localisation des ménages entre centre et périphérie ; ce calcul n'étant visiblement pas fait par les ménages. Ces conclusions rendent très discutable l'efficacité des mesures fiscales alourdissant le budget automobile comme moyen de limiter la circulation automobile ; là encore d'autres critères sont largement prépondérants, en l'occurrence les conditions de logement par rapport à leur coût. C'est donc bien sur ce dernier que les politiques publiques doivent intervenir.

Des études montrent que les ménages continuent en effet à accorder une pénalité à l'éloignement du logement et qu'un choix est fait entre le prix accepté pour un logement et la distance au travail. Il apparaît qu'une politique d'aide au logement favorisant les zones plus denses, plus accessibles aux transports publics éviterait en particulier aux ménages modestes de

Tableau 43

Dépenses des ménages franciliens pour le logement et les transports selon leur localisation

Zones	1	2	3	4	5	6	7	8	9	IDF
Loyer par m2 (F/mois)	92	90	84	78	73	64	58	55	50	71
Nombre de personnes	1,7	1,7	1,9	2	2,3	2,3	2,3	2,4	2,4	2,1
Superficie par personne (m2)	32	27	23	22	21	23	24	23	25	24
Revenu en 1994 (F/mois)	16800	15800	14000	13500	14800	13400	12400	11500	11800	13800
Dépense par logement en % du revenu	30	27	26	26	24	25	27	27	25	26
Distance quotidienne parcourue (km)	12	13	14	16	18	20	26	24	34	20
Budget-temps de transport quotidien (mn)	87	96	95	99	96	94	99	92	101	96
Dépense de transport en % du revenu	5	6	7	9	11	14	19	19	26	14

Extraits de la revue 2001 plus..., " Maîtriser l'étalement urbain : une première évaluation des politiques menées dans quatre pays (Angleterre, Norvège, Pays-Bas, Hong-Kong) ", Vincent FOUCCHER, n°49, Septembre 1999.

(...) La politique ABC vise à "placer la bonne entreprise au bon endroit". Elle consiste à définir une stratégie de localisation, croisant le "profil d'accessibilité" du lieu et le "profil de mobilité" de l'entreprise ou du service (en termes de personnes et de marchandises). Les différentes parties du territoire sont classées en trois catégories, combinant les deux types de profils évoqués, en fonction de leur accessibilité :

- profil A : activités tertiaires ou équipements ayant beaucoup d'employés ou attirant de nombreux visiteurs par hectare (par exemple, des bureaux ouverts au public, des théâtres ou musées), dont la localisation sera de type centre-ville, bénéficiant de tous les transports publics avec une connexion aux réseaux nationaux ;
- profil B : activités attirant moins de personnes, mais qui doivent rester accessibles par automobile (production, distribution, hôpitaux, centres de recherche, industries de "cols blancs"), dont la localisation devra combiner une double desserte automobile et transports publics, plus loin des centres ;
- profil C : activités dépendant uniquement du transport routier, impliquant peu d'emplois par hectare, dont la localisation sera périphérique, sans transport collectif majeur.

Les entreprises ou institutions sont donc évaluées, selon leur intensité d'emploi c'est-à-dire leur nombre d'employés par unité de surface. (...) Le nombre de visiteurs est également pris en considération.(...)

Les normes de stationnement, notamment, doivent varier pour chacun de ces profils : la restriction du nombre de places (long terme) doit réduire l'utilisation non obligée de l'automobile pour les déplacements pendulaires (domicile-travail), lorsque le site est accessible en transports en commun(...)

Chaque région doit élaborer son plan d'application, pour adapter localement les principes nationaux. Les représentants de l'Etat, des provinces et des municipalités sont impliqués dans cette démarche et le plan est ensuite mis à la consultation du public.

Les municipalités sont tenues d'indiquer dans leurs plans d'occupation des sols la localisation de ces différents "profils d'accessibilité" et les affectations qui leur correspondent. Lorsque le plan régional ne répond pas suffisamment à la "stratégie de localisation" du gouvernement, ce dernier peut imposer ses vues, en invoquant la loi d'Urbanisme. De même pour les plans d'urbanisme locaux, le gouvernement peut exiger une adaptation du contenu, grâce à l'article 10 du règlement de l'urbanisme de 1985, jusqu'à déposer un recours.

Des objectifs indicatifs sont cités, en matière de part modale des migrations alternantes : un maximum de 10 à 20% pour l'automobile dans les zones de profil A, et de 35% dans les zones de profil B.

(...) Selon le système de planification du pays, le VINEX est un "guide", qui doit être mis en œuvre, par le biais de procédures réglementaires, dans les plans régionaux puis locaux. La planification physique indique une direction à suivre et fixe les limites des initiatives des individus et des collectivités. Le VINEX rappelle en outre que "ces initiatives peuvent être ou ne pas être aidées par les subventions du gouvernement central". Les localisations de type A et B se voient attribuer une préférence lors des choix d'investissements publics.

Les différents ministères sont sollicités pour montrer l'exemple lorsqu'ils doivent construire un nouvel équipement (hôpital, école, université, théâtre, etc.) pour éviter que ces équipements, inducteurs de déplacements, ne se "localisent à proximité des voitures". Enfin, une démarche partenariale a été engagée, non seulement avec la participation des ministères, mais aussi avec des acteurs privés. C'est ainsi un ensemble de mesures convergentes qui doivent concourir à ce projet. De plus, les municipalités hollandaises étant fortement dépendantes financièrement de la redistribution fiscale nationale, elles ne sont pas en position de force lorsqu'elles ne veulent pas suivre les directives d'aménagement du territoire. L'Etat peut, certes, obliger les municipalités à tenir compte de ses directives dans leurs plans d'occupation des sols, d'un point de vue réglementaire, mais la convergence de ses politiques sectorielles, ainsi que l'importance accordée à la négociation, évitent le plus souvent le recours à des actions "dures".

Toutefois, même si les plans municipaux suivent la directive ABC à la lettre, la réalité économique vient contrecarrer les bonnes volontés : la concurrence entre territoires et la crise de l'emploi font qu'il est difficile à une municipalité de refuser une implantation d'entreprise parce qu'elle ne répond pas au profil souhaité dans la zone où elle veut s'implanter. De fait, généralement, la hiérarchie des priorités municipales est actuellement plutôt en faveur de l'emploi que de la réduction de l'usage de l'automobile.

Une première évaluation

La politique ABC a fait l'objet d'une première évaluation en 1997. A cette époque, on constate que près de 90 % des zones intéressées avaient effectivement fait l'objet d'un classement. Mais la majorité des zones étaient en réalité classées ni en zone A, ni en zone B, ni en zone C mais dans la catégorie "autres localisations". Il s'agit soit de zones situées hors des 26 aires urbaines concernées, soit de localisations ne correspondant à aucun des critères pris en compte.

L'évaluation montre par ailleurs que :

- La plupart des grandes municipalités ont traduit cette politique dans leur plan d'occupation des sols ; mais la mise en pratique concrète est beaucoup plus difficile. Dans les négociations avec les entreprises, les pouvoirs publics atténuent leurs exigences pour des raisons économiques. Ce sont essentiellement les normes de stationnement qui font l'objet de négociations.
- Le pourcentage de sites industriels/commerciaux avant un label ABC ne dépassait pas 17% en 1996. Beaucoup d'autres sites n'ont donc pas été classés. Dans l'ouest du pays, le pourcentage est de 20%.
- La surface disponible pour la localisation en A et B des nouvelles entreprises est limitée en moyenne à 11 %, contre 20% pour les localisations en C.
- La croissance des établissements et le nombre des employés ont été supérieurs en B et C. La part des localisations A a diminué.
- Si l'on fait référence au slogan "placer la bonne entreprise au bon endroit", il est encourageant de constater que, par rapport à l'ensemble des entreprises, la part des bureaux localisés en A est passée de 5.7% à 7.2% en 1996. Mais dans le même temps les localisations en B et C ont cru respectivement de 6 à 10.7% et de 1.9 à 3.5. Les conclusions sont les mêmes. L'emploi correspondant typiquement au type A croît dans les localisations A, mais moins vite que dans les localisations B et C.

Encadré 3

La politique ABC aux Pays-Bas : une politique de localisation des "générateurs de déplacements"

choisir des logements excentrés par rapport aux pôles d'activité et d'amputer d'autant leur budget en dépenses de transport.

Les objectifs des politiques de densification urbaine

Des politiques de maîtrise de l'étalement urbain sont menées dans différents pays. Les politiques dites "de densification" poursuivent conjointement plusieurs objectifs : limiter la mobilité à la source - et donc l'usage de l'automobile - à partir d'une organisation des villes jugée plus appropriée, limiter la consommation d'espaces naturels et revitaliser les centres-villes. Elles sont mises en œuvre par la voie de directives nationales, fixant un cadre national et des objectifs à suivre par les échelons institutionnels "inférieurs". Ainsi le respect des directives nationales est la condition aux financements d'infrastructures et d'équipements par l'Etat. Les financements publics sont un levier pour favoriser la mise en œuvre de ces directives.

La politique souvent citée en exemple est la politique "ABC" menée aux Pays-Bas depuis 1991 (voir encadré) qui étend à tout le pays la "politique de la ville compacte", concept développé pour la ville d'Amsterdam depuis 1985. Le gouvernement hollandais intervient ainsi directement dans l'organisation du développement urbain et favorise l'émergence de projets de rénovation urbaine selon les principes décrits par des financements substantiels aux côtés des collectivités locales et du secteur privé.

Ces politiques ne peuvent s'apprécier que sur le long-terme, elles sont en général trop récentes pour que l'on en mesure réellement les effets. Les obstacles rencontrés relèvent des priorités adoptées : les questions d'environnement et de mobilité étant supplantées par d'autres priorités, notamment l'emploi et la gestion sociale des quartiers⁸⁵. Il est à noter que les pays ont développé une large communication pour faire comprendre leur démarche aux partenaires locaux (élus, urbanistes, associations, etc.).

Coût

Nous ne sommes pas en mesure d'évaluer, au delà de l'aspect législatif et réglementaire, le coût pour la collectivité des incitations financières nécessaires dans le cadre des projets d'urbanisme permettant de freiner la périurbanisation. A titre indicatif, l'enveloppe financière (public-privé) consacrée à l'ensemble des projets actuels de rénovation urbaine pour les plus grandes villes des Pays-Bas, dans le cadre de la politique décrite ci-dessus de densification urbaine, serait de l'ordre d'un milliard d'euros. Il faut par ailleurs noter qu'à l'inverse, l'étalement

urbain comporte un coût non négligeable pour les collectivités locales en terme d'aménagement et d'extension des réseaux urbains (eau, électricité, gaz, assainissement, collecte des ordures ménagères, etc.). Il n'est donc pas exclu que limiter l'étalement urbain ait un coût négatif.

Acceptabilité

Tout en acceptant la rationalité de cette mesure, les acteurs rencontrés mettent l'accent sur la question de sa faisabilité. Il y a tout d'abord, un problème de faisabilité sociale : comment empêcher les gens de choisir leur lieu d'installation ? Il y a une tendance de la part de la population à vouloir s'installer sur des zones de moins en moins denses. Parfois même, ce n'est pas un vrai choix mais une obligation liée au coût exorbitant des habitations du centre-ville. L'intervention de la part des autorités publiques dans le marché immobilier ne peut pourtant être que marginale. Qu'ils choisissent les zones excentrées pour des raisons de convenance personnelle ou des raisons économiques, les habitants de la périphérie reçoivent le soutien des collectivités territoriales : « souvent, les gens qui habitent à la périphérie sont plus nombreux que ceux qui habitent au centre et nous, nous sommes obligés de nous intéresser prioritairement à la majorité ». Limiter la péri-urbanisation est une mesure qui n'a pas de sens et sanctionne injustement la population concernée soutiennent les responsables régionaux. Si la péri-urbanisation prend, dans les grandes villes, des proportions importantes cela est lié à la concentration du marché du travail. Paris, par exemple, a un excédent de 800.000 emplois qui incite à la concentration de la population. De ce point de vue, il vaut mieux délocaliser des activités que freiner la péri-urbanisation. Ils soulèvent, par ailleurs, une incompatibilité entre cette mesure et celle concernant l'augmentation de l'offre de transport public : le renforcement des transports en commun, proposé par le Commissariat Général au Plan, ne peut qu'augmenter la tendance à la péri-urbanisation.

Les associations rencontrées, tout en reconnaissant l'importance du problème de l'extension des villes, expriment également un doute sur la faisabilité de cette mesure. Non seulement, il est difficile d'influer sur le choix des habitants, mais aussi les découpages politico-administratifs territoriaux sont très inadaptés pour la gestion d'un problème de nature transversale. En effet, les responsables des agglomérations semblent avoir le plus grand mal à prendre en compte le phénomène péri-urbain. On voit que la plupart des PDU en cours d'élaboration ou adoptés se concentrent sur les zones urbaines denses et

ignorent la périphérie. L'objectif d'une limitation de la circulation automobile n'est envisagé qu'au prix d'un report des nuisances sur les zones limitrophes. Ainsi, les rocade routières sont souvent proposées pour détourner la circulation. Ces nouvelles infrastructures risquent d'avoir un double effet : d'abord elles libéreront des capacités dans les voiries radiales et stimuleront le trafic local en incitant à entrer en ville avec la voiture ; ensuite, en facilitant les déplacements automobiles, elles encourageront la péri-urbanisation diffuse.

Bref, face à un objectif de limitation de la circulation automobile de 6%, cette mesure est aux yeux des acteurs interviewés difficilement applicable. La péri-urbanisation constitue un phénomène de société que l'intervention publique ne peut pas faire disparaître. Il serait peut-être plus efficace de prévoir un système de transport public capable de satisfaire les besoins en mobi-

lité des habitants de la périphérie en respectant la qualité de l'environnement, que de songer à la disparition de la péri-urbanisation. Suivant l'exemple réussi de Karlsruhe (RFA, Bade-Wurtemberg), le transport collectif doit aller chercher le client le plus loin possible.

Délai

La refonte d'un schéma national d'aménagement urbain est du domaine législatif, et peut donc prendre plusieurs années entre le début de l'élaboration de la loi et la signature des décrets d'application. Il s'agit ensuite d'en faire respecter les objectifs, ou les obligations le cas échéant, dans l'élaboration des nouveaux projets d'urbanisme, la révision des plans d'occupation des sols, etc. A l'instar des expériences menées dans différents pays, il s'agit de politiques de long terme dont les effets ne peuvent être appréciés qu'au delà d'une génération.

Notes

⁷³ MERLIN, "Les transports en région parisienne", Edition La Documentation Française, 1997.

⁷⁴ Les effets attendus de ces mesures sont issues des travaux de l'INRETS réalisés dans le cadre du groupe Transports du CGP. Si la littérature internationale est abondante mais très dispersée, il semble selon l'INRETS qu'il n'existe pas d'exercice similaire à l'étranger d'évaluation des potentiels de régulation de la circulation urbaine.

Source : JP ORFEUIL, C. GALLETZ, "Politiques locales et maîtrise des déplacements en automobile : analyse des potentiels de régulation, INRETS, Décembre 1997.

⁷⁵ Op. Cit. CGP, Rapport du groupe Transport, page 52.

⁷⁶ Op. Cit. CGP, Rapport du groupe Transport, page 53

⁷⁷ Op. Cit. CGP, Rapport du groupe Transport, page 53.

⁷⁸ JP ORFEUIL, C. GALLETZ, "Politiques locales et maîtrise des déplacements en automobile : analyse des potentiels de régulation - Synthèse des études APAS", INRETS, Décembre 1997.

⁷⁹ Op. Cit. CGP, Rapport du groupe Transport.

⁸⁰ Op. Cit. CGP, Rapport du groupe Transport, page 47.

⁸¹ Francis PAPON, « Les modes oubliés : marche, bicyclette, cyclomoteur, motocyclette », in RTS n°56, Juillet-septembre 1997.

⁸² Frédéric HERAN, « Les conditions d'un report modal favorable à la marche et au vélo », Projet Eco-mobilité, Synthèse INRETS n°32, Mars 1999.

⁸³ Personnes vivant dans les ZPIU hors de l'agglomération principale.

⁸⁴ Op. Cit. CGP, Rapport du groupe Transport, page 56.

⁸⁵ A. POLACCHINI, JP ORFEUIL, "Les dépenses des ménages franciliens pour le logement et les transports", in Recherche Transports Sécurité, n°63, Avril-Juin 1999.

⁸⁶ Vincent FOUCHIER, "Exemples étrangers de politiques nationales combinant densités et transports", in 2001 plus..., DRAST-METL, n°49, Septembre 1999.

⁸⁷ Selon nos calculs, les émissions de CO2 dans le scénario Marché atteindraient 225 MtCO2 en 2030, soit 61 MtC.

⁸⁸ Champ donc légèrement plus important que celui qui est considéré plus haut pour le scénario Environnement.

⁸⁹ ICE, CNRS-ECODEV, "Compte-rendu du séminaire sur le Programme national de lutte contre le changement climatique", Paris 16 et 24 Mai 2000.

- ⁹⁰ "L'industrie automobile française", CCFA, 1997.
- ⁹¹ "Les transports en 1998", Synthèses n°32, INSEE.
- ⁹² J.-C. GUIBET, Carburants et moteurs, Tome 2, IFP, ed. Technip, 1997.
- ⁹³ Note ADEME, "Principales dispositions fiscales prises depuis 1996 concernant les carburants et les véhicules", Août 1999.

Bilans

L'analyse réalisée dans les chapitres précédents a permis de donner une description plus précise des mesures contenues dans S3 et des effets attendus tels qu'ils ont été appréciés par le CGP. Nous avons tenté d'apprécier leurs délais de mise en

oeuvre et l'ordre de grandeur des coûts financiers en jeu. Nous nous proposons maintenant d'en faire la synthèse afin d'apprécier leur pertinence relative, ainsi que leur complémentarité probable dans le cadre du scénario Environnement.

Bilan des évolutions de trafics voyageurs et marchandises

Les graphiques suivants montrent la progression des trafics de voyageurs et de marchandises dans le scénario Environnement par rapport au scénario Marché, ainsi que l'évolution des parts de marché entre les différents modes de transports.

Les trafics interurbains de voyageurs continuent leur progression mais avec un gain significatif des parts de marché du rail dans le scénario Environnement. En effet, le transport ferroviaire de voyageurs longue distance passe de 17% en 1994 à 23 % en 2030 (alors qu'il perd 4 points sur la période dans

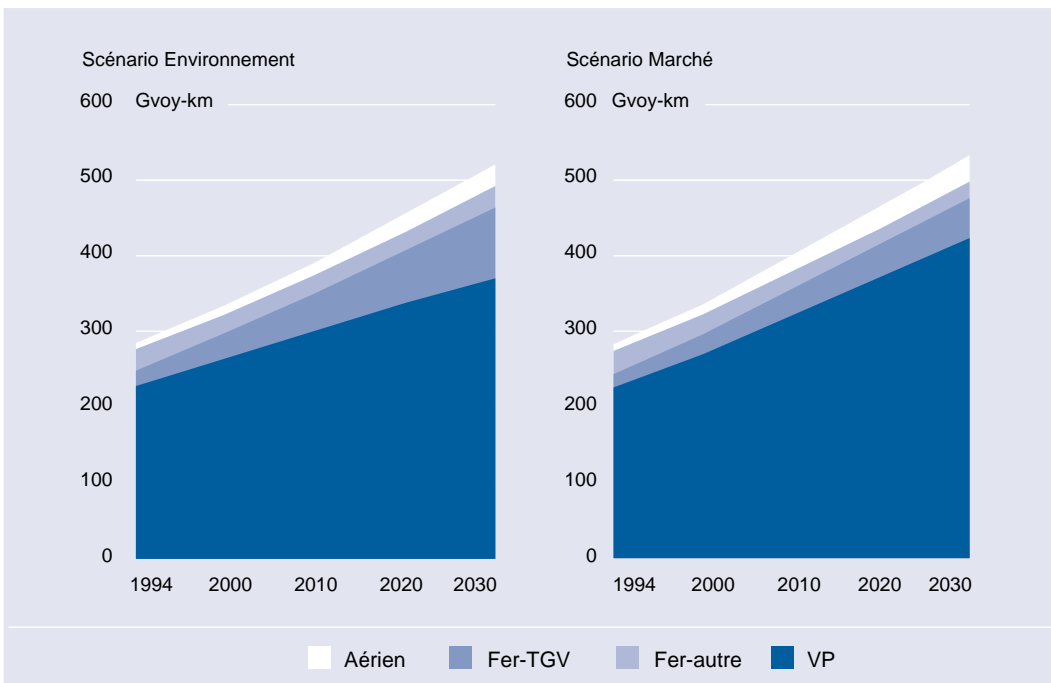


Figure 32 Evolution des trafics interurbains de voyageurs

le scénario Marché). La progression des trafics urbains de voyageurs s'atténue sensiblement dans S3 grâce aux différentes politiques menées en zone urbaine. La progression des transports collectifs urbains de 50% sur la période reste peu perceptible dans le trafic total. Le transport automobile ne perd que deux points sur la pério-

de au profit des modes de transport plus efficaces. La croissance du transport ferroviaire de marchandises lui permet de préserver ses parts de marché à hauteur de 20% sur toute la période. Ce mode de transport ne représente dans le scénario Marché que 8% du trafic de marchandises en 2030.

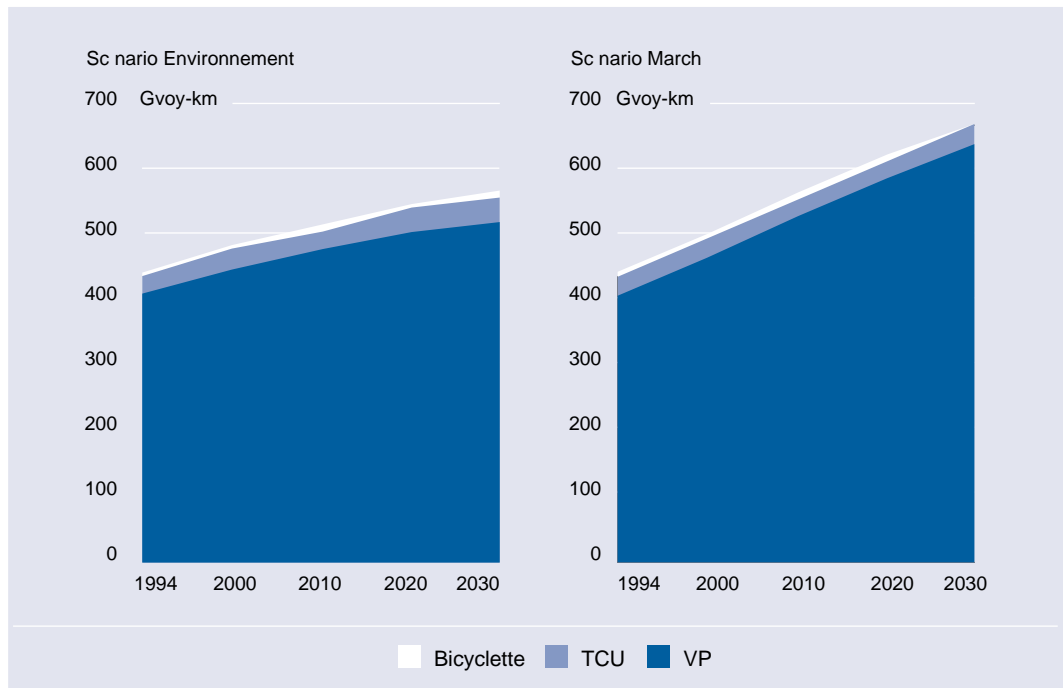


Figure 33

Evolution des trafics urbains de voyageurs

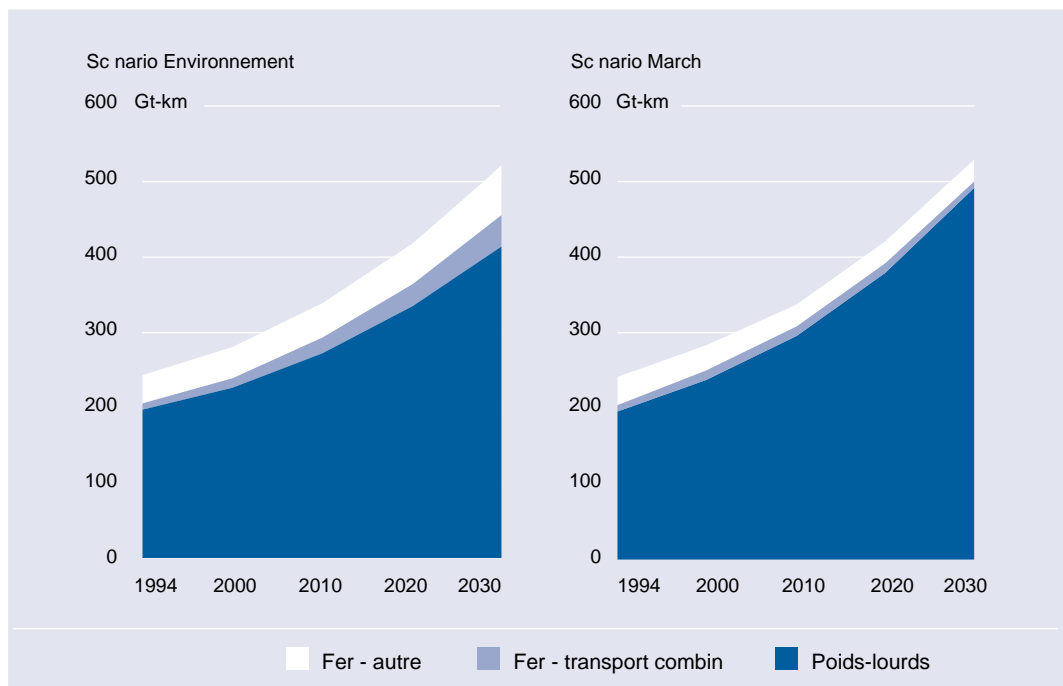


Figure 34

Evolution des trafics de marchandises

Bilan des consommations d'énergie et des émissions de CO₂

Les émissions de CO₂ du secteur des transports (hors transport maritime et aérien international) évoluent de 117 MtCO₂ en 1994 à 142 MtCO₂ en 2030, soit une augmentation de 21% sur la période⁸⁶. Le trafic routier reste le principal responsable de cette augmentation, puisqu'il connaît une hausse de 23 MtCO₂ sur les 25 MtCO₂ enregistrés par le secteur des transports. Ce scénario est le seul des trois scénarios du Plan qui est en phase avec l'accord ACEA à 140g de CO₂ par km en 2008 et qui limite significativement la croissance des émissions de CO₂ au regard des engagements de la France dans la lutte contre le changement climatique, bien qu'elles continuent de progresser.

Du fait des délais de mise en œuvre d'un certain nombre de mesures (voir plus loin), le taux de croissance des émissions est plus élevé en première période, puis ralentit peu à peu jusqu'en 2030. Ainsi le niveau des émissions de CO₂ serait de 132 MtCO₂ en 2010 et 138 MtCO₂ en 2020.

A titre de comparaison, l'inflexion de la croissance des émissions de CO₂ dans le scénario Environnement est un peu plus importante que celle qui est prévue dans le Programme national de lutte contre le changement climatique (PNLCC). Les émissions de carbone de la totalité du secteur des transports⁸⁷passeraient, selon le PNLCC, de 32,4 MtC en 1990 à 38 MtC en 2010⁸⁸.

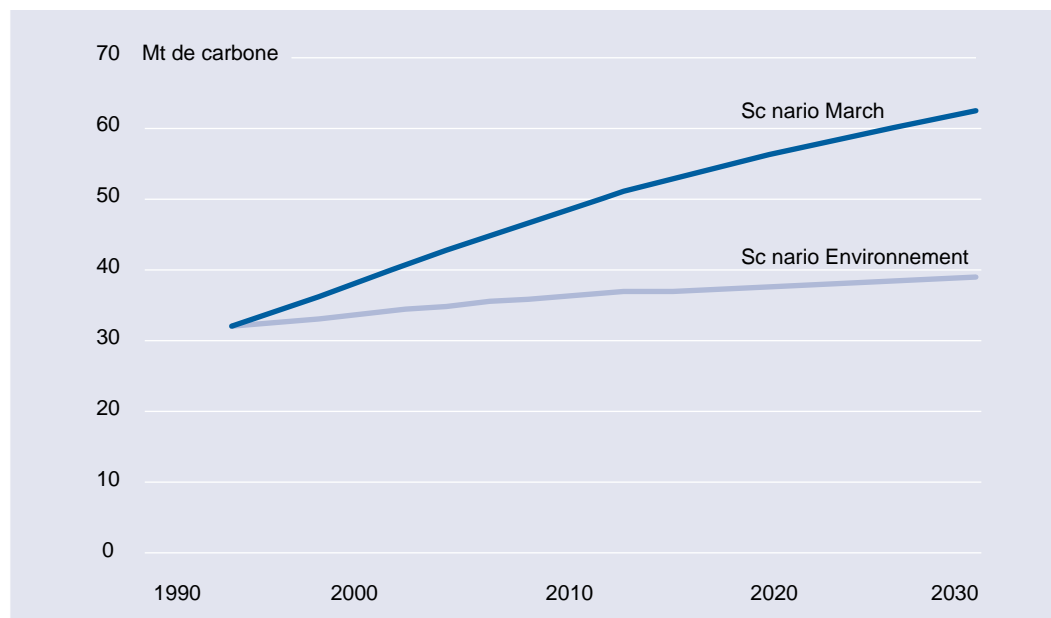


Figure 35

Evolution des émissions de carbone du secteur des transports

	1994		2030		1994-2030
	Mtep	Mt CO2	Mtep	Mt CO2	Hausse CO2
Route (1)	37,6	113,1	46,3	136,1	20 %
Fer (2)	1,6	1,2	3,5	1,7	42 %
TCU	0,7	0,8	0,9	0,9	7 %
Aérien intérieur	0,6	1,8	1,1	3,3	86 %
Total	40,5	116,9	51,6	141,9	21 %
Total en MtC		31,9		38,7	

Tableau 44

Bilan de la consommation d'énergie et des émissions de CO₂ du secteur des transports dans le scénario Environnement
(1) hors bus urbains inclus dans TCU
(2) hors SNCF Ile de France incluse dans TCU

		1994	2010	2020	2030
S3	Emissions en MtCO2	116,9	131,9	137,7	141,9
	Emissions en MtC	31,9	35,9	37,5	38,7
S1	Emissions en MtCO2	116,9	176,6	205,3	227,4
	Emissions en MtC	31,9	48,1	55,9	62,0
Emissions hors transport maritime et aérien international					

Tableau 45

Evolution des émissions du secteur des transports
Emissions hors transport maritime et aérien international

Bilan de l'analyse des effets de chacune des mesures prises dans le scénario Environnement

Grille des effets des mesures sur les consommations et les émissions de CO₂

Le tableau suivant synthétise les effets sur S3 - en terme de consommation d'énergie et d'émission de CO₂ - de l'adoption ou non de chacune des mesures envisagées. Ainsi, si la fiscalité sur les carburants n'est pas augmentée, le secteur des transports enregistrera une hausse de sa consommation énergétique totale et de ses émissions de CO₂ respectivement de près de 10 Mtep et de 28 Mt v (première ligne du tableau), par rapport au niveau atteint dans S3 toutes mesures confondues en 2030, soit 52 Mtep et 142 MtCO₂.

Cette synthèse tient compte des reports modaux tels qu'ils ont été présentés pour chacune des mesures dans les chapitres précédents. Ainsi, compte-tenu du transfert modal partiel de la route vers le rail consécutif à l'extension du réseau ferroviaire grande vitesse, la croissance de la consommation des TGV ne compense pas la baisse de la consommation des VP et du trafic aérien. Par contre, le bilan est positif du point de vue des émissions de CO₂. Nous insistons sur le fait que les effets de ces mesures ne peuvent en aucun cas être cumulés. Nombre d'entre elles se recoupent en tout ou partie. C'est le cas notamment :

- pour les VP par exemple, des mesures qui concourent à la baisse des consommations unitaires : TIPP, régime de feebates, limitation de vitesse à la construction ;
- de la limitation du réseau autoroutier et du développement de lignes ferroviaires grande vitesse ;
- des mesures concernant les trafics en zone

urbaine : politique de stationnement, maîtrise des petits déplacements, développement des TCU, etc.

Fiabilité de l'évaluation des effets

La plupart des effets des mesures sont évalués avec des élasticités dont les valeurs comportent de fortes incertitudes et qu'il faut donc manipuler avec prudence. Il s'agit parfois de moyennes d'un ensemble d'études dont la fourchette des résultats est extrêmement large, certaines reposent sur peu d'observations comme les élasticités de long terme concernant les véhicules utilitaires. Elles sont par ailleurs souvent issues d'analyses économétriques portant sur le passé avec des résultats parfois différents selon la période considérée et dans un contexte spécifique. Il est probable que les comportements des acteurs ne se reproduiront pas à l'identique dans le futur, dans un contexte forcément différent.

Si les élasticités-prix font l'objet d'une littérature abondante, les élasticités de la circulation routière à l'offre de transports alternatifs, ferroviaire ou transports collectifs urbains surtout, sont plus difficiles à appréhender ; elles dépendent de plus largement de la qualité de services offerts. Ainsi selon les cas, nous avons retenu que 25% à 40% du trafic supplémentaire de voyageurs sur le TGV ou les TCU provenait de la route, taux identiques sur toute la période. Ces chiffres sont basés sur des observations passées. Nous pouvons penser que l'importance des transferts modaux est évolutive dans le temps, probablement avec une tendance à la hausse dans un contexte favorable aux modes de

Tableau 46

Récapitulatif des effets de chacune des mesures appliquée isolément sur la consommation d'énergie et les émissions de CO₂ du secteur des transports en 2030

	Effet consommation	Effet CO ₂
Hausse de la fiscalité sur les carburants	5 à 9,7 Mtep	14 à 28 MtCO ₂
Hausse de la taxe à l'essieu	0,3 Mtep	1 MtCO ₂
Régime de feebates	3,3 Mtep	10 MtCO ₂
Limitations de vitesse et respect des réglementations	1,8 Mtep	3 MtCO ₂
Désulfuration des carburants de 500 ppm à 50 ppm	n.d.	- 5 MtCO ₂
Incitations à l'usage de carburants alternatifs	0,5 Mtep	6,5 MtCO ₂
Limitation de la croissance du réseau autoroutier	0,9 Mtep	3 MtCO ₂
Développement du réseau ferroviaire grande-vitesse	- 0,1 à 0,2 Mtep	1,8 à 2,7 MtCO ₂
Développement du transport ferroviaire de marchandises	1,6 Mtep	6,3 MtCO ₂
Augmentation de l'offre de transport public	0,1 Mtep	0,8 MtCO ₂
Politique de stationnement	0,5 Mtep	1,7 MtCO ₂
Maîtrise des petits déplacements	0,3 Mtep	0,7 MtCO ₂
Frein à la périurbanisation	1 Mtep	2,9 MtCO ₂

transport alternatifs, avec la densification des réseaux et une qualité de service nettement améliorée au cours du temps.

Nous pouvons ainsi considérer que les effets attendus des mesures fiscales se situent plutôt dans la fourchette haute alors que les effets attendus des mesures d'offre de transport collectif ou de politique urbaine se situent plutôt dans la fourchette basse. L'ampleur de ces dernières mesures est par ailleurs assez peu précise, en matière de restructuration de l'espace urbain par exemple ; les effets seront bien entendu à la mesure des efforts consentis.

Un dernier facteur important d'incertitude est lié aux taux d'occupation - ou taux de remplissage - quelque soit le mode de transport, ces taux influençant fortement l'impact des mesures en terme de consommation et d'émissions de CO₂. Comment ces taux vont-ils évoluer dans un contexte profondément modifié ? Lorsqu'on évalue l'effet d'un transfert modal, prend-on des taux moyens d'occupation sur des déplacements longue distance par exemple ou des taux spécifiques à la catégorie de voyageurs supposée modifier son mode de déplacement ? Nous avons considéré par exemple que ce sont majoritairement les conducteurs seuls qui se reportent sur le TGV, le taux d'occupation des VP retenu étant seulement de 1,4 alors que le taux moyen sur longue distance est au moins de 2. Le bilan en termes d'émissions de CO₂ s'en trouve ainsi amélioré.

Pour toutes ces raisons, nous insistons sur le fait que les effets tels qu'ils sont présentés pour chacune des mesures doivent être considérés comme des ordres de grandeur et utilisés avec la plus grande prudence. Il est néanmoins intéressant de confronter ces ordres de grandeur avec une analyse des masses financières en jeu et des délais de mise en œuvre des différentes mesures.

Les modes de transport concernés par les mesures

Pratiquement toutes les mesures ont un effet sur la consommation globale du parc de voitures particulières. Par contre peu de mesures concernent les véhicules utilitaires, et en particulier les véhicules utilitaires légers qui sont affectés presque uniquement par la hausse du prix des carburants. En ce qui concerne les transports de marchandises, les mesures explicites dans le rapport du Plan ne portent que sur le trafic routier, ayant généralement pour conséquences d'augmenter son coût. Rappelons que nous avons intégré dans notre analyse le financement d'infrastructures ferroviaires pour le fret bien qu'il n'en soit pas fait allusion dans le rapport du Plan, ce qui impliquerait que le doublement du trafic fret à l'horizon 2030 est la conséquence essentiellement de la hausse du coût du

transport routier de marchandises et de la limitation de la croissance du réseau autoroutier. Une telle hypothèse est tout à fait contestable. Il est clair que la mise à disposition d'une offre ferroviaire de qualité pour le fret est un préalable au maintien des parts de marché du rail, tel que le suppose le scénario Environnement.

De manière générale, les mesures concernant les véhicules utilitaires - en particulier les VUL - ne semblent pas permettre de respecter les objectifs de réduction affichés par le scénario 3 tant en termes de trafic que d'émissions de CO₂.

Des mesures synergiques du point de vue de leur efficacité

Les mesures sont grossièrement de trois types :

- celles qui ont un double effet, à la fois sur le trafic et sur les consommations unitaires des véhicules, c'est le cas notamment de la hausse de la TIPP
- celles qui jouent essentiellement sur les trafics (infrastructures par exemple)
- celles qui jouent en premier lieu sur les consommations unitaires (feebates, limitations de vitesse, etc.).

Les effets supposés de la fiscalité sur les carburants sont importants, mais très probablement fortement liés à la mise en œuvre de mesures complémentaires assurant une offre de transport alternatif, infléchissant les choix d'urbanisation afin de limiter les distances de transports, introduisant des contraintes physiques par la réaménagement de la voirie, etc. Nous avons vu par exemple que le coût élevé de l'usage de l'automobile ne justifiait pas aux yeux des ménages franciliens de renoncer à leur installation en grande périphérie. C'est donc certainement l'ensemble de ces mesures de différentes natures qui rendrait possible un impact significatif de la hausse du prix des carburants.

A l'inverse, aucune mesure - en dehors des mesures fortement contraignantes - ne peut avoir d'effet significatif si le coût des carburants pèse de moins en moins dans le budget des ménages. La difficulté porte plutôt sur les délais de mise en œuvre des mesures et leur déconnexion temporelle. On mesure l'effet de la hausse des carburants avec une élasticité de long terme à partir de cinq ans ; or cette période est tout à fait insuffisante pour proposer une offre développée de transports urbains par exemple dont le délai est de l'ordre de 10 ans avec une réponse en terme de trafic portant ce délai à 15 ans.

De la même manière, de l'importance des incitations des pouvoirs publics, voire des réglementations, dépendront le délai et le rythme de pénétration de technologies plus efficaces.

Délais de mise en œuvre des mesures

Nous avons tenté de regrouper ces différents éléments d'appréciation des mesures dans les diagrammes de la page suivante :

- les effets de chacune des mesures en termes de CO₂ évité (les transferts modaux sont pris en compte) et leur ampleur au cours de la période.
- la période de mise en œuvre de la mesure une fois la décision prise et les financements engagés, la période étant éventuellement concentrée dans le temps pour tenir compte du temps de réponse des acteurs et obtenir un plein effet en 2030. Une infrastructure de transport public doit par exemple être mise en fonction au plus tard en 2025 pour que le taux de fréquentation attendu soit atteint en 2030. L'analyse des délais nécessaires pour atteindre des

effets significatifs des mesures prises montre que les effets sont faibles à court-terme et qu'ils s'accroissent en fin de période grâce à la conjonction de l'ensemble des mesures dont certaines (disponibilité forte en transport collectif, urbanisme et réaménagement de la voirie, etc.) n'interviennent qu'à moyen et long termes.

La mesure dont l'effet est le plus immédiat est le respect des limites de vitesse et de la réglementation des conditions de travail pour les chauffeurs routiers dès le moment où les moyens humains nécessaires à un renforcement important des contrôles sont assurés.

En second lieu viennent les mesures fiscales pour lesquelles la prise de décision peut être rapide. S'il s'agit de dégrèvements fiscaux intervenant dès la

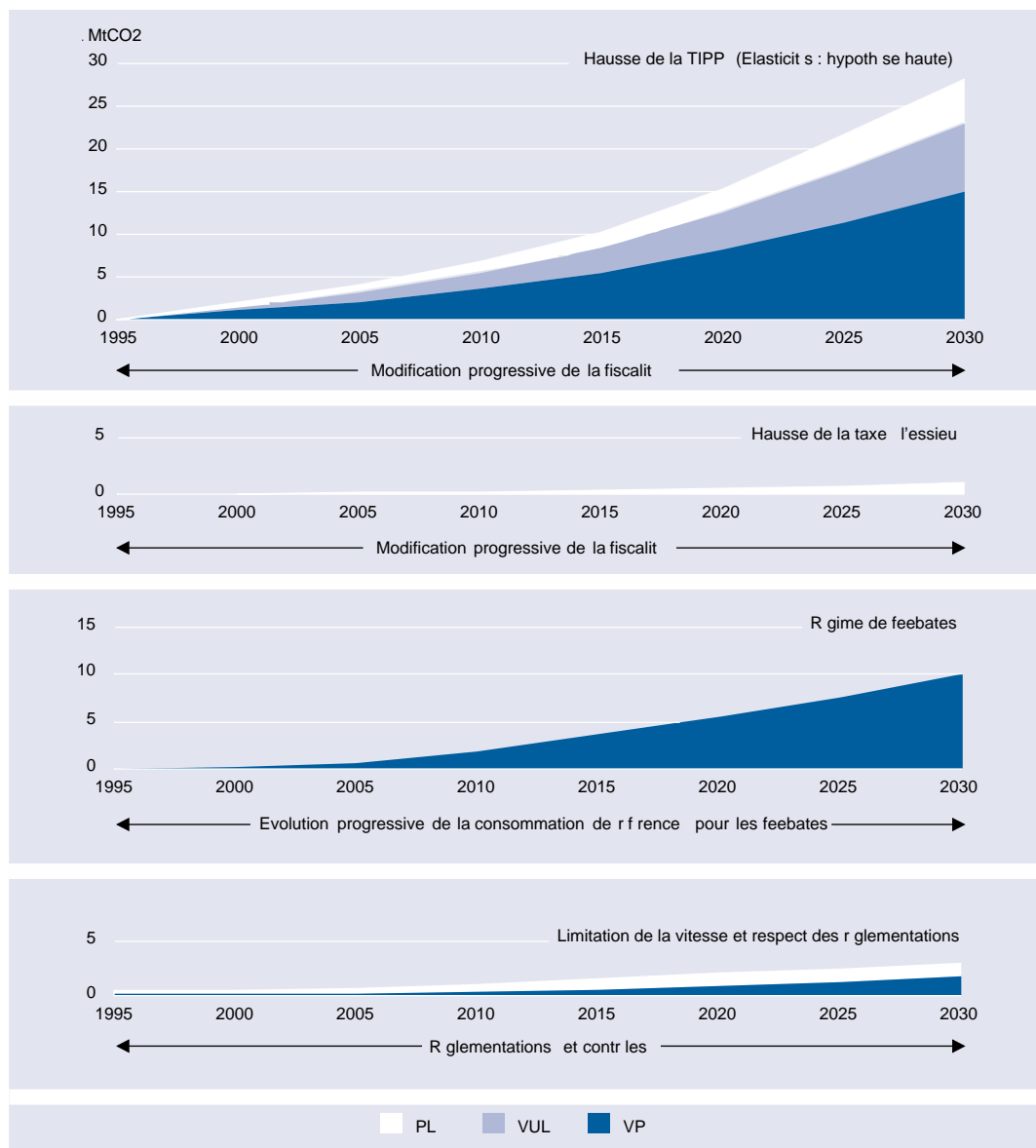
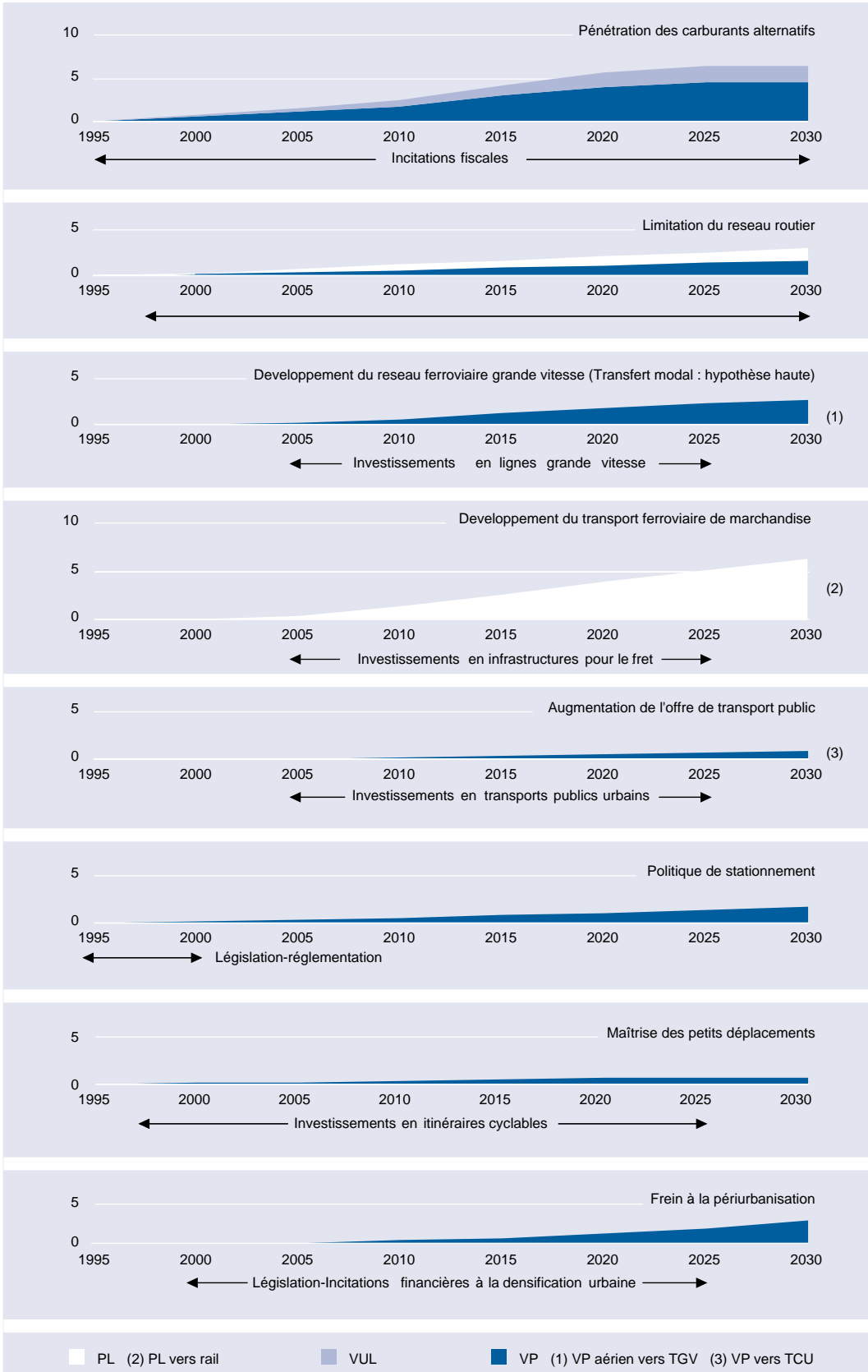


Figure 36

Délais d'application des mesures et des effets attendus en MtCO₂

Transports à l'horizon 2030



première année, la réponse sera également relativement rapide. Dans le cas inverse d'une hausse de la fiscalité, la montée en puissance de l'effet est liée à la progressivité même de la taxe pour des raisons d'acceptabilité sociale.

L'efficacité d'un régime de feebates dépend en grande partie de la réponse des constructeurs avec la mise sur le marché de véhicules performants. On peut donc s'attendre à ce que des progrès significatifs soient réalisés à partir de 2005 avec le développement de l'injection directe puis autour de 2010 avec la pénétration des véhicules hybrides. Le régime de feebates va de pair avec la limitation des vitesses maximales à la construction dont le délai de négociation pourrait être long, d'autant que cette mesure relève d'une décision européenne.

En ce qui concerne la limitation de la croissance du réseau autoroutier, en dehors des tronçons déjà décidés à un horizon maximum de cinq ans, il n'y a pas d'obstacle particulier à l'application de cette mesure.

Les mesures intervenant sur les choix d'infrastructures ou d'urbanisme auront des effets beaucoup plus tardifs dans la mesure où les processus de décision sont souvent longs (10 ans). Le nombre d'instances et d'acteurs concernés dans la prise de décision ainsi que les capacités financières annuelles des organismes de transport ou collectivités territoriales sont deux éléments déterminants dans l'aboutissement des projets. L'efficacité des mesures de politique urbaine sera optimale si elles se placent dans un projet d'ensemble cohérent de modification en profondeur du schéma des déplacements des agglomérations. Une telle politique qui suppose un consensus de nombreux acteurs est inévitablement longue à élaborer.

Enfin le frein à la périurbanisation relève d'abord d'une orientation donnée par l'Etat, en général dans un cadre législatif mettant en cause de nombreux domaines de la vie économique. Les effets d'une telle politique de long terme ne seront significatifs qu'à un horizon de 15 à 20 ans.

Eléments économiques du scénario Environnement

Le budget 'carburant' des ménages

Un double phénomène apparaît dans l'analyse historique des dépenses 'transports' des ménages depuis trente ans. En valeur (francs

courants), les dépenses totales ont augmenté tendanciellement, poussées par celles liées aux véhicules personnels. En relatif, la part des dépenses 'transports' dans le budget des

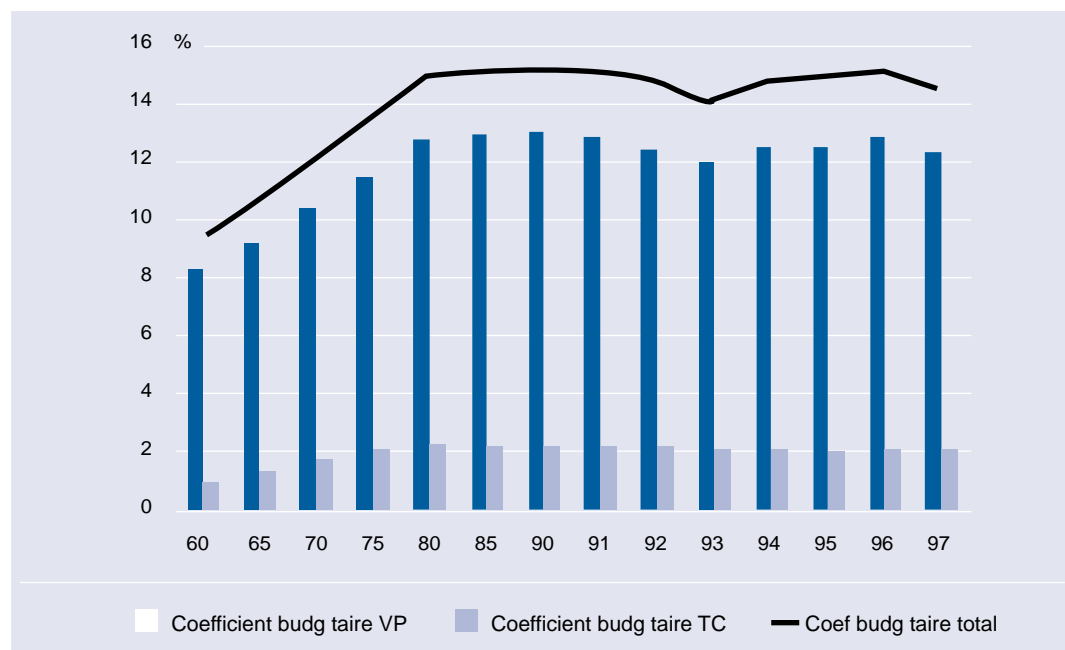


Figure 37

Evolution des coefficients budgétaires VP & TC des ménages (% du revenu disponible)

ménages a stagné entre 14.1% et 15.3% durant la dernière décennie. Les dépenses en véhicules personnels pesaient entre 12 et 13% ; celles en transports collectifs autour de 2%.

Par contre, la répartition structurelle de ces coefficients a, quant à elle, sensiblement évoluée pour les véhicules personnels. Il est ainsi intéressant de noter qu'en relatif, les postes 'achats' et 'carburants' ont sensiblement baissé entre 1980 et 1996. Par contre, le poste 'réparations' a considérablement augmenté.

La part du budget 'voiture' des ménages équipés a même baissé sur les dernières années. En 1999, le budget moyen s'est élevé à 38 481 F TTC par ménage équipé (voir ventilation ci-après), soit -0.6% par rapport à 1998. Le budget moyen reste donc sous le seuil de 40 000 F annuels, mais conti-

nue de croître, avec des véhicules toujours plus équipés. Cette hausse est notamment poussée par le prix des carburants et partiellement compensée par la baisse générale des prix de vente des véhicules proposés par les constructeurs.

Nous avons vu dans la partie concernant les incitations à l'usage des carburants alternatifs (page 40) que la facture carburant par automobile était stable dans le scénario environnement à l'horizon 2030. Il est intéressant de comparer cette facture moyenne 'carburant' par automobiliste à celle par ménage. Par facture moyenne, on entend la somme de la dépense 'carburant' divisée soit par le nombre de véhicule, soit par le nombre de ménages. Le scénario Environnement est ici comparé au scénario Marché.

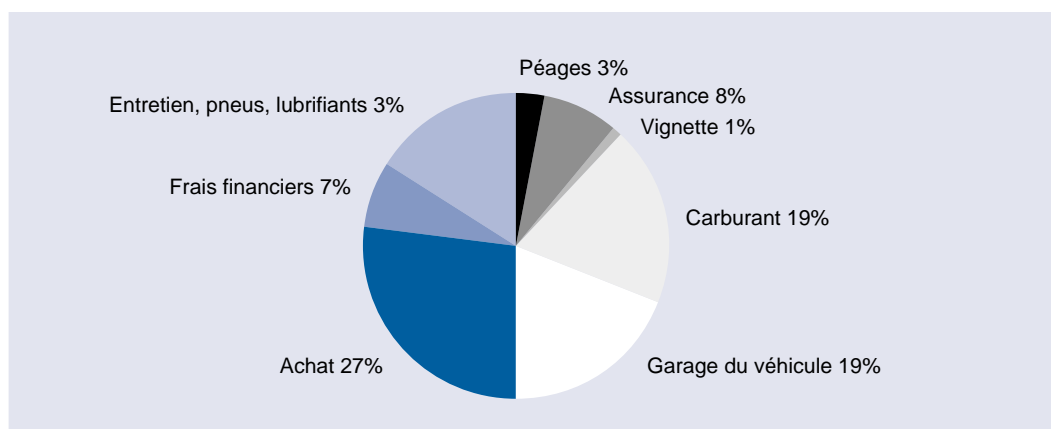


Figure 38

Ventilation du budget "voiture" des ménages en 1999

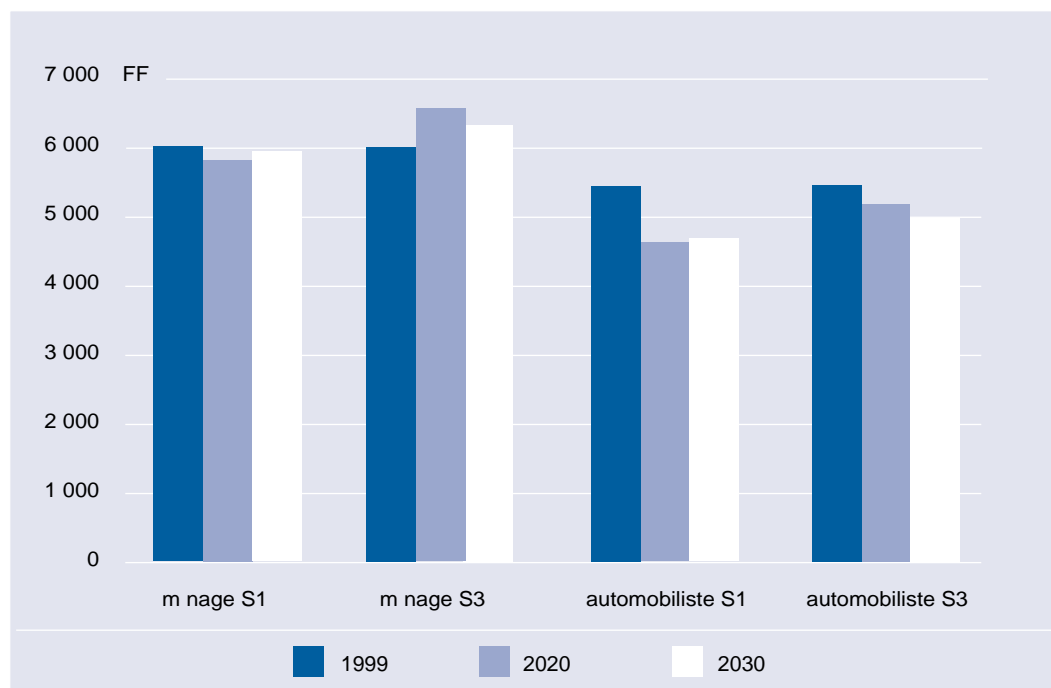


Figure 39

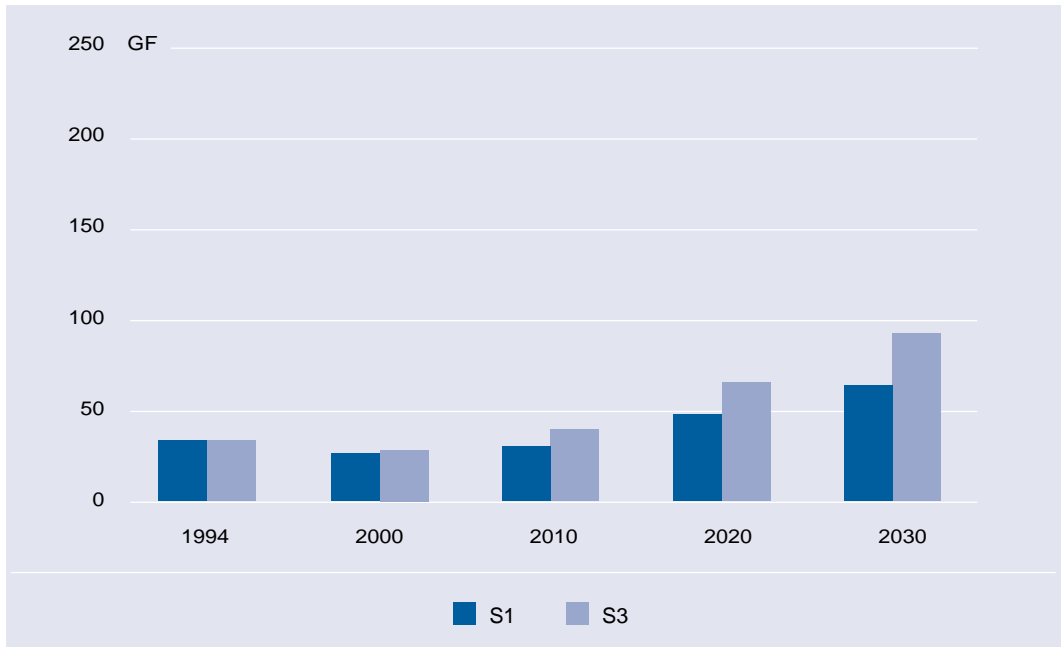
Comparaison des évolutions de la facture moyenne "carburant" par automobiliste et par ménage (FF) 1994-2020-2030

Nous constatons que le poste 'budget carburants' par ménage augmente légèrement dans S3 (+0,16% par an). Cependant sur la même période, le pouvoir d'achat des ménages augmente de 2,2 % par an. Le poids de la facture 'carburants' est donc appelée à décroître dans le budget global des ménages. Elle ne représenterait plus que 1,7% du budget des ménages en 2030 alors qu'elle était de 3,5% en 1996. Ce constat conduit à nous interroger fortement sur la réalité de l'ampleur de la réduction

de circulation automobile et plus globalement de réduction de la consommation d'énergie du secteur, consécutives à la hausse des prix de carburants, telle qu'elles sont suggérées dans S3.

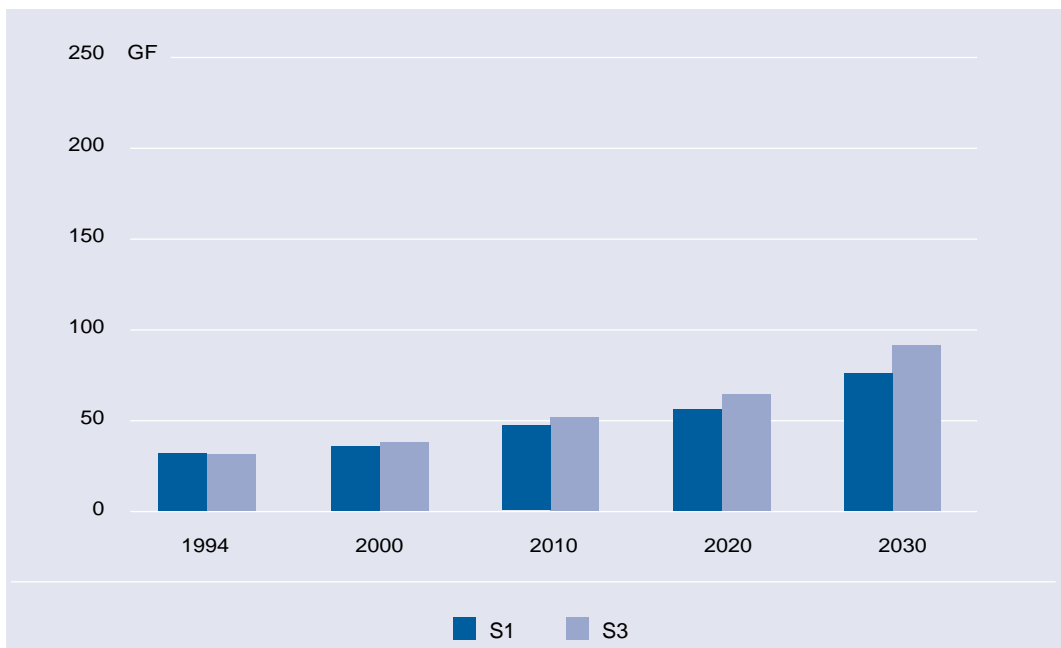
Le coût du carburant pour les entreprises

Les dépenses TTC (hors TVA) pour les poids-lourds passent de 35 GF en 1994 à 95 GF en 2030 dans S3. Compte tenu de l'évolution du trafic sur la période,



Figures 40

Evolution de la dépense TTC sans TVA carburant des PL



Figures 41

Evolution de la dépense TTC des VUL

le coût du carburant au véhicule-kilomètre évolue de 1,43 F/km en 1994 à 1,90 F/km dans S3 et 1,10 F/km dans S1 en 2030. Pour les VUL, le coût du carburant est de 45 cts/km en 1994. Il passe à 55 cts/km dans S3 et 38 cts/km dans S1 en 2030.

Dans le scénario Environnement, le coût des carburants au kilomètre augmente donc de manière importante pour les utilitaires, alors qu'il est quasiment stable pour les ménages (39 cts/km en 1994 et 41 cts/km en 2030 pour les VP).

Evolution des recettes fiscales liée à la fiscalité sur les carburants

Nous avons simulé l'évolution des recettes fiscales entre 1994 et 2030 par type de véhicules. Ces recettes comprennent la TIPP et la TVA sauf pour les poids-lourds pour lesquels seule la TIPP est comptabilisée, la TVA étant déductible. Rappelons que, à défaut d'indication dans le rapport du Plan, la fiscalité sur les carburants alternatifs est supposée rester stable sur la période.



Figures 42
Evolution de la recette fiscale totale carburants

de. Les élasticités du trafic routier et des consommations d'énergie aux prix des carburants sont celle présentées dans le Tableau 13.

Pour les voitures particulières, les recettes fiscales de l'Etat (taxes plus TVA) sur les carburants augmentent de 105 GF en 1994 à 138 GF dans S3

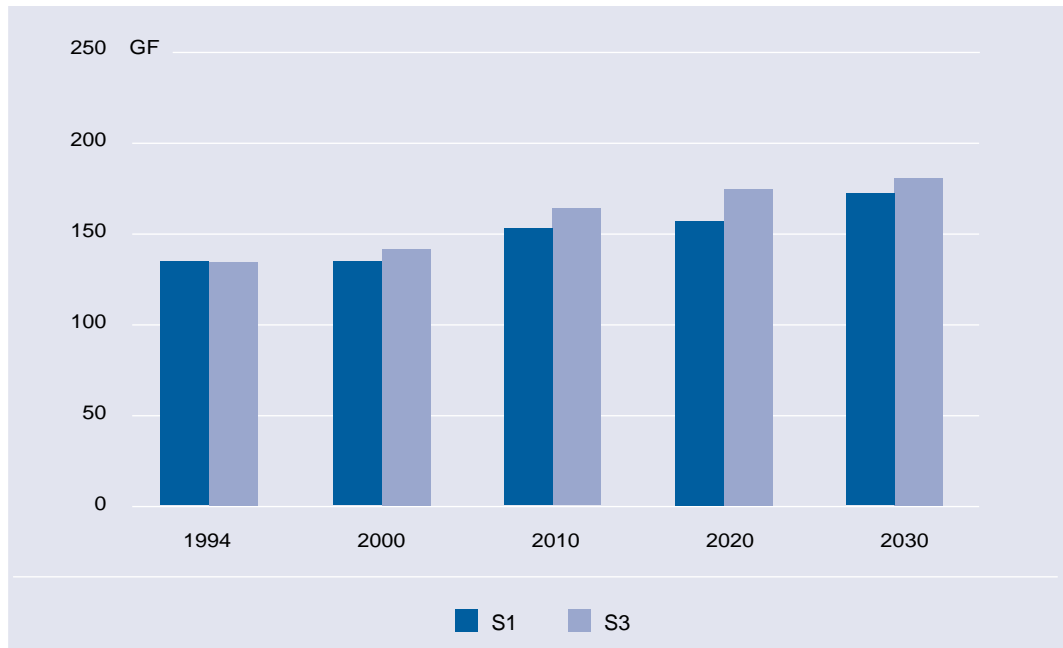


Figure 43

Evolution de la dépense TTC carburants des VP

	Cumuls 1994-2030	
	Pouvoirs publics	Autres
Hausse de la fiscalité sur les carburants	Recettes fiscales supplémentaires = 1500 GF	
Hausse de la taxe à l'essieu	Recettes fiscales supplémentaires = 77 GF	
Régime de feebates	négligeable	
Limitations de vitesse et respect des réglementations	n.d.	
Renforcement des normes sur les carburants		Compagnies pétrolières : n.d.
Incitations à l'usage de carburants alternatifs	Dégrèvement fiscal et subventions à l'achat = 40 GF	
Limitation de la croissance du réseau autoroutier	Pertes de recettes fiscales = 36 GF	Sociétés autoroutières : -210 GF de construction -78 GF de fonctionnement Usagers = -235 GF de péage
Développement du réseau ferroviaire	Extension du réseau grande vitesse et matériel = 160 GF Amélioration de l'offre TER = 60 GF Développement du fret = 60 GF	
Augmentation de l'offre de transport public	Coût global d'investissement = 210 GF	
Politique de stationnement	nul	Entreprises : 30 GF d'économie de construction de parkings sur les lieux de travail Ménages : + 3 GF de stationnement payant
Maîtrise des petits déplacements	Itinéraires cyclables = 27 GF	
Frein à la périurbanisation	n.d.	

Tableau 47

Ordre de grandeur des principaux coûts (positifs ou négatifs) liés à la mise en œuvre de S3 par rapport à S1

contre 109 GF dans S1 en 2030, soit un différentiel de près de 30 GF en 2030 entre les deux scénarios. L'écart de recettes fiscales en 2030 entre S3 et S1 est respectivement pour les VUL, bus et poids-lourds de 24 GF, 2 GF et 39 GF.

Tous véhicules confondus, les recettes fiscales évoluent de 158 GF en 1994 à 290 GF en 2030 dans S3 (soit +1,7% par an) et à 195 GF dans S1 (+0,6% par an). L'écart de recettes fiscales en 2030 entre S3 et S1 est donc de 95 GF.

Pour les poids-lourds, il faut souligner que les exonérations fiscales partielles, comme celle portant depuis 1999 sur les 40000 premiers litres de gazole (à hauteur de 0.03 F/l) n'ont pas été prises en compte. Leur poids total reste toutefois assez peu significatif devant la somme globale des taxations 'carburants'.

Il est intéressant de noter que l'écart en terme de dépenses globales des ménages en carburant (TTC) entre S1 et S3 en 2030 pour les VP (9 GF) est plus faible que l'écart entre les recettes fiscales correspondantes (30 GF).

En fait, la réduction de l'écart entre les dépenses TTC 'carburants' S1-S3 des ménages (par rapport à l'écart estimé entre les recettes fiscales S1-S3 de l'Etat) est due à la part fixe du prix HT des carburants et à la forte proportion d'essence dans le scénario S3. En effet, exogène aux hypothèses différenciées entre S1 et S3, le prix HT des carburants ne suit que le cours du baril. Pour 2030, il est par exemple retenu un prix de 1.66 FF HT par litre essence SP et 1.44 FF HT par litre gazole (pour un prix du pétrole à 24\$/baril en dollar 1995). Ces deux valeurs sont communes aux deux scénarios. Par contre, le nombre de litres consommés pour chaque carburant et la structure du parc de VP varient et expliquent la réduction de l'écart. On rappellera néanmoins que l'estimation des recettes de l'Etat présentée précédemment prend en compte le montant de la TVA portant sur le prix HT des carburants.

Notons que les autres types de véhicules, fonctionnant essentiellement au gazole, ne sont pas touchés par ce phénomène.

Les coûts de mise en œuvre du scénario Environnement

Le tableau 47 synthétise les principaux résultats portant sur les ordres de grandeur des coûts liés à la mise en œuvre du scénario Environnement par rapport au scénario Marché. Les coûts d'infrastructures étant les coûts totaux d'investissements nécessaires sur la période pour atteindre les objectifs souhaités, nous avons également cumulé les surplus de recettes fiscales.

Nous précisons que le surplus de recettes fiscales engendré par la hausse de la fiscalité dans S3 (première ligne du tableau) ne correspond pas à l'évaluation faite au chapitre II.1 sur l'impact de l'adoption ou non de la hausse de la TIPP dans le Scénario 3 ; cette évaluation étant uniquement dépendante de l'élasticité prix discutée dans ce chapitre. Considérant ici le scénario Environnement dans sa globalité, le chiffre de 1500 GF donné dans le tableau ci-dessous correspond bien à la différence de recettes fiscales entre S3 et S1. Nous rappelons que la fiscalité sur les carburants alternatifs reste au niveau actuel sur la période. Ce surplus de recettes fiscales dans S3 est important pour deux raisons :

- La raison essentielle est que la limitation de la croissance du trafic des véhicules utilitaires ne compense pas la hausse du prix du gazole. La facture carburant au kilomètre pour ces véhicules est donc en augmentation.
- Par ailleurs, le regain des parts de marché de l'essence pour les voitures particulières (80% des VP neuves dès 2020) entraîne mécaniquement une hausse des recettes fiscales puisque la TIPP sur le gazole arrive au niveau de celle sur l'essence seulement en 2027.

La totalité des mesures n'est pas renseignée du point de vue des implications économiques. Cependant, il est peu contestable que les masses les plus importantes concernent les investissements dans le transport ferroviaire, les transports collectifs urbains et plus généralement les aménagements de la voirie en zone urbaine. Nous pouvons donc considérer que la majorité des coûts est prise en compte dans ce tableau. Nous en faisons un commentaire dans la conclusion générale.

Des mesures synergiques du point de vue de leur acceptabilité

Les mesures proposées par le Commissariat du Plan dans le scénario Environnement sont en grande partie basées sur des mesures fiscales et réglementaires. Leur acceptabilité de la part des

acteurs directement concernés apparaît souvent assez problématique, bien que la perspective de leur mise en place progressive et sur le long-terme atténue les oppositions. Derrière ces opposi-

tions, on retrouve bien entendu souvent l'intérêt économique des acteurs concernés. Or, lorsqu'il s'agit d'agir pour atteindre un objectif aussi légitime que la protection de l'environnement, ces oppositions ne peuvent pas se baser explicitement sur des arguments d'ordre économique : dans le cadre des négociations collectives visant la protection du bien-être social, l'intérêt individuel ne constitue pas un argument valorisant. Ce sont donc sur les incertitudes quant à l'efficacité des mesures, sur le bien fondé de la mesure du point de vue environnemental (avec notamment la contradiction entre pollution locale et pollution globale) et les contraintes européennes que le discours des acteurs est le plus souvent construit. Cependant, il faut noter qu'aucune des mesures ne fait l'objet d'oppositions fortes de l'ensemble des acteurs rencontrés, même si des doutes peuvent être émis sur leur "faisabilité" pour certaines d'entre elles.

Trois grandes catégories de mesures sont proposées par le Commissariat Général du Plan. L'étude de l'acceptabilité de ces mesures, malgré les problèmes méthodologiques qu'elle pose, a permis de mettre en évidence un certain nombre d'enjeux liés à leur mise en œuvre qui éclairent le processus décisionnel.

La première catégorie de mesures concerne les mesures fiscales et réglementaires. Contraignantes pour les acteurs cibles, puisqu'il s'agit de taxes ou de normes affectant directement leurs intérêts ou leurs comportements, ces mesures rencontrent des résistances plus ou moins importantes. Ainsi, il n'est guère surprenant que le régime de feebates ou les limitations de vitesse rencontrent une opposition essentiellement des constructeurs, et la hausse de la fiscalité et le renforcement des normes sur les carburants rencontrent l'opposition de l'industrie du raffinage, l'ensemble des autres acteurs étant globalement favorables à ces mesures. Notons que les difficultés techniques à établir avec certitude l'efficacité des actions envisagées, affaiblissent leur acceptabilité et, par là, leur applicabilité.

Le fait est que la hausse de la fiscalité sur les carburants ne suscite pas d'oppositions insurmontables dès le moment où elle est progressive, ce qui est le cas dans le scénario Environnement. Bien entendu, cela vaut dans une période de relative stabilité du prix du pétrole. Les mesures fiscales seront d'autant mieux acceptées qu'elles se placeront dans le cadre d'une politique globale clairement affichée de lutte contre l'ensemble des nuisances causées par la circulation routière, en faisant de plus porter l'effort sur l'ensemble des acteurs et non pas seulement sur les automobilistes ainsi qu'ils le perçoivent trop souvent.

Le deuxième ensemble de mesures proposées vise la restriction de la circulation à travers la modification des conditions de circulation. Il ne s'agit pas de modifier directement le comportement des acteurs cibles mais d'édicter des règles générales influençant l'environnement des acteurs concernés. En ce sens, l'acceptabilité des mesures ainsi que les marges de manœuvre dont disposent les autorités publiques sont a priori plus importantes. Néanmoins l'efficacité des actions envisagées dépend non seulement de la volonté politique mais aussi de la mise en place de mesures structurelles (développement de modes alternatifs, urbanisme, etc.). Concernant plus spécifiquement les mesures de politique urbaine, les réponses très diverses et parfois contradictoires dans les propos d'un même interlocuteur sont symptomatiques de l'état de la réflexion dans ce domaine qui semble n'être encore qu'à ses débuts, le contenu très variable des PDU confirme cet état de fait. A cette étape, les réticences des collectivités locales à limiter la circulation en ville, craignant probablement la réaction de leurs administrés, restent fortes en invoquant toujours le frein aux activités économiques et commerciales en centre-ville que cela constituerait. Ainsi, les élus rencontrés sont favorables au développement de tous les modes alternatifs, mais aimeraient pouvoir le faire sans s'attacher à l'espace dédié à l'automobile. Concernant la limitation de la péri-urbanisation, les avis exprimés révèlent une certaine méconnaissance des objectifs et de la nature d'une telle politique, et témoignent donc de l'inexistence d'une réflexion significative à ce sujet.

Le dernière catégorie de mesures porte sur la mise en place des nouvelles infrastructures de transports profitables à l'ensemble des citoyens (ferroviaire et transport collectif urbain) et, donc, ne risquant pas de rencontrer d'oppositions majeures. Tous les acteurs se disent favorables. Leur application dépend en grande partie de la volonté politique à la fois au niveau national et territorial. Leur efficacité est cependant souvent tributaire de l'application simultanée d'autres mesures : pour que la limitation des infrastructures routières ne débouche pas sur l'augmentation du nombre d'embouteillages, il est nécessaire de mettre en place de nouveaux modes crédibles de transport ; pour maîtriser les petits déplacements, il faut également une alternative fiable à l'automobile ; pour freiner la péri-urbanisation, il faut une politique de délocalisation des activités, et rendre les centres-villes accessibles à toutes les catégories de revenu, etc. L'importance de la complémentarité des mesures est très souvent réaffirmée. Ainsi, l'offre de nouveaux modes de transport est non seulement nécessaire en soi, mais aussi indispensable pour

garantir l'efficacité des autres mesures. Comme le propose l'ingénieur spécialisé sur les questions des transports, il faut mettre fin aux politiques fragmentées et adopter une approche trans-sectorielle de réorganisation globale de l'espace urbain et péri-urbain.

Cela suppose de lever un obstacle majeur d'ordre politique et organisationnel qui est la multiplicité des acteurs et des instances compétentes en matière d'urbanisme et de transports en zone urbaine. La concertation difficile entre collectivités territoriales rend indispensable une implication forte de l'Etat, dans le cadre d'une

politique de long terme assortie de financements substantiels.

La politisation de la question des transports par sa transformation en enjeu politique et son inscription comme prioritaire sur l'agenda politique semblent fondamentales pour permettre l'attribution des sommes nécessaires sans lesquelles cette politique de longue haleine aura du mal à se réaliser.

Enfin, ainsi que le soulignent les acteurs associatifs, l'impact de campagnes d'information et de communication ne doit pas être négligé dans la prise de conscience de l'ensemble des acteurs sur les choix à effectuer.

Notes

⁸⁶ Vincent FOUCHIER, "Exemples étrangers de politiques nationales combinant densités et transports", in 2001 plus..., DRAST-METL, n°49, Septembre 1999.

⁸⁷ Selon nos calculs, les émissions de CO₂ dans le scénario Marché atteindraient 225 MtCO₂ en 2030, soit 61 MtC.

⁸⁸ Champ donc légèrement plus important que celui qui est considéré plus haut pour le scénario Environnement.

⁸⁹ ICE, CNRS-ECODEV, "Compte-rendu du séminaire sur le Programme national de lutte contre le changement climatique", Paris 16 et 24 Mai 2000.

⁹⁰ "L'industrie automobile française", CCFA, 1997.

⁹¹ "Les transports en 1998", Synthèses n°32, INSEE.

⁹² J.-C. GUIBET, Carburants et moteurs, Tome 2, IFP, ed. Technip, 1997.

⁹³ Note ADEME, "Principales dispositions fiscales prises depuis 1996 concernant les carburants et les véhicules", Août 1999.

Conclusion

C

ette dernière partie fait apparaître les éléments de conclusions suivants :

- Le scénario Environnement est le seul scénario parmi les scénarios du Plan qui va dans le sens du respect des engagements internationaux de la France en matière de réduction des émissions de gaz à effet de serre.
- En ce qui concerne le transport de voyageurs, les mesures qui ressortent en terme de limitation des émissions de CO₂ ne sont pas tant celles qui jouent sur le transport interurbain, tel que le développement du réseau grande-vitesse notamment, que celles qui visent à une réorganisation globale de l'espace urbain aux dépens de la circulation automobile, ces mesures étant complémentaires à la hausse de la fiscalité sur les carburants.
- En ce qui concerne le transport de marchandises, un développement ambitieux de l'offre ferroviaire de marchandises est indispensable. Cette mesure est là aussi complémentaire des différentes mesures conduisant à une hausse du coût du transport routier de marchandises et à la limitation de la croissance du réseau autoroutier.
- Les mesures agissant sur les trafics et les consommations des véhicules utilitaires apparaissent néanmoins timides et jouent essentiellement sur le coût de la route. Ceci repose la question de la robustesse des élasticités prix qui sont retenues tant pour les utilitaires que pour les voitures particulières, puisqu'on constate que la part du budget carburant des ménages dans leur budget total diminue sur la période.
- La pénétration des véhicules alternatifs est ambitieuse, et entraîne une réduction des émissions de CO₂ non négligeable. Cependant, le progrès technologique réalisé sur les véhicules essence ou diesel, à la faveur de différentes mesures, avec notamment la généralisation de l'injection directe, puis celle des véhicules hybrides, est un élément probablement plus important encore de la réduction des émissions de CO₂ du transport automobile.
- La méthodologie choisie ne permet pas de juger si l'ensemble des mesures prises dans le scénario Environnement sont susceptibles d'infléchir la croissance des émissions de CO₂ au niveau affiché par ce scénario, par rapport à un scénario de référence ou au scénario Marché. L'écart des émissions de CO₂ du secteur des transports en 2030 entre S1 et S3 est de l'ordre de 80 MtCO₂ (23 Mt de carbone), ce qui semble très élevé au regard des effets des différentes mesures que nous avons analysé.
- L'analyse économique montre que les investissements nécessaires sont loin d'égaliser le surplus de recettes fiscales procuré par S3. L'analyse des coûts d'investissements est incomplète, elle donne cependant un ordre de grandeur de l'enveloppe nécessaire qui pourrait s'établir entre 400 GF et 600 GF sur 36 ans. Cela représente seulement le tiers du surplus de recettes fiscales (1500 GF).
- Compte-tenu des délais de l'ordre d'une dizaine d'années nécessaires au lancement des projets d'infrastructures ou aux projets d'aménagements urbains, l'essentiel des coûts d'investissement interviendront entre 2005 et 2025. Cela représente donc des financements de l'ordre de 20 à 25 milliards par an pendant 20 ans. Le surplus de recettes fiscales est simultanément de l'ordre de 30 GF pour l'année 2005 et de 70 GF pour l'année 2025.
- En 2030, 23 Mt de carbone sont évitées dans S3 par rapport à S1, soit de l'ordre 300 Mt de carbone cumulées sur la période. Si on ne tient pas compte des variations des recettes fiscales (constituées de transferts des acteurs privés vers le budget de l'Etat), mais seulement des coûts d'investissements supportés par les pouvoirs publics, soit de l'ordre de 500 GF, le coût de la tonne de carbone évitée est environ de 1700 F la tonne.
- Aucune des mesures ne fait l'objet d'oppositions fortes de l'ensemble des acteurs rencontrés, même si des doutes peuvent être émis sur leur "faisabilité" pour certaines d'entre elles. Il est vrai que la perspective de leur mise en place progressive et sur le long-terme atténue incontestablement les oppositions. Les avis sont donc généralement partagés selon les mesures, seules les mesures de développement de transport ferroviaire et des transports collectifs urbains, ne heurtant aucun acteur, recueillent un avis favorable de l'ensemble des acteurs.

	Effet CO2	Coût pour les pouvoirs publics	Acceptabilité
Hausse de la fiscalité sur les carburants	☺☺	☺☺	☹
Hausse de la taxe à l'essieu	☺	☺	☺
Régime de feebates	☺☺	☺	☺
Limitations de vitesse et respect des réglementations	☺	n.d.	☺
Renforcement des normes sur les carburants	☹	☺	☺☺
Incitations à l'usage de carburants alternatifs	☺☺	☹	☺
Limitation de la croissance du réseau autoroutier	☺	☺	☺
Développement du Voyageurs	☺	☹☹	☺☺
réseau ferroviaire Marchandises	☺☺	☹	☺☺
Augmentation de l'offre de transport public	☺	☹☹	☺☺
Politique de stationnement	☺	☺	☺
Maîtrise des petits déplacements	☺	☹	☺
Frein à la périurbanisation	☺	n.d.	☹

Légende : L'impact CO2 et les coûts sont cumulés sur la période 1994-2030.

- ☺☺ plus de 5 Mt de CO2 évitées, plus de 100 GF de recettes fiscales, opinion favorable de l'ensemble des acteurs
- ☺ entre 0 et 5 Mt de CO2 évitées, entre 0 et 100 GF de recettes fiscales, opinion favorable de la majorité des acteurs
- ☺ coût négligeable, opinion partagée des acteurs ou pas d'avis tranché
- ☹ entre 0 et 5 Mt de CO2 supplémentaires, coût entre 0 et 100 GF, opinion défavorable de la majorité des acteurs exprimés
- ☹☹ coût de plus de 100 GF.

Tableau 48

Bilan des mesures adoptées dans le scénario Environnement

- Plutôt que d'invoquer des intérêts économiques particuliers, les opposants à certaines mesures remettent en cause leur efficacité, leur justification du point de vue environnemental ou demandent une décision à l'échelle européenne (souvent plus improbable et en tous cas plus lointaine).
 - La complémentarité des mesures est très souvent invoquée par les acteurs interviewés comme étant indispensable pour assurer l'efficacité de chaque des mesures. C'est le cas particulièrement en matière de politique urbaine ; cependant les représentants de collectivités locales rencontrés se montrent assez réticents à prendre des mesures pour limiter la circulation automobile en ville.
 - Pour lever les obstacles liés à la multiplicité des acteurs et aux rivalités potentielles entre collectivités locales, un engagement fort de l'Etat est indispensable alliant trois aspects : une politique cohérente sur le long terme, des objectifs clairement définis et exprimés dans le cadre d'une politique de communication susceptible de sensibiliser l'ensemble des acteurs à l'inflexion nécessaire de développement du système de transports, une complémentarité entre mesures fiscales, réglementaires et incitatives (incluant des mesures d'urbanisme), et une politique d'investissement dans les modes alternatifs de transport, en faisant preuve également de transparence quand aux fonds prélevés et réinvestis.
- Le tableau 48, récapitulatif des mesures proposées dans le Scénario Environnement du Plan, est permet d'apprécier les aspects positifs et négatifs de chacune des mesures. Ce bilan est présenté à titre indicatif compte tenu d'une part des mises en garde déjà exprimées au long de ce rapport concernant les évaluations réalisées et d'autre part de la synergie indispensable entre les mesures pour assurer leur efficacité.

Annexes

Annexe I

Les caractéristiques du parc routier en 1994

Annexe II

Description du modèle de simulation du parc routier utilisé (ITEMS)

Annexe III

Mesures fiscales en vigueur concernant les carburants alternatifs

Annexe IV

Données et hypothèses concernant le transport ferroviaire et les transports collectifs urbains

Annexe V

Liste des entretiens effectués dans le cadre de l'étude de l'acceptabilité des mesures proposées dans le scénario 3 du Commissariat Général du Plan

Annexe I

Les caractéristiques du parc routier en 1994

Les parcs, les kilométrages annuels moyens et les consommations unitaires moyennes du parc sont basés sur les données du CCFA⁸⁹ et des *Comptes des transports* publiés par l'INSEE⁹⁰. Ces chiffres ont cependant été "calés" afin de rester fidèles aux chiffres donnés dans le rapport du Commissariat Général du Plan en terme de parc de VP et VUL, trafics et consommations pas catégorie de véhicules (cf Tableau 1).

Par simplification, on considère que le parc de VP en 1994 est constitué uniquement de véhicules à essence ou de véhicules diesel, représentant respectivement 76% et 24%. La répartition essence/diesel des VP neuves est de 55%/45% en 1994. Alors que le parc de VUL comporte encore un tiers de véhicules essence, la répartition des ventes est de 10% essence et 90% diesel.

En 1994, les VUL essence parcourent en moyenne 12000 km/an, et les VUL gazole 20000 km/an. Cependant, nombre de ces véhicules essence sont en réalité utilisés à des fins personnelles par des particuliers, mais déclarés en VU pour des raisons fiscales. Ce type de véhicules ne représentant que 10% du parc en 2020, la non-prise en compte de l'écart entre les kilométrages annuels moyens essence/diesel introduit un biais limité.

La catégorie *Bus et cars* regroupe les bus urbains (environ 18000) et les autocars (environ 58000), les premiers ont un kilométrage annuel légèrement supérieur aux autocars représentent 28% du trafic de cette catégorie de véhicules.

Le trafic de poids-lourds comprend le trafic national, international et de transit. La décomposition entre poids-lourds français et étrangers est présentée dans le tableau 5.

Concernant les consommations unitaires des véhicules et les émissions de polluants, différentes sources ont du être utilisées ; principalement COPERT II, Ademe, et IFP.

On note que la consommation unitaire des voitures particulières neuves à essence est légèrement supérieure à la moyenne du parc de cette catégorie de véhicules en 1994. En effet, après une longue période d'évolution à la baisse des consommations unitaires des véhicules, on observe autour de l'année 1993 une légère remontée des consommations unitaires, qui s'explique par l'implantation de systèmes de dépollution, l'augmentation de la puissance moyenne des véhicules et le développement d'équipements secondaires à bord des véhicules tels que la climatisation. Ainsi, la généralisation des pots catalytiques en Europe, accompagnée d'une nouvelle adaptation des moteurs à des carburants d'indice d'octane plus faible (baisse de 87 à 85) et de réglages d'alimentation stoechiométriques au

Tableau 1 : Le parc routier en 1994

		Parc Millions	Kilométrage km/an	Trafic Gvéh.km	Consommation du parc	
					Mtep	gep/km
VP	Essence	18,9	11800	223	14,8	66,4
	Gazole	5,6	21200	124	7,4	59,1
VUL	Essence	1,6	16550	26	2,2	85,4
	Gazole	3	16550	50	4,5	89,5
Bus	Gazole	76*	30260	203	0,8	366
PL	Gazole	-	-	195	8,1	332

*milliers

Tableau 2 : Trafic et consommation des poids-lourds en 1994

1994	Taux de charge tonnes	Trafic		Consommation	
		Gt.km	Gvéh.km	Mtep	gep/km
PL immatriculés en France	7,2	147	20,4	6,6	325
PL immatriculés à l'étranger	12	49	4,1	1,5	370
Total	8	195	24,4	8,1	332

Tableau 3 : Les consommations unitaires des véhicules mis sur le marché en 1994

gep/km	VP	VUL	Bus	PL
Essence	67,3	85,4		
Gazole	56,5	89,5	366	332
GPL	64	89	468	
GNV	61,4	86	513	
Electricité	44	64		

lieu de légèrement pauvres, a entraîné un accroissement de la consommation estimée à 4%⁹¹. Le même phénomène est observé pour les véhicules plus lourds à cause d'aménagements de sécurité et d'isolation contre le bruit. La consommation des bus et cars est de 41,8 litres/100 km pour le diesel, leur consommation en GPL est de 1,9 fois celle du diesel en volume, elle est de 60 Nm³/100 km pour le GNV. La consommation unitaire des voitures électriques disponibles sur le marché en 1994 correspond à 0,2 kWh par kilomètre, celle des VUL est de 0,29 kWh/km. La conversion en grammes équivalent pétrole est faite en équivalence à la production.

Annexe II

Description du modèle de simulation du parc routier utilisé (ITEMS)

Une simulation du parc routier a été réalisée dans l'objectif de détailler l'évolution des trafics par couples moteurs/carburants, leurs consommations d'énergie et émissions de polluants respectifs. Le modèle ITEMS a été adapté aux besoins de notre simulation. Nous présentons ici l'essentiel des caractéristiques du modèle et des fonctions utilisées dans nos travaux.

La détermination des parcs

Le modèle définit trois catégories de véhicules : les voitures particulières, les bus et cars, et les véhicules utilitaires, avec des sous-catégories croisant la taille, l'âge et la technologie des véhicules. Les VUL dans ITEMS, ne font pas l'objet d'un traitement particulier (en dehors de quelques adaptations précisées plus loin) et correspondent à des petits camions.

Pour les VP, le modèle est basé sur le postulat que la possession d'une voiture n'est pas seulement déterminée par le besoin de transport mais aussi par des raisons sociales sous des contraintes notamment démographiques et économiques. En conséquences, le parc de VP dépend du nombre de ménages, du taux de motorisation des ménages et de leur pouvoir d'achat.

Pour les autres véhicules routiers, le postulat est que l'évolution du parc est déterminée par des besoins de transports, exprimés par les trafics de voyageurs et de marchandises. Le parc dépend donc directement des trafics. Ainsi, le parc total de camion est calculé comme le rapport entre le trafic exprimé en véhicules-kilomètre et le kilométrage annuel moyen. Pour les VUL, le choix a été fait de relier l'évolution du parc à l'évolution du PIB.

Le modèle différencie le trafic de PL français et le trafic de PL étrangers, exprimé en veh.km et avec un taux de charge moyen respectivement de 7,2 tonnes et 12 tonnes.

La structure d'âge des parcs

Afin de mieux rendre compte de la dynamique des parcs, le choix a été fait d'adopter une approche de type probabiliste pour déterminer la structure d'âge des différents parcs (véhicule particulier, camions, véhicules utilitaires légers et bus). Une telle approche conduit à évaluer pour chaque classe d'âge de véhicule, une probabilité de sortie du parc (ou inversement une probabilité de survie). La loi suivie par cette probabilité de survie diffère selon le type de véhicule et dans certains cas selon le millésime des véhicules .

La loi de survie des voitures particulières

Suivant les travaux de Caroline Gallez, la probabilité de survie $p_{t-a}(a)$ qui donne la probabilité qu'un véhicule construit en t-a survive à l'âge a, suit une loi de la forme suivante :

$$p_{t-a}(a) = 1 - \left(\frac{(\Phi(\text{Log}(a) - m)/\sigma)}{(\Phi(\text{Log}(A) - m)/\sigma)} \right)$$

où : Φ est la fonction de répartition de la loi normale centrée réduite
 m et σ sont respectivement la moyenne et l'écart type de la loi normale
 A est la durée de vie maximale des véhicules.

Cette loi est identique quelque soit la taille des véhicules, mais évolue dans le temps. Ainsi, par hypothèse, il est supposé que l'âge médian du parc augmente de 1 an tous les ans. Par ailleurs, une contrainte sur le nombre maximale annuel d'immatriculation est imposée. Ainsi, à chaque itération sur le temps du modèle, un contrôle de cohérence impose que le nombre annuel d'immatriculation ne dépasse un nombre maximal d'immatriculation fixé de manière exogène. Si la contrainte sur les immatriculations est saturée, le modèle modifie les lois de survie afin d'assurer le respect de la contrainte. La modification des lois de survie passe par une variation de l'âge médian qui est augmenté jusqu'au respect de la contrainte sur les nouvelles immatriculations.

La loi de survie des autres véhicules

Pour les autres véhicules (camions, VUL, bus), la probabilité $p_{t-a}(a)$ qu'un véhicule construit en t-a survive à l'âge a, suit une loi de la forme suivante :

$$P_{t-a}(a) = 1 - [a/A]^{(A/a-1)}$$

où A est la durée de vie physique des véhicules de millésime a, est la durée de vie médiane des véhicules de millésime a. Elle est identique quelque soit le type de véhicules et le millésime
L'âge médian du parc est de 10,5 ans, et augmente d'un an tous les dix ans.

Les technologies et les carburants disponibles

Afin de bien séparer le concept de technologie (une technologie peut fonctionner en utilisant différents carburants) et celui de carburant, le choix suivant a été fait : Cinq technologies (indiquées par S) sont disponibles (essence classique, diesel classique, autres moteurs à combustion interne, hybrides et pile à combustible) et six carburants (indiqué par R) sont possibles (essence, diesel, GPL, GNL, électricité, méthanol). Il est possible de croiser chacune de ces technologies, à l'exception des deux premières, avec chaque carburant. Le choix des technologies (introduction, date, part des véhicules concernés) par l'utilisateur du modèle relève d'un choix de politique, tandis que la part de chaque combustible dans une technologie donnée est déterminée comme une variable de base indépendamment de l'introduction de la technologie.

Le kilométrage moyen annuel des voitures particulières

Le kilométrage annuel moyen des VP est fonction de la technologie du véhicule (essence conventionnel, diesel conventionnel, autres moteurs à combustion interne, hybride et pile à combustible).
Pour les camions, le kilométrage annuel moyen est fonction de la taille du véhicule. Ainsi le kilométrage annuel moyen des VUL est différent de celui des poids-lourds mais il est identique quelque soit le type de technologie utilisé.

La ventilation par technologie

La répartition des véhicules par technologies et par taille est déterminée par la structure des véhicules neufs, année après année.

L'introduction de nouvelles technologies est déterminée par sa date d'introduction et sa part dans les véhicules neufs à l'année cible. La pénétration s'opère selon une courbe en S.

La répartition des VP neuves entre essence et diesel se fait a posteriori, donc après introduction des nouvelles technologies. Elle est liée aux prix relatifs des carburants, y compris les taxes sur les carburants. La répartition des VUL neuves entre essence et diesel est introduite de façon exogène pour les besoins de notre simulation (cette répartition est identique dans les deux scénarios du Plan).

Dans le cas des bus et cars et des poids-lourds, le problème du partage entre parc essence et diesel ne se pose pas. L'intégralité de ces parcs est supposée fonctionnée initialement à partir d'une technologie diesel classique. Ainsi, l'introduction de nouvelles technologies conduit à ventiler le parc selon ces nouvelles technologies et à affecter le reste du parc camion sur la seule technologie traditionnelle diesel.

Les consommations unitaires des véhicules et les émissions de polluants associées

Les consommations de carburants et les émissions de polluants sont regroupées sous les variables ayant pour code générique EMIS, indiquées selon la taille (N), la technologie (S), le carburant (R), le "polluant" (W) et l'âge (V) avec les significations suivantes :

- N = 1 : petite taille (vul dans le cas des camions)
- 2 : moyen (correspond à la totalité des bus et des camions)
- 3 : grand (actif que pour les voitures)
- S = 1 : essence classique
- 2 : diesel classique
- 3 : autres moteurs à combustions internes
- 4 : hybrides (non actif)
- 5 : pile à combustible (non actif)
- R = 1 : essence
- 2 : diesel
- 3 : GPL
- 4 : GNL
- 5 : électricité
- 6 : méthanol (non actif)

- W = 1 : énergie
 2 : CO₂
 3 : CO
 4 : CH₄
 5 : PM
 6 : N₂O
 7 : NO_x
 8 : VOC

Les consommations unitaires des véhicules sont évaluées à l'année de base du modèle en fonction du carburant utilisé, de l'âge du véhicule et de sa taille. Il s'agit de consommations spécifiques telles que définies par les normes successives et ces consommations unitaires sont insensibles à l'effet de l'âge sur la consommation d'un véhicule. En d'autres termes, un véhicule construit à l'année t, aura tout au long de son cycle de vie, la même consommation unitaire.

A ces consommations unitaires à l'année de base (ou année d'introduction pour les technologies alternatives), est appliqué un coefficient traduisant les gains annuels en terme d'efficacité énergétique. Ces gains sont linéaires sur la période.

La méthodologie utilisée pour évaluer les émissions futures des véhicules existants à l'année de base et pour les véhicules utilisant de nouvelles technologies est identique à celle retenue pour évaluer les consommations unitaires. Les croisements technologie/carburant renseignés sont identiques à ceux renseignés pour les carburants. A chaque type d'émission et technologie/carburant est associé un coefficient de gain en terme d'efficacité énergétique.

Les résultats à l'année cible

ITEMS est un modèle statique, et ne permet pas d'obtenir des résultats à intervalles intermédiaires. Afin de pouvoir obtenir de tels résultats, compte-tenu de la volonté d'évaluer dans le temps l'impact des différentes mesures proposées dans S3, le modèle est utilisé à différentes années cibles (notamment 2020 et 2030), en modifiant les données et variables nécessaires.

Annexe III

Mesures fiscales en vigueur concernant les carburants alternatifs

Les principales dispositions fiscales concernant les carburants alternatifs (GPL, GNV et électricité) ont pour origine la *Loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie* adoptée en décembre 1996.

► La TIPP sur le GPL et la taxe intérieure de consommation sur le gaz naturel

Le GPL bénéficie d'une TIPP allégée depuis 1996. Les Lois de Finances pour 1998 et 1999 ont abaissé de nouveau la TIPP sur le GPL et la taxe intérieure de consommation sur le gaz naturel. Ces taxes sont ainsi ramenés au minimum communautaire.

Les exploitants de transports publics en commun et les taxis peuvent obtenir le remboursement de la TIPP sur le GPL et de la taxe intérieure de consommation sur le gaz naturel depuis le 1er janvier 1997. En 1999, ces taxes sont remboursées à hauteur de 40000 litres par véhicule et par an pour les transports publics de voyageurs et à 9000 litres par an pour les taxis.

Depuis 1992, les carburants d'origine végétale sont exonérés partiellement de la taxe intérieure de consommation relative au carburant dans lesquels ils sont incorporés ou auxquels ils se substituent. Sous certaines conditions (spécifications techniques, conditions d'utilisation), ces produits bénéficient d'une exonération aujourd'hui partielle dont le montant est fixé à :

- 230F/hl pour les esters d'huile végétale incorporés au gazole ;
- 329,5 F/hl pour le contenu en alcool des dérivées de l'alcool éthylique dont la composante alcool est d'origine agricole, incorporés aux supercarburants et aux essences.⁹²

► Vignettes et cartes grises

Avant la suppression de la vignette dans la Loi de finances 2001, la vignette (taxe différentielle sur les véhicules) concernait les voitures particulières et les véhicules utilitaires non soumis à la taxe à l'essieu. La Loi de Finances pour 1998 avait introduit la possibilité pour les conseils généraux d'exonérer de la vignette, en totalité ou à 50%, les véhicules fonctionnant exclusivement ou non à l'électricité, au GPL ou au GNV. Pour la vignette 2000, 35 départements bénéficiaient d'une exonération partielle et 24 d'une exonération totale.

Une disposition similaire existe pour la carte grise (taxe proportionnelle sur les certificats d'immatriculation) depuis le 1er janvier 1999, cette taxe relève des conseils régionaux. Pour l'année 1999, seules deux régions (Ile-de-France et Midi-Pyrénées) ont totalement exonéré de la taxe sur les cartes grises les véhicules fonctionnant exclusivement ou

non à l'électricité, au GPL ou au GNV. L'exonération a été fixée à 75% en Bretagne, et de 50% en Bourgogne et Poitou-Charentes.

► **Taxe sur les véhicules des sociétés**

Les véhicules immatriculés dans la catégorie des voitures particulières, possédées ou utilisées par les sociétés, fonctionnant exclusivement ou non à l'électricité, au GPL ou au GNV sont exonérés de la taxe sur les véhicules des sociétés ; sauf les véhicules fonctionnant en bi-carburant super/GPL qui ne sont exonérés que de 25% de la taxe. Cette taxe dans la Loi de Finances pour 2000 a été fixée (à taux plein) à 7400 F par an pour des véhicules de 7 CV ou moins et de 16000 F pour les véhicules de plus de 7 CV, les véhicules de plus de dix ans étant exonérés. Notons que la taxe sur les véhicules de société ne concerne pas les VUL.

► **Amortissement exceptionnel**

Les véhicules peuvent en général être amortis sur au minimum quatre années. Avant la Loi de Finances, seuls les véhicules électriques acquis entre le 1er janvier 1999 et le 31 décembre 1999 pouvaient bénéficier d'un amortissement accéléré d'un an. La Loi sur l'air a étendu ce dispositif aux véhicules fonctionnant exclusivement au GPL ou au GNV. Depuis la Loi de Finances pour 1999, les véhicules à bi-carburant peuvent également bénéficier de cet amortissement exceptionnel, la période de validité est étendue jusqu'au 1er Janvier 2003.

► **TVA**

La TVA sur le GPL, le GNV et l'électricité (consommée par des véhicules fonctionnant exclusivement à l'électricité) est entièrement déductible pour les entreprises.

► **Aides à l'acquisition**

Le surcoût du véhicule électrique à l'achat peut atteindre 100% du prix d'un véhicule classique si on tient compte du coût des batteries. Le surcoût à l'achat est ramené à 20% hors batteries, celles-ci pouvant faire l'objet d'un leasing, le concessionnaire assurant la maintenance et le remplacement éventuel. Dans le cadre du dispositif Ademe d'aides à l'acquisition pour l'année 2000, les particuliers, les entreprises et les collectivités territoriales peuvent bénéficier d'une subvention de 10 000 ou 15 000 F pour une VP ou un VUL électrique. Sous certaines conditions, les gestionnaires publics ou privés de flottes peuvent obtenir une aide de 50 000 F pour l'achat de bus au GNV ou de bennes à ordures ménagères au GNV, biogaz; électriques ou hybrides. Pour ces mêmes gestionnaires de flottes, des aides à la décision sont également possibles correspondantes à 50 à 70% du coût de l'étude.

En dehors de ces mesures, la Loi sur l'air oblige l'Etat et certaines personnes publiques, lorsqu'ils gèrent une flotte de plus de 20 véhicules, à acquérir ou à utiliser, lors du renouvellement de leur parc automobile, une proportion minimale de 20% de véhicules électriques, GNV ou GPL de moins de 3,5 tonnes.

Annexe IV

Données et hypothèses concernant le transport ferroviaire et les transports collectifs urbains

Hypothèses d'évolution du trafic ferroviaire de voyageurs par type de train

Gvoy.km	1985	1990	1994	2000	2010	2020	2030
TGV	8,7	14,9	20,5	31,3	49,2	69,5	92,6
TRN	39,2	33,2	21,6	16,7	13,7	11,5	10,6
SRV	5,5	6,6	7,2	8	10,1	12,6	15,9
IDF	8,5	9	9,5	9,8	10,5	11,9	13,7
Autre TCU sur rail	10	10,2	10	10,8	12,5	14,8	16,6
Total Voyageurs	72	74	69	77	96	120	149

Hypothèses d'évolution du trafic ferroviaire de marchandises par type de train

Gt.km	1985	1990	1994	2000	2010	2020	2030
Trains entiers	27,1	24,3	23,7	27	33,6	41,7	51,9
Transport combiné	6,7	7,3	10,2	12,9	19	28,2	40,3
Autres	20,4	18,1	13,3	13,3	13,3	13,3	13,3
Total Fret	54	50	47	53	66	83	105

Evolution des trafics de transport collectif urbain

Milliards de voy.km	1994	2020	2030
Autobus RATP	2,2	2,6	2,8
Autres autobus IDF (hors RATP)	1,4	1,7	1,8
RATP (métro + tram + RER)	9,3	11,6	12,3
SNCF IDF	9,5	11,9	13,7
Autobus urbains hors IDF	5,3	6,4	6,9
Métros et tramways Province	0,7	3,2	4,3
Total autobus	8,9	10,6	11,4
Total rail	19,5	26,7	30,2
Total TCU	28,4	37,3	41,7

Quelques exemples de projets et d'investissements prévus ou réalisés

	Type de projet	Investissement, Mds FF	Estimations Invest. moyen
Clermont Ferrand	Tramway, 12.5 km, 27 stations	1,3	104 MF/km
Strasbourg projet	Tramway, Ligne B, 12.2 km, 24 stations, 27 rames	1,8	148 MF/km
Valenciennes	Tramway, 9,4 km, 19 stations, 17 rames	1,3	138 MF/km
Montpellier	Tramway, 15,2 km, 28 stations, 28 rames	2,3	151 MF/km
Nantes	Extension tramways, 9,3 km	1	109 MF/km
Orléans	Tramway (1 ^{ière} ligne), 18km, 24 stations ; 22 rames	1,9	104 MF/km
Rouen, 1995	Tramway (extension), 4.3 km	0.5	123 MF/km
Grenoble, 1995/1997	Tramway (extension), 5.3 km	1.0	188 MF/km
Le Mans	TVR (2 lignes), 12.7 km + 2.8 km, 22 stations ; 22 rames	1.125	72.5 MF/km
Caen, 1998	TVR, 15.7 km, 34 stations ; 24 rames	0.99	70.7 MF/km
Nancy, D'ici déc. 2000	TVR (le 1 ^{ier} à pneus avec rail central), 25 km (lignes 1 & 2), (caténares pré-existants)	1.55, dt ligne 1 : 0.92	62.0 MF/km, aménagt urbain 0.47, rames (18) 0.2, équipement 0.16, adaptation dépôt 0.09
Rennes	VAL, 9.4 km, 15 stations ; 16 rames	2.9	314 MF/km
Toulouse,	VAL (ligne B), 15 km	6.3	423 MF/km, (2000)
Lille, 1996	VAL, prolongation Ligne 2, 17,5 km	5.8	329 MF/km
Lyon, 1997	Métro, prolongation Ligne D, 1.6 km	1.1	687 MF/km
Lyon, 2000	Métro, prolongation Ligne B, 2.5 km	1.1	440 MF/km
Lyon	Tramways, 18,7 km	2,3	123 MF/km
Marseille, projet	Métro, prolongation, 1.7 km	0.7	427 MF/km
Maubeuge	Bus site propre, 10.5 km	0.283, dt 0.23 infras.	26.9 MF/km
Metz, projet	Bus SP, 3 lignes, 9.4 km	0.3	31.9 MF/km
Valenciennes, 1995-1996	Axe bus prioritaire, 2.1 km	0.031	14.7 MF/km
Nice, projet	Axe bus prioritaire, 3.9 km	0.121	31 MF/km
Essonne	Bus GNV	Station compression, 2 x 470 m ³ /h , 4.7 MF ; surcoût / bus 0.02MF	
Tours	Bus GPL	Station 0.8 MF, Surcoût bus 15%	
Bayonne	Bus GPL	Station 0.8 MF	

Hypothèses d'évolution des réseaux de transports collectifs urbains

	1995	2020 - S3	2030 - S3
Population totale	56600000	63500000	64000000
Ville > 20 000 & < 50 000			
Pop	3100000	3477915	3505300
Offre bus km	3410	3646	3741
dt amélior km bus	0	729	748
Mds voy-km	0,71	0,86	0,93
Ville > 50 000			
Pop	20000000	22438163	22614841
km bus total	22000	23522	24135
dt amélior km bus	0	4704	4827
dt km bus SP	0	4704	4827
km tram	80	366	491
Mds voy-km bus	4,59	5,54	5,97
Mds voy-km tram	0,7	3,2	4,3
Ville IDF			
Pop	9513000	10672712	10756749
km metro	201	212	216
km RER	116	122	125
km bus Paris	532	532	532
dt amélior km bus		106	106
dt km bus SP		106	106
km bus banl.	2466	2642	2694
dt amélior km bus		528	539
dt km bus SP		528	539
km SNCF	1000	1190	1260
km tram IDF	0	50	64
Mds voy-km bus Paris	2,2	2,6	2,8
Mds voy-km métro et RER	9,3	9,8	10
Mds voy-km bus IDF	1,4	1,7	1,8
Mds voy-km tram et TVR	0	1,8	2,3
Mds voy-km SNCF Idf	9,5	11,9	13,7

Annexe V

Liste des entretiens effectués dans le cadre de l'étude de l'acceptabilité des mesures proposées dans le scénario 3 du Commissariat Général du Plan

- ▶ Entretien auprès d'un ingénieur de l'Institut Français du Pétrole
- ▶ Entretien auprès de deux responsables de l'Industrie automobile
- ▶ Entretien auprès d'un ingénieur de l'Union technique de l'Automobile du Motorcycle et du Cycle
- ▶ Entretien auprès d'un responsable de l'industrie pétrolière
- ▶ Entretien auprès d'un responsable des Verts
- ▶ Entretien auprès de deux responsables du Conseil régional d'Ile-de-France
- ▶ Entretien auprès d'un responsable de la Mairie de Paris
- ▶ Entretien auprès d'un responsable du Syndicat des exploitants d'autoroutes (réalisation Lionel Cauret)
- ▶ Entretien auprès de deux responsables de la Fédération Nationale des Usagers des Transports
- ▶ Entretien auprès d'un responsable du Ministère de l'environnement
- ▶ Entretien auprès d'un responsable du Ministère des transports
- ▶ Entretien auprès d'un ingénieur de la Direction régionale de l'Équipement Ile-de-France
- ▶ Entretien auprès d'un responsable du GART
- ▶ Entretien auprès de deux responsables de la SNCF (voyageurs et marchandises)

Par souci de respecter la confidentialité des entretiens, les noms des personnes rencontrées ne sont pas indiqués. Par ailleurs, les responsables contactés au CERTU et la RATP n'ont pas voulu donner suite à nos demandes d'entretien.

Bibliographie

- ▶ ADEME, "Principales dispositions fiscales prises depuis 1996 concernant les carburants et les véhicules", Note Août 1999.
- ▶ COMMISSARIAT GENERAL DU PLAN, "Energie 2010-2020-Trois scénarios énergétiques pour la France", Septembre 1998.
- ▶ COMMISSARIAT GENERAL DU PLAN, "Energie 2010-2020, les chemins d'une croissance sobre", La Documentation française, Septembre 1998.
- ▶ COMMISSARIAT GENERAL DU PLAN, Rapport du groupe Transports "Prospective Energie-transports à l'horizon 2010-2020", Oct. 1997.
- ▶ COMMISSARIAT GENERAL DU PLAN, "Transports : le prix d'une stratégie, tomes I & II", Editions La Documentation Française, 1995.
- ▶ CCFA, "L'industrie automobile française", 1997.
- ▶ J-P CHANG, C. LEVY, J-P FONTELLE, "New estimation of air traffic emissions in France, trends and comparison with other transport modes", 9^{ème} colloque INRETS Transports et pollution de l'air, Avignon 2000.
- ▶ CNRS-ECODEV, ARC ECODIF Transports individuels, "Les instruments susceptibles d'orienter l'évolution du parc automobile dans le sens de la prévention de l'effet de serre", à paraître.
- ▶ DAEI, "Mémento de statistiques des transports : résultats 1996", Ministère de l'Equipement, des Transports et du Logement, Janvier 1998.
- ▶ DOUAUD, C. GIRARD, "Low carbon emission engines and fuel", IFP, contribution à la Conférence Fisita 1999.
- ▶ ENERDATA, "Transport, énergie et contraintes environnementales en France à l'horizon 2030 : apports de l'approche back-casting à la formulation des stratégies technologiques et organisationnelles", Juillet 1999.
- ▶ Vincent FOUCHIER, "Exemples étrangers de politiques nationales combinant densités et transports", in 2001 plus..., DRAST-METL, n°49, Septembre 1999.
- ▶ Caroline GALLEZ, "Modèles de projection à long terme de la structure du parc et du marché de l'automobile", Thèse de Doctorat en Sciences économiques, Université Paris I, 1994.
- ▶ J.-C. GUIBET, Carburants et moteurs, Tome 2, IFP, ed. Technip, 1997.
- ▶ Frédéric HERAN, « Les conditions d'un report modal favorable à la marche et au vélo », Projet Eco-mobilité, Synthèse INRETS n°32, Mars 1999.
- ▶ ICE, CNRS-ECODEV, "Compte-rendu du séminaire sur le Programme national de lutte contre le changement climatique", Paris 16 et 24 Mai 2000.
- ▶ INSEE, "Les transports en 1998", Comptes des Transports de la nation, Synthèses n°32, 1999.
- ▶ Nathalie MARTINEZ, "Dans quelle mesure l'internalisation des coûts externes peut-elle influencer l'évolution de la répartition modale du trafic de marchandises en France ?", Thèse de Sciences Economiques, Université Paris I, Septembre 1997.
- ▶ Nathalie MARTINEZ, "Méthode d'évaluation des efficacités énergétiques et des émissions de polluants des transports routiers et ferroviaires de voyageurs et de marchandises en 1997", Ademe, Septembre 2000.
- ▶ MERLIN, "Les transports en région parisienne", Edition La Documentation Française, 1997.
- ▶ MERLIN, "Les transports en France, Edition La Documentation Française, 1994.
- ▶ MICHAELIS L., "Sustainable transport policies : CO2 emissions from road vehicles", OCDE, Juillet 1996.
- ▶ MIES, MATE, Programme national de lutte contre le changement climatique, Janvier 2000.
- ▶ M. MOUSEL, J.P. PRECHAUD et J.C. ROURE (sous la direction de), "Des transports nommés désir", Edition Syros, Décembre 1995.
- ▶ Catherine OLLIVIER, "Analyse simplifiée du cycle de vie des transports collectifs urbains", DER-EDF.
- ▶ JP ORFEUIL, C. GALLEZ, "Politiques locales et maîtrise des déplacements en automobile : analyse des potentiels de régulation, INRETS, Décembre 1997.
- ▶ Francis PAPON, « Les modes oubliés : marche, bicyclette, cyclomoteur, motocyclette », in RTS n°56, Juillet-septembre 1997.
- ▶ Georgia PLOUCHART, "Introduction du véhicule électrique dans le parc français des véhicules particuliers à l'horizon 2050", CNRS-ECODEV, Avril 2000.
- ▶ A. POLACCHINI, JP ORFEUIL, "Les dépenses des ménages franciliens pour le logement et les transports", in Recherche Transports Sécurité, n°63, Avril-Juin 1999.
- ▶ RATP & STP, "Compte transport de voyageurs et coût de développement en Ile de France", Département du Développement / RATP & Direction des Investissements / STP, 1997.
- ▶ Hassan SALMAN, "La consommation d'énergie des trains SNCF en 1999", Note SNCF, Décembre 1998.
- ▶ SES-DAEI, "La demande de transport en 2015", Septembre 1977.
- ▶ SES-DAEI, "Eléments d'évaluation environnementale des schémas de service", Avril 1999.
- ▶ SES-DAEI, "Perspective d'évolution de la demande de transport à l'horizon 2020", Octobre 1998.
- ▶ Programme national de lutte contre le changement climatique, MIES, MATE, Janvier 2000.
- ▶ SES-DAEI, "Le marché des véhicules en 1999".
- ▶ SNCF - Mission Environnement, "Consommations d'énergie de quelques trains SNCF", Février 1996.
- ▶ SNCF, "Les services voyageurs : contribution au schéma multimodal de services collectifs de transport", Direction Stratégie / SNCF, Mars 2000.
- ▶ SNCF, Annales 99, Direction de la stratégie.
- ▶ **Revues :**
 - ▶ *Cahiers du CLIP*, "Automobile et développement durable", n°9, Décembre 1998.
 - ▶ *L'automobile et l'entreprise*, "Le GPL est-il en panne?", n°47, Mai 1999
 - ▶ *Les Echos*, "L'atlas des régions : les infrastructures", Hors série du 23 octobre 2000.
 - ▶ *Libération*, "Strasbourg, médaille d'or de cyclisme en ville", 21 sept. 2000.
 - ▶ *Libération*, "Le hit-parade des villes les plus vélos", 21 sept. 2000.
 - ▶ *Le Journal de l'automobile*, dossier GPL, n°716, Juin 2000.
 - ▶ *Revue Transport Public et La Vie du Rail* (1998, 1999 et 2000).

Anciens numéros

N°1 - Octobre 1993 - 104 pages - épuisé

- ▶ Le moteur à explosion : exercice de prospective mondiale des transports routiers
- ▶ L'autocondamnation : un exercice de prospective mondiale à long terme pour l'automobile
- ▶ Capture et stockage du gaz carbonique produit par les activités industrielles

N°2 - Mai 1994 - 64 pages - épuisé

- ▶ Les enjeux environnementaux de la pénétration du véhicule électrique en Europe
- ▶ Etude comparative des émissions de polluants associées à l'utilisation de carburants de substitution
- ▶ Emissions de gaz à effet de serre : de la production d'hydrogène à son utilisation en tant que carburant automobile

N°3 - Octobre 1994 - 80 pages - épuisé

- ▶ Le bois-énergie en France : évaluation prospective du potentiel mobilisable à l'horizon 2015 et ses conséquences sur l'environnement

N°4 - Juin 1995 - 58 pages - épuisé

- ▶ Etude de faisabilité d'une centrale solaire en Tunisie
- ▶ Impact environnemental d'une désulfuration poussée des gazoles

N°5 - Juillet 1996 - 98 pages - épuisé

- ▶ Déchets-Energie-Environnement : étude prospective du potentiel de déchets mobilisables à des fins énergétiques en France à l'horizon 2020

N°6 - Septembre 1996 - 80 pages - format électronique (pdf)

- ▶ Le bois-électricité : Perspectives de développement de la production d'électricité à base de bois en France à l'horizon 2015
- ▶ Pollution des sols : Contamination des sols par les rejets d'hydrocarbures : analyse du marché de la réhabilitation

N°7 - Janvier 1997 - 80 pages - format électronique (pdf)

- ▶ MDE-L'éclairage en France : diffusion des technologies efficaces de maîtrise de la demande d'électricité dans le secteur de l'éclairage en France

N°8 - Janvier 1998 - 112 pages - anglais/français - disponible

- ▶ Le bois-énergie en Europe : évaluation du potentiel mobilisable à l'horizon 2020, impacts sur l'environnement global et conditions socioéconomiques de sa mobilisation.

N°9 - Décembre 1998 - disponible

- ▶ Automobile et développement durable : bilan environnement-matières premières 1975-2050
- ▶ Automobile et gaz naturel : scénarios prospectifs et impact sur l'environnement

N°10 - Septembre 1999 - format électronique (pdf)

- ▶ Biomasse et électricité
- ▶ Géothermie des roches fracturées

N°11 - Décembre 1999 - disponible

- ▶ Le froid domestique

N°12 - Mars 2001 - disponible

- ▶ Parc automobile et effet de serre : agir sur le parc automobile pour réduire l'effet de serre

N°13 - Avril 2001 - disponible

- ▶ Habitat et développement durable : bilan retrospectif et prospectif
- ▶ Le véhicule électrique à l'horizon 2050 : introduction du véhicule électrique dans le parc français des véhicules particuliers à l'horizon 2050