



HAL
open science

Le transport routier et fluvial de marchandises dans la vallée du Rhône : Quels coûts comparés pour la collectivité. Rapport final

Sandrine Durand, Laurent Guihéry, Sabrina Hammiche, Marc Perez, Stanislas de Romémont

► To cite this version:

Sandrine Durand, Laurent Guihéry, Sabrina Hammiche, Marc Perez, Stanislas de Romémont. Le transport routier et fluvial de marchandises dans la vallée du Rhône : Quels coûts comparés pour la collectivité. Rapport final. 1995. halshs-00846737

HAL Id: halshs-00846737

<https://shs.hal.science/halshs-00846737>

Submitted on 19 Jul 2013

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Laboratoire d'Economie des Transports
Unité mixte CNRS - ENTPE - Université Lumière Lyon 2
Maison Rhône-Alpes des Sciences de l'Homme
14, Avenue Berthelot
69363 LYON Cedex 07

LE TRANSPORT ROUTIER ET FLUVIAL DE
MARCHANDISES DANS LA VALLEE DU RHONE :
QUELS COUTS COMPARES POUR LA COLLECTIVITE

Rapport final

Recherche réalisée
pour le compte de la S.M.N.L.R.
sous la direction de Yves Crozet

Sandrine Durand
Laurent Guihéry
Sabrina Hammiche
Marc Perez
Stanislas de Romémont

novembre 1995

TABLE DES MATIERES

COUTS EXTERNES COMPARES ENTRE LES TRANSPORTS AUTOROUTIER ET FLUVIAL : INTRODUCTION	1
I CHAPITRE PRELIMINAIRE	3
I.1 Quelles prévisions de trafic à l'horizon 2010 ?	3
I.1.A Présentation générale des perspectives en France	3
I.1.B Etude fine de l'axe autoroutier A7 A9 : Vienne - Montpellier	6
(a) Les niveaux de trafic en 1992	6
(b) Les perspectives de trafic à l'horizon 2010	7
I.2 L'axe fluvial Rhône - Saône : quel potentiel?	9
I.2.A Présentation générale du transport fluvial	9
(a) Etat des lieux en France	9
(b) Le trafic rhodanien	10
- Une dégradation des parts de marché	10
- Les caractéristiques du trafic de marchandises	11
I.2.B Les potentialités de trafic	12
(a) Les opportunités de l'axe fluvial de la vallée du Rhône	12
(b) Les trafics fluvialisables	13
- Quel marché pour la voie d'eau ?	13
- La mise en service d'une offre RO-RO	14
- Le transport combiné par conteneurs	14
- Le développement du transport par Fluvio-Maritime	15
I.3 Notes sur l'usage du concept d'effet externe	16
I.3.A Rappels sur le concept d'effet externe	16
(a) Coûts sociaux et coûts externes	16
(b) Coût social et optimum selon Pigou	17
(c) Coût externe et perte sociale nette	19
(d) Optimum et marché de l'évitement	19
I.3.B Différentes approches d'évaluation des coûts externes	22
(a) Approche marginaliste et comptable : une distinction impossible ?	22
(b) Vers une approche comptable élargie	23
I.3.C Potentialités et limites des évaluations monétaires des effets externes	24
(a) Les limites des évaluations de dommages	24
(b) Les limites des évaluations d'objectifs d'évitement	25
(c) Les malentendus sur la monétarisation de l'environnement	26
(d) L'approche suédoise de valorisation des nuisances	27
(e) L'approche développée dans l'étude : Des valeurs minima "pertinentes" et maxima "potentielles"	29
I.3.D Les coûts externes considérés dans l'étude	30
(a) Les nuisances prises en compte	30
(b) Les problèmes méthodologiques et les perspectives de recherche poursuivies	32

I.4 Notes théoriques sur la congestion	35
(a) <i>Définition de la congestion et de ses effets:</i>	35
(b) <i>La congestion du point de vue de la théorie économique :</i>	35
(c) <i>La congestion du point de vue de la théorie du trafic:</i>	36
II UN BILAN DE L'INSECURITE AUTOROUTIERE ET FLUVIALE SUR L'AXE RHODANIEN	41
II.1 L'insécurité P.L.	41
II.1.A L'insécurité autoroutière en France	42
II.1.B Méthodologie : à la recherche d'une clé de répartition entre les poids lourds et les autres classes de véhicules	45
II.1.C Responsabilité des P.L. dans l'insécurité autoroutière : 3 approches possibles	47
(a) <i>Approche classique en fonction d'une clé de répartition nationale :</i>	47
(b) <i>Première approche locale : le taux d'implication, défini comme le rapport entre le nombre de PL impliqués et le nombre total de véhicules accidentés</i>	48
(c) <i>Deuxième approche locale : le taux d'accident, défini comme le rapport entre le nombre de PL impliqués et le nombre d'accidents</i>	49
(d) <i>Tableau de synthèse : responsabilité des poids lourds dans l'insécurité routière</i>	51
(e) <i>De l'implication...à la responsabilité !</i>	52
II.1.D Valorisations monétaire sur A7 - A9	53
(a) <i>Valorisation en 1992 sur la base des valeurs moyennes nationales</i>	55
(b) <i>Valorisation locale sur A7-A9 sur la base du taux d'implication</i>	57
1) En 1992	57
2) A l'horizon 2010	58
(c) <i>Valorisation locale sur A7-A9 sur la base du taux d'accident</i>	60
1) en 1992	60
2) à l'horizon 2010	60
d) <i>Valorisation en fonction des hypothèses OEST</i>	62
<i>Tableau de synthèse : une évaluation des coûts de l'insécurité des poids lourds</i>	63
II.1.E Vers une sur-implication des poids lourds dans les accidents sur autoroute: Tentatives de valorisation monétaire sur A7 - A9	64
(a) <i>Analyse nationale : synthèse d'une étude du CETE sur l'implication des poids lourds sur l'ensemble du réseau routier:</i>	64
(b) <i>Analyse locale : existe-t-il un coût différentiel de l'insécurité PL sur A7-A9 ?</i>	65
II.2 L'INSECURITE dans le transport fluvial	67
II.2.A Estimation du niveau de l'insécurité	67
(a) <i>En 1992</i>	67
(b) <i>Estimation à l'horizon 2010</i>	67
II.2.B Valorisations monétaires sur le Rhône	68
III UN BILAN DU BRUIT AUTOROUTIER ET FLUVIAL SUR L'AXE RHODANIEN	69
III.1 Le bruit P.L.	69
III.1.A Les nuisances dues au bruit routier	70
(a) <i>Les effets du bruit</i>	70
(b) <i>Les indicateurs de bruit</i>	70
(c) <i>Sensibilités des populations au bruit</i>	71

(d) <i>Les caractéristiques du bruit de nuit</i>	72
(e) <i>Le bruit de fond</i>	73
(f) <i>Le bruit de jour</i>	73
(g) <i>Relation entre niveau de bruit et niveau de trafic</i>	73
(h) <i>Relation entre vitesse et bruit</i>	75
III.1.B <i>Part des poids lourds dans la génération du bruit autoroutier</i>	76
III.1.C <i>Valorisation monétaire sur A7 - A9</i>	76
(a) <i>Perspective minimale</i>	77
(b) <i>Perspective maximale</i>	78
III.2 LE BRUIT du transport fluvial	79
III.2.A <i>Une comparaison du bruit fluvial et routier</i>	79
III.2.B <i>Valorisation monétaire sur le Rhône</i>	80
IV UN BILAN DE LA CONGESTION AUTOROUTIERE ET FLUVIALE SUR L'AXE RHODANIEN	81
IV.1 La congestion P.L. sur l'axe a7 - A9	81
IV.1.A <i>Utilisation de l'axe en fonction des parts de trafics PL</i>	81
(a) <i>Seuils de saturation avec TMJA en véh/j/sens</i>	81
(b) <i>Une approche en termes de débits équivalents UVP</i>	82
IV.1.B <i>Valorisation monétaire sur l'A7 - A9</i>	84
(a) <i>Les pertes marginales causées: une simulation des retards</i>	84
(b) <i>Estimation monétaire</i>	86
- <i>Estimation de la congestion en 1992</i>	86
- <i>Estimation des coûts de congestion à l'horizon 2010</i>	87
IV.2 La congestion du transport fluvial rhodanien	88
V UN BILAN DE LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE AUTOROUTIERE ET FLUVIALE SUR L'AXE RHODANIEN	89
V.1 La pollution atmosphérique des Poids Lourds sur l'axe A7 - A9	89
V.1.A <i>Une présentation des effets par type de polluant</i>	89
(a) <i>Monoxyde de carbone (CO)</i>	90
(b) <i>Oxydes d'azote (NOx)</i>	92
(c) <i>Hydrocarbures (CxHy) et autres composés organiques toxiques</i>	92
(d) <i>Plomb (Pb)</i>	92
(e) <i>Particules fines (aérosols) et fibres (amiante)</i>	92
(f) <i>Oxydants photochimiques</i>	93
(g) <i>L'effet de serre</i>	93
V.1.B <i>Part des PL dans la pollution atmosphérique : consommations énergétiques et émissions unitaires par type de véhicules</i>	94
V.1.C <i>Valorisation monétaire unitaire</i>	95
V.2 La pollution atmosphérique du transport fluvial rhodanien	96
V.2.A <i>Emissions polluantes de la navigation fluviale en 1992</i>	96
V.2.B <i>Estimation des émissions polluantes en 2010</i>	97
V.2.C <i>Valorisation de la pollution atmosphérique</i>	98
V.2.D <i>Pondération des émissions</i>	99

VI SYNTHÈSE DES COUTS ET ENJEU D'UN REPORT MODAL.....	103
VI.1 Bilan des nuisances P.L. de l'axe A7 - A9.....	103
VI.1.A Rappel des hypothèses.....	103
VI.1.B Tableau de synthèse.....	104
VI.2 BILAN des nuisances du transport fluvial rhodanien	105
VI.2.A Rappel des hypothèses.....	105
VI.2.B Tableau de synthèse.....	106
VI.3 Enjeu d'un report modal à l'horizon 2010	109
VI.3.A Les effets sur la sécurité	109
(a) Report de 1% du trafic PL. km	109
- gains sur le coût d'insécurité autoroutière:.....	109
- Effets sur le coût d'insécurité fluviale:.....	110
(b) Report de 5% du trafic autoroutier de marchandises	110
(c) Report de 15% du trafic.....	110
(d) Dommages corporels évités grâce aux reports modaux	110
VI.3.B Les effets sur la pollution atmosphérique	112
(a) Report de 1%	112
- Gains sur la dépense d'énergie:	112
- Gains en émissions de pollution atmosphérique autoroutière:.....	112
- Conséquences pour le transport fluvial:.....	112
(b) Report de 5%	113
- Gains sur la consommation d'énergie:	113
- Gains sur les émissions de pollution atmosphérique autoroutière:.....	113
- Conséquences en émissions polluantes du transport fluvial :	113
(c) Report de 15%.....	114
- Gains sur la consommation d'énergie:	114
- Gains sur les émissions de pollution atmosphérique autoroutière:.....	114
- Conséquences en émissions polluantes du transport fluvial :	114
VI.3.C Les effets sur la congestion.....	115
(a) Reports de 1%, 5 % et 15%	115
- Effets sur les coûts moyens de congestion autoroutière :	115
- Effets sur le transport fluvial:.....	115
VI.3.D Les effets sur le bruit	116
VI.3.E Bilan des gains sur les coûts sociaux	117
CONCLUSION.....	119
ANNEXES.....	121
BIBLIOGRAPHIE.....	143
Transport. Généralités	143
Les coûts externes.....	143
Le transport fluvial	144
Répartition modale et filières de transport intermodales	145
LISTE DES ABBREVIATIONS	146

COUTS EXTERNES COMPARES ENTRE LES TRANSPORTS AUTOROUTIER ET FLUVIAL : INTRODUCTION

L'automobiliste qui emprunte la Vallée du Rhône, et plus particulièrement l'autoroute A7 ne peut que remarquer l'abondance du trafic poids lourds. S'il se renseigne auprès des spécialistes de la mesure de trafic, il apprend qu'en moyenne les poids lourds représentent 20% des 50 000 véhicules-jours qui empruntent cet axe; et que cette proportion monte à 50% la nuit. Comme il s'agit de véhicules dont l'encombrement est à l'évidence beaucoup plus important, on comprend aisément l'impression de gêne qu'il peut ressentir. Si d'aventure ce même automobiliste a le temps d'observer, fut-ce de façon furtive, le trafic de transport de marchandises sur le Rhône, qui en plusieurs endroits longe l'autoroute, il ne peut que se demander pourquoi la route est si chargée alors que la voie d'eau semble, c'est un euphémisme, sous-utilisée.

S'il pousse un peu plus loin le raisonnement, il découvre que le problème qu'il vient de toucher du doigt en tant qu'usager est plus complexe. Le développement relatif des différents modes de transport ne se décline pas qu'en termes de congestion et de gêne que certains usagers pourraient engendrer pour d'autres. Car en s'en tenant à cette dimension, il se limite à une forme seulement de ce que les économistes appellent coûts externes. Dans l'analyse économique, ces derniers apparaissent lorsqu'un acteur économique, par sa consommation ou sa production, modifie la situation d'un autre acteur économique, par exemple en dégradant son environnement. Une autre façon de présenter les choses consiste à dire qu'il y a des effets externes négatifs lorsqu'un écart apparaît entre les coûts privés d'une part et les coûts sociaux d'autre part, lesquels s'obtiennent en ajoutant les coûts externes aux coûts privés.

C'est ainsi que depuis longtemps, les économistes, et notamment les spécialistes du calcul économique public cherchent à intégrer ces éléments dans leurs raisonnements. Pour cela, ils ont d'abord cherché à dresser la liste des nuisances que l'on pourrait assimiler à des coûts externes. Ils en retiennent généralement quatre, considérées comme les plus significatives : l'insécurité, le bruit, la pollution et la congestion. Ensuite, ils se sont efforcés de mesurer ces nuisances et de leur donner une valeur. A ce stade, la logique scientifique se trouve fort éloignée des intuitions de l'automobiliste usager de l'autoroute, mais elle s'efforce néanmoins de répondre au même type d'interrogation : à l'heure où la prise de conscience des coûts externes des transports s'accroît et en s'efforçant de situer ce débat en une zone particulière, la vallée du Rhône, on est conduit à se demander si une source de réduction des effets externes ne réside pas dans un meilleur usage de la voie d'eau, qui existe d'une part et est peu productrice d'effets externes négatifs d'autre part.

Cette idée fondée sur un apparent bon sens mérite d'être approfondie en évitant toutefois les simplismes car la prise en compte des effets externes ne peut se faire dans n'importe quelle condition. C'est pourquoi, avant de se lancer dans une tentative d'évaluation des coûts externes comparés de la route et de la voie d'eau dans la vallée du Rhône, il est nécessaire de procéder à quelques rappels de méthode.

Les questions d'environnement sont généralement traitées par les économistes du point de vue macro-économique. Les diverses nuisances sont par exemple évaluées en pourcentage du PIB ou sur des valeurs agrégées à un niveau international, voire mondial dans le cas des gaz à effet de serre. Pour l'objet qui nous intéresse, la situation est différente puisque l'approche est non plus globale mais locale. Il s'agit, sur un axe de transport donné, de repérer les coûts externes d'un mode et de chercher dans quelle mesure le développement d'un mode partiellement substitutif pourrait conduire à un gain pour la collectivité. Dans la mesure où les prévisions montrent que l'on pourrait atteindre sur l'axe autoroutier considéré, à l'horizon 2010, un trafic de 50% supérieur à ce qu'il est aujourd'hui, avec pour les poids lourds une proportion accrue du total, il va de soi qu'une meilleure utilisation des réseaux de transport s'impose.

La recherche centrale est de montrer dans quelle mesure un transfert partiel de trafic constitue-t-il un avantage net pour la collectivité ? Nous insistons dans cette étude sur le gain pour la collectivité. Faute de réelle imputation des effets externes, c'est-à-dire d'application du principe Pollueur-Payeur, c'est en effet la collectivité qui supporte les effets externes négatifs du transport. Elle est donc en droit de rechercher les moyens de les réduire.

Pour aider à la mise en oeuvre de ce calcul, nous commençons, dans un premier chapitre, par rappeler d'une part les données de trafic sur la route et sur la voie d'eau et d'autre part les fondements et les précautions analytiques de l'usage de la notion d'effets externes. Puis nous nous intéresserons successivement, pour les modes routier et fluvial, à chacun des principaux coûts externes du transport de marchandises : l'insécurité (chapitre 2), le bruit (chapitre 3), la congestion (chapitre 4) et la pollution (chapitre 5). Après cet approche détaillée, nous proposons une vision synthétique en deux volets : une estimation des coûts externes unitaires de chacun des modes, et un bilan des effets pour la collectivité d'un report modal partiel du transport routier vers le transport fluvial (chapitre 6).

I CHAPITRE PRELIMINAIRE

Ce chapitre présentera notre travail en trois temps. Nous analyserons les perspectives de saturation de l'axe autoroutier rhodanien, avant de voir dans quelle mesure le transport par voie d'eau pourrait capter une partie du trafic autoroutier de fret. Nous traiterons du concept d'effet externe, pilier de l'évaluation économique de l'environnement, qui pourrait justifier économiquement le principe d'un tel transfert.

I.1 QUELLES PREVISIONS DE TRAFIC A L'HORIZON 2010 ?

Avant de prendre en considération les prévisions de trafics à l'horizon 2010 en France et plus précisément sur l'axe Nord-Sud, il nous est apparu nécessaire de dresser le bilan de l'évolution à la fois des flux de transport sur le réseau routier national et sur l'axe autoroutier A7-A9 au cours des vingt dernières années. Dans le même ordre d'idée, nous dresserons l'état du transport fluvial en vallée du Rhône, en faisant ressortir ses atouts et son potentiel de développement.

I.1.A Présentation générale des perspectives en France

Le problème de la congestion est actuellement localisé à la fois géographiquement et temporellement. En effet l'essentiel des points de congestion en France se situe sur les infrastructures de l'axe Nord-Sud à savoir, les autoroutes A1, A6, A7, A9 et les routes nationales parallèles. L'ensemble du réseau de transport de la vallée du Rhône, autoroutier, routes nationales principales (N6 et N7) et les lignes ferroviaires, est congestionné ou en voie de saturation. Cependant, le phénomène reste encore relativement temporel puisqu'il concerne essentiellement, pour les infrastructures routières, tout au moins, les périodes estivales.

Si l'on retient les hypothèses du groupe de travail "Transport 2010"¹, on obtient dans un scénario de croissance modérée de l'ordre de 2,5% par an du PIB et de stabilité des prix du carburant, une hausse d'environ 70% de l'ensemble du trafic routier. Mais cette croissance serait inégalement répartie selon les réseaux puisqu'on évalue cette hausse des trafics à environ 50% sur le réseau routier et même à 100% sur le réseau autoroutier. A ces premières données il faut ajouter le point particulier que le trafic poids lourds devrait être concentré à 53% sur le réseau autoroutier, contre 36% à l'heure actuelle. De plus le nombre de kilomètres de routes nationales encombrées par an devrait passer de 7 000 actuellement à 15 000 d'ici à l'horizon 2010.

Selon les experts du groupe de réflexion "Transport 2010", les perspectives d'évolution du trafic marchandises sont celles présentées dans le tableau suivant :

¹ COMMISSARIAT GENERAL AU PLAN, "Transport 2010", Rapport du groupe présidé par le Commissaire au Plan, Documentation Française, Paris, juin 1992, 516 p.

Trafics marchandises en 2010 :

Milliards de tk	1991	2010. bas	2010 haut	évolution sur la période	croissance géométrique annuelle en %
Total	178,3	152	306	- 15% à 72%	- 0,8% à 2,7%
Route	120,6	114	247	- 5% à 105%	- 0,8% à 3,6%
Fer	49,7	35	53	- 30% à 7%	- 1,7% à 0,3%
Voies navigables	8	3	6	- 63% à - 25%	- 4,8% à -1,4%

Il faut cependant tenir compte du fait que ces prévisions n'intègrent pas le trafic des poids lourds étrangers dont la croissance est actuellement particulièrement forte. Effectivement ce trafic ne peut être négligé car il contribue à une grande part du transit en vallée du Rhône.

En fait, si l'on s'intéresse de façon plus détaillée à la demande prévue sur chaque type d'infrastructure les tendances actuelles se confirment et s'accroissent. La route devrait ainsi capter la quasi-totalité de la croissance prévue en termes de trafics de marchandises notamment. Par contre, les prévisions concernant la voie d'eau restent très pessimistes puisqu'on envisage une perte considérable en termes de parts de marché.

Les hypothèses retenues s'inspirent des travaux réalisés par le groupe de travail du Commissariat Général au Plan. Celui-ci envisage principalement deux scénarios, l'un bas et l'autre haut. La première hypothèse retient principalement, une croissance annuelle du PIB de 1,6% d'ici à 2010 et un prix du pétrole autour de 35\$ le baril en francs constants en 2005. Ce premier scénario, relativement pessimiste envisage une croissance économique faible résultant d'un certain ralentissement de la construction européenne et des gains de productivité, et d'une exacerbation des conflits commerciaux entre les grandes puissances marchandes. La seconde hypothèse retient des perspectives d'évolution plus contrastées avec respectivement 3,6% de croissance annuelle du PIB et le prix du baril de pétrole à 21\$. Contrairement au scénario précédent, le groupe de travail envisage dans ce cas une croissance des gains de productivité à un rythme soutenu, l'intégration européenne et un commerce international dynamique.

Il faut cependant noter que les scénarios retenus ne tiennent pas compte de la hausse de la fiscalité (TIPP et taxe à l'essieu) réclamée par les instances européennes, qui pourrait jouer un rôle de frein sur les trafics routiers. Par ailleurs, d'autres phénomènes pourraient agir sur la croissance de la demande de transport, ils restent cependant difficiles à évaluer. Ces phénomènes concernent notamment l'intégration européenne avec une stimulation prévisible des échanges entre les différents pays de la Communauté, renforcée par la mise en place de la monnaie unique à la fin de la décennie et par l'entrée de nouveaux pays. De plus, les pays de l'Est ne sont pas neutres en ce qui concerne le trafic dans le couloir rhodanien, et d'autant plus avec leur ouverture sur l'Europe occidentale. Située au coeur de l'Europe, la France devrait donc voir se développer les échanges avec ses partenaires européens de la Communauté et avec les pays de l'Est, ce qui sera favorable à l'accroissement du trafic de transit. Enfin, l'ouverture du tunnel sous la manche et les récentes mesures prises par la Suisse pour supprimer le trafic routier de transit sur son territoire ne feront que renforcer les prévisions à long terme déjà alarmantes concernant la circulation sur les infrastructures nationales.

Selon les estimations du **Commissariat Général au Plan** on peut s'attendre à une **hausse de l'ensemble du trafic routier comprise entre 26% à 70%** selon les hypothèses contrastées retenues notamment en matière de croissance économique. Mais cette croissance serait inégalement répartie selon les réseaux puisqu'on estime la hausse des trafics entre 26% et 79% sur le réseau routier et entre 77% et 126% sur le réseau autoroutier.

On peut cependant envisager un scénario intermédiaire avec respectivement environ 100% d'augmentation sur les autoroutes et 50% sur le réseau routier national. Il faut également considérer un trafic poids lourds concentré à 53% sur le réseau autoroutier contre 36% à l'heure actuelle, ce qui nous le verrons un peu plus loin correspond aux hypothèses formulées par l'OEST dès 1989.

Perspectives d'évolution des trafics de marchandises à l'horizon 2010 (Estimations du Commissariat Général au Plan)

	période 1970-1990	période 1990-2010	
		scénario bas	scénario haut
PIBM	2,4%	1,6%	3,6%
production industrielle	1,6%	1,1%	3,3%
trafics marchandises	1%	-0,8%	2,7%

En ce qui concerne la circulation sur autoroute des seuls poids lourds, une étude de l'OEST de 1989 donne des évaluations cohérentes avec les travaux du Plan.

croissance économique	1987-2000			2000-2010		
	lente	interm.	rapide	lente	interm..	rapide
circulation PL sur autoroutes	3,6%	5%	6,3%	2,2%	3,8%	5,3%

Les prévisions de croissance des trafics de marchandises de l'OEST sont relativement fortes et les adopter revient à passer d'une situation où le trafic poids lourds atteignait 36% du trafic total sur autoroute à une situation où il atteindrait 50% à 66% du trafic total à l'horizon 2010. Ces prévisions plutôt pessimistes tiennent compte d'une augmentation plus forte du trafic des poids lourds étrangers dans le trafic total, qui enregistrerait une croissance de l'ordre de 6% à 10% selon les hypothèses de croissance économique retenues.

Cependant, nous terminerons ce volet prospectif en signalant les derniers travaux du Conseil Economique et Social publiés en mai 1992. En effet, malgré une mise en garde concernant la fragilité des données retenues dans les diverses analyses prospectives menées par les différents organismes, le Conseil présente un certain nombre de simulations qu'il juge pertinentes.

Les hypothèses retenues se basent essentiellement sur des taux de croissance économique et proposent deux scénarios. Le premier envisage une croissance relativement lente de l'ordre de 2 % par an, le second une croissance plus soutenue de 3,5 % par an. Dès lors, le Conseil Economique et Social aboutit à des prévisions de 2% et 3,9% respectivement en véhicules-kilomètre et de 1% et 3% respectivement en tonnes-kilomètre pour les trafics routiers de marchandises à l'horizon 2010.

I.1.B Etude fine de l'axe autoroutier A7 A9 : Vienne - Montpellier**(a) Les niveaux de trafic en 1992**

En 1994, 50 000 véhicules² par jour moyen³ circulent sur l'autoroute du soleil. A titre de comparaison, le trafic, en 1980, était de 35 000 véhicules par jour moyen à Vienne. Le transport actuel de marchandises assuré par la route est estimé à **50 millions de tonnes à la hauteur de Lyon**, pour un trafic autoroutier de 10 000 véhicules lourds par jour moyen. Ce trafic poids lourds - environ 20 % du trafic total - est de plus en forte augmentation (de l'ordre de 7 % par an). Au transport routier de marchandises doit être ajouté le trafic des véhicules légers qui est de l'ordre de 43 000 véhicules par jour moyen. Le rapport du SETRA, commandée la Direction des Routes sur la situation de l'axe A7 - A9 à l'horizon 2010, précise que la majorité des transports de l'axe rhodanien est réalisée sur une distance supérieure à 200 km (entre 50 et 60 % des cas). Nous ferons appel, dans cette étude, aux données de trafic observées par les services de l'A.S.F. depuis 1988⁴. Nous retiendrons plus particulièrement les données de 1992. Le trafic poids lourds a été estimé en prenant **une clé de répartition de 20% par rapport au trafic total (rapport SETRA)**.

Année	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994
Trafic en 10 ⁸ véh.km ⁽¹⁾	39,4	42,8	44,3	46	46,5	47,3	48,6
Trafic PL en 10 ⁸ véh.km ⁽²⁾	7,9	8,6	8,9	9,2	9,3	9,5	9,7

(1) Source : ASF, 1994 (2) Source : SETRA

Le taux élevé de poids lourds sur ce tronçon confirme nos remarques précédentes sur leur importance dans le niveau de congestion autoroutière observée. Les tableaux présentés ci-après dressent un état des lieux du trafic autoroutier en différents points de l'axe Lyon-Montpellier pour 1989, en précisant le pourcentage de poids lourds qui empruntent cet axe. Ce tableau fait appel à un indicateur calculant le niveau moyen de trafic journalier sur une année en différents points de l'axe (indicateur TMJA : trafic journalier moyen annuel⁵).

² Source : ASF.

³ Le jour moyen est la moyenne du nombre total de jours d'une année.

⁴ En 1992, les recettes totales des péages du réseau ASF se sont élevées à 5,67 milliards de Francs (1,55 milliards pour les PL). En 1993, ces recettes ont progressé : 6,17 milliards de Frs (dont 1,65 milliards de Frs pour les PL).

⁵ TMJA : Le trafic moyen journalier annuel est le rapport entre un trafic annuel, relevé ou estimé et le nombre total de jours de l'année. L'unité est en véhicules / jour moyen.

TRAFIC MOYEN (TMJA)

TRAFIC AUTOROUTIER - A7, A9 - 1989 - 1994

	Trafic en TMJA 1989	% de P.L. 1989	Trafic en TMJA 1994	% de P.L. 1994
A7 Sud de Vienne	50200	20,4 soit 10 200 PL/j.	61259	20 soit 12390 PL/j
A7 Nord de Orange	50400	17,7 soit 8 900 PL/j.	56634	19 soit 10515 PL/j
A9 Orange- Montpellier	44600	16,2 soit 7 200 PL/j.	-	-

Source : "L'axe A7-A9 à l'horizon 2010", Direction des routes, SETRA

Ces données moyennes de trafic cachent des perturbations du trafic qu'il est intéressant de mettre en évidence avec les pointes de trafic que l'on peut observer, notamment en été. L'étude du tableau suivant laisse penser à première vue à une baisse du trafic poids lourds en été. Or cette baisse, observable en pourcentage doit être nuancée. Effectivement le niveau de trafic poids lourds reste élevé en valeur absolue, dans un flux de véhicules extrêmement dense.

POINTE de TRAFIC

TRAFIC AUTOROUTIER - A7 - 1989

(Trafic journalier moyen été - juillet et août)

	Trafic en TMJA	% de P.L.
A7 Sud de Vienne	83 000	10,4 soit 8 600 PL/j.
A7 Nord de Orange	86 100	7,8 soit 6 700 PL/j.
A9 Orange Montpellier	73 600	9,9 soit 7 300 PL/j.

Source : "L'axe A7-A9 à l'horizon 2010", Direction des routes, SETRA

Note : absence de données pour 1994.

Nous retiendrons les données suivantes dans le calcul des évaluations des coûts externes pour 1992 : un trafic autoroutier global de 50000 véh/j, comprenant 20% de PL (valeurs SETRA et OEST) sur 300km des autoroutes A7 - A9, soit 1,1 Milliards de PL.km.

(b) Les perspectives de trafic à l'horizon 2010

Après avoir dressé un constat du niveau de circulation sur les autoroutes A7 et A9, nous nous intéressons aux estimations de croissance du trafic, en fonction de diverses hypothèses présentées dans le rapport du SETRA. Nous soulignons cependant que certains points du réseau font apparaître des niveaux de saturation plus ou moins forts et l'étude de ces points d'extrême saturation s'avère délicate. En effet, il existe des différences notables suivant les deux sens de circulation : les encombrements sont cinq fois plus importants dans le sens Nord-Sud que dans le sens inverse. De façon plus précise, on peut noter :

- Au sud de Vienne sont enregistrés les plus forts points de saturation avec un seuil de 63.000 véhicules pour un sens de circulation. Ce seuil correspond à peu près à 1500 u.v.⁶ par voie pour l'heure la plus chargée. Une série d'observations fait apparaître une proportion de 20 % environ de poids lourds sur cette période.

- Il est très délicat de déterminer à l'avance les points de saturation qui dépendent non seulement du niveau de trafic mais aussi d'événements ponctuels comme les accidents. Il est donc impossible de généraliser chaque situation où apparaît une saturation du trafic.

L'étude du SETRA tente de préciser l'évolution du trafic sur le tronçon A7-A9 en fondant ces estimations sur une double série d'hypothèses de croissance du trafic, haute ou basse, à l'horizon 2010. Les tableaux suivants précisent les niveaux de trafic obtenus en valeurs moyennes. Comme dans ces estimations, nous ne tiendrons pas compte des trafics induits pour nos calculs ultérieurs.

PREVISION de TRAFIC - HORIZON 2010

	Hyp. basse SETRA sans trafic induit		Hyp. haute SETRA sans trafic induit	
	TMJA	%PL	TMJA	%PL
A7 Sud Vienne	65600	21,7	76200	22,4
A7 Nord Orange	65600	18,9	75900	19,6
A9 Orange Montpellier	66900	15,9	78500	16,8
A7 - A9, 300km	66000	20 % (13 200 PL/j 1,5 Mds.PL.km)	77000	20 % (15400 PL/j 1,69 Mds.PL.km)

Source : Direction des Routes, SETRA, avril 1992

PREVISION de TRAFIC en 2010

Hypothèse haute OEST

(hypothèse OEST de croissance PL de 5,3%/an)

A7 - A9, 300km	TMJA	%PL
trafic 1992	50000	20
trafic VP 2010	61600	0
trafic 2010	87000	29% 25300 PL/j 2,77 Mds.PL.km

Les résultats estimés à l'horizon 2010 font ressortir un taux de croissance annuel par rapport à 1989 :

- de 1,4 % pour l'hypothèse basse SETRA
- de 2,2 % pour l'hypothèse haute SETRA
- de 4,7 % pour l'hypothèse OEST.

⁶ u.v.p : Unité de Véhicules Particuliers.

I.2 L'AXE FLUVIAL RHONE - SAONE : QUEL POTENTIEL?

I.2.A Présentation générale du transport fluvial

(a) Etat des lieux en France

Depuis le début des années 70, le transport fluvial connaît un certain déclin. En dix ans, de 1970 à 1980 le trafic a perdu près de 3 milliards de TKm.⁷ Cette tendance s'est poursuivie dans les années 80 et au début de la décennie 90 pour atteindre le niveau de 6,9 milliards de TKm en 1992.

Trafic fluvial sur le réseau français en tonnes et tonnes-kilomètres

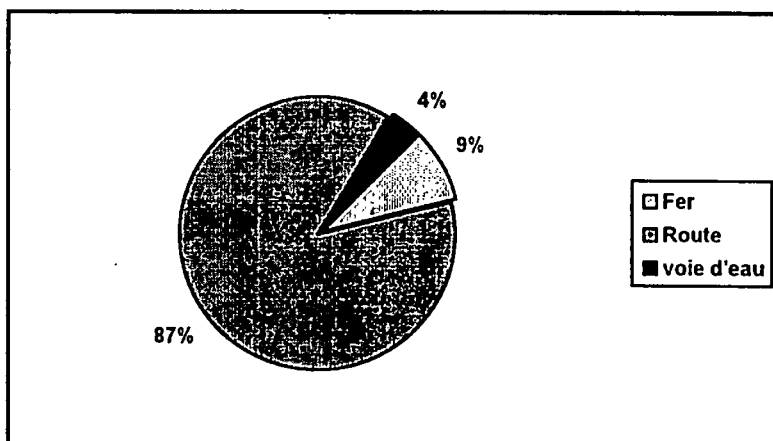
Trafic	1980	1985	1989	1990	1991	1992	1993 ⁸	1994
millions de Tonnes	92,20	64,12	63,90	66,09	61,16	59,86	53,86	53,31
milliards deTKm	12,15	8,39	7,31	7,58	6,84	6,91	5,95	5,61

Source: OEST, Mémento statistique, 1993 (Voies Navigables de France : VNF)

L'évolution récente contraste un peu en 1994 par rapport aux années précédentes. En 1993 le trafic national atteint seulement 53,9 millions de tonnes (baisse de 10%) et chute à 5,95 milliards de Tonnes-kilomètres (baisse de 13,9%), alors qu'en 1994 la baisse en tonnes n'a été que de 1% et en Tkm de 5,8%. Globalement depuis quelques années, la navigation intérieure représente environ 4% du trafic total de marchandises (données 1992).

Part du fluvial dans le trafic total marchandises - 1992⁹

(Source: statistiques OEST)



L'évolution de la répartition modale des transports terrestres de marchandises s'est traduite par la domination en France du mode routier. Les parts de marché ont évolué positivement pour la route.

⁷ Données issues de la Commission Grégoire, Le transport fluvial, 1983, pp.21-23.

⁸ Données 93 et 94 : Source: Navigation Ports et Industries, 28 février 1995, pp.120-122.

⁹ Ces chiffres concernent le territoire national dans son entier, ce qui diminue la part du fluvial puisque la majorité du territoire n'est pas mouillé par des cours d'eau de moyen ou grand gabarit.

Les raisons de cette évolution et du déclin du mode fluvial sont dues à plusieurs facteurs. La concurrence entre les modes comme le développement plus accentué du réseau routier et autoroutier, ainsi que les progrès techniques sur les poids lourds ont joué en faveur du mode routier. La libéralisation du transport routier de marchandises et la baisse de son prix a également participé à cette évolution. Deuxièmement, les facteurs en amont du secteur des transports, au sein de la sphère de production et d'organisation, ont un rôle qui nous paraît fondamental: les transformations des structures productives; celles de l'espace industriel; et celles des modes de gestion de la circulation physique des marchandises". D'autres raisons peuvent également être avancées comme des retards dans les investissements d'infrastructures mais aussi des problèmes intraprofessionnels au mode fluvial.

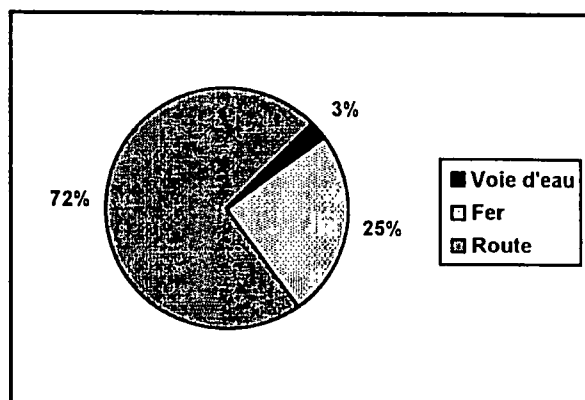
Dans la vallée du Rhône la situation est à peu près similaire, la route supportant la majorité des trafics.

(b) Le trafic rhodanien

-Une dégradation des parts de marché

La répartition intermodale des flux en vallée du Rhône selon les trois modes principaux laisse une part de 3% du trafic au transport fluvial¹⁰:

Répartition intermodale du trafic en vallée du Rhône



Source : DUBOIS (P.), Désaturation de l'axe routier en vallée du Rhône, CNRS.

Le trafic fluvial rhodanien connaît une baisse depuis quelques années qui semble s'atténuer d'après les résultats de l'année 94. Le trafic en 1992 de 5,06 millions de tonnes et 586,7 millions de TKm a connu une baisse de 11,8 % en tonnes et 25,8 % en TKm en 1993 (DR de VNF Lyon). Depuis quelques années la densité de trafic sur la section grand gabarit Rhône - Saône s'établit à 2% (Densité : tonnes*km parcourus, rapportées à la longueur de la section navigable). Cependant la baisse s'infléchit de 1993 à 1994 avec une diminution en tonnes de 5 %, à 4,24 millions de tonnes et un maintien des trafics en Tkm à 435,6 millions de TKm. Afin de permettre des comparaisons avec le mode routier nous retiendrons les données de 1992 pour le calcul des évaluations.

¹⁰ Données, source : *Désaturation de l'axe routier de la vallée du Rhône: transfert sur la voie d'eau. Objectif 2000-2010*, Dubois (P), CNRS.

Ces données globales cachent des disparités selon la ventilation géographique des transports comme le montre le tableau suivant:

- Différents types de trafic de la direction régionale de Lyon de VNF

Trafics fluviaux rhodaniens (en millions)	Trafics en Tonnes			Trafics en TKm		
	1994	1993	écart 94/93	1994	1993	écart 94/93
Trafics internes au grand gabarit	1,864	1,889	-1,3%	286,3	304,5	-6%
Trafics ayant leur origine dans le petit gabarit et leur destination dans le petit ou le grand gabarit	0,044	0,068	-34,5%	16,2	21,3	-24%
Trafics ayant leur origine dans le petit ou le grand gabarit et leur destination à l'extérieur de la DR	0,113	0,111	1,5%	0,029	0,021	38,7%
Fluvio-Maritimes	0,462	0,424	8,8%	0,090	0,071	26,5%
TOTAL Transport Public	2,483	2,492	-0,4%	421,3	417,8	0,8%
Transports privés	1,755	1,970	-10,9%	0,14	0,18	-19,6%
TOTAL des trafics de la Direction Régionale	4,239	4,463	-5%	435,62	435,60	0,0%

Source: VNF, Statistiques 94, Direction Régionale, Lyon.

Le bilan des trafics effectués en 1994 fait apparaître des évolutions plus contrastées par rapport aux années précédentes et surtout par rapport à 1993. Les types de transport en forte baisse de 1992 à 1993 connaissent en 1994 une croissance de leur trafic (le fluvio-maritime, les trafics en TKm internes au grand gabarit). A l'inverse les transports privés en hausse de 92 à 93 sont en chute, même en tonnes.

-Les caractéristiques du trafic de marchandises

L'analyse par catégorie de produits marque des disparités dans l'évolution des trafics. Le transport fluvial rhodanien de marchandises repose essentiellement sur les trafics de base, vracs traditionnellement clients de la voie d'eau. Les minéraux bruts représentent toujours près de 60% du trafic global de la Direction Régionale. Les produits agricoles continuent leur progression (+ 21%) et se situent en troisième place des trafics. Les produits chimiques sont en hausse importante, grâce au transport par fluvio-maritime. D'autres catégories sont en baisse, essentiellement les trafics internes au bassin surtout les produits énergétiques (- 8,5% pour les produits pétroliers, - 75 % pour les combustibles minéraux).

En tonnes Groupe de marchandises	1994	1993	Ecart 94/93(%)
Produits agricoles	397,6	327,3	21,5%
Denrées alimentaires	65,4	65,4	0,0%
Combustibles minéraux solides	32,8	135,2	-75,7%
Produits pétroliers	902,6	986,8	-8,5%
Minerais	14,3	19,8	-27,6%
Produits métallurgiques	135,9	96,4	40,9%
Minéraux et Mat. de const.	2556,5	2712,3	-5,7%
Engrais	38,3	59,0	-35,1%
Produits Chimiques	76,7	26,0	195,1%
Objets manufacturés	18,8	34,2	-45,1%
TOTAL	4 238,8	4 462,4	-5%

Source: VNF, statistiques 94.

Du fait de ses infrastructures techniques (gabarit du bassin, plates-formes portuaires fluviales et maritimes, flotte disponible) et de l'organisation de la profession, le transport fluvial rhodanien présente des potentialités de trafic de plus en plus diversifiées depuis quelques années.

I.2.B Les potentialités de trafic

(a) Les opportunités de l'axe fluvial de la vallée du Rhône

Une capacité de réserve importante est disponible sur le Rhône (sa capacité maximale est estimée à 20 millions de tonnes alors que la densité du trafic n'atteint que 4,5 millions). La saturation est définie par le dimensionnement des écluses dont le rythme d'éclusement complet (une bassinée dans chaque sens) est de l'ordre de 30 minutes au maximum sur le Rhône.

De plus, la vocation de la voie d'eau n'est pas restreinte uniquement aux longs parcours. La distance moyenne relevée en 1990 pour la navigation fluviale est de 115 km, elle a diminué depuis 1975 (126 km) et se trouve proche de la moyenne globale tous modes de transport terrestre de 112 km¹¹.

Il est de ce fait possible de développer le transport fluvial sur l'axe Rhône-Saône qui est aménagé à grand gabarit sur une longueur de 510 km pour des transport de distance moyenne de manière sensiblement équivalente aux autres modes et ceci d'autant plus si les entreprises à desservir se trouvent en bordure de fleuve ce qui diminue les pré-et post-acheminements routiers de début ou de fin de chaîne de transport.

¹¹ Bernadet M., l'évolution de la répartition modale en transports terrestres de marchandises

(b) Les trafics fluvialisables

Les trafics de base du transport fluvial (vracs, pondéreux...) ne sont plus suffisants pour accroître le trafic fluvial rhodanien étant donnée la production industrielle actuelle. Des trafics de marchandises plus diversifiés et nouveaux pour la voie d'eau ainsi que des systèmes de transport plus performants permettraient de redonner un souffle nouveau au transport fluvial d'une part et de faciliter les transports intermodaux incluant la voie d'eau.

Depuis le milieu des années 80 une amorce de diversification de l'offre tente de gonfler le trafic fluvial et de trouver de nouveaux créneaux de marchandises fluvialisables avec notamment le transport de colis lourds, de marchandises générales, de matières dangereuses, le transport par Big-Bags (grands sacs à manutention facile par pinces), ou par conteneurs maritimes.

-Quel marché pour la voie d'eau ?

Les grumes, les produits exotiques d'importation, les ciments, les déchets urbains, les déblais ou les matières dangereuses (produits chimiques...) peuvent être envisagés à l'horizon 2010 comme des marchandises fluvialisables sur l'axe. Cependant des freins techniques existent comme les matériels de manutention pas toujours adaptés ou la qualité actuelle de l'offre de service.

La recherche des trafics fluvialisables revient à déterminer le marché théorique de la voie d'eau. Ce marché se construit par exclusion des trafics qui ne pourront pas emprunter le fleuve. Ce sont des trafics captifs, de lots trop faibles, des marchandises périssables ou des marchandises à forte valeur ajoutée.

La géographie des flux intervient également. Les flux latéraux à l'axe n'emprunteront pas la voie fluviale (flux en dehors du sillon rhodanien) ainsi que les flux perpendiculaires à l'axe (Est-Ouest). Le marché théorique est déterminé par le raisonnement suivant:

- + flux route sur l'axe
- trafics techniquement non fluvialisables
- flux géographiquement incompatibles
- = marché théoriquement détournable
- part prise par les autres modes
- = potentiel économiquement fluvialisable.¹²

Mais tous les flux ne peuvent pour des raisons économiques emprunter la voie d'eau. Le passage du marché théoriquement fluvialisable au marché économiquement fluvialisable tient aux compétences des modes de transport, aux capacités d'organisation de la profession, à des critères de qualité de service, de souplesse, de fiabilité, ou d'habitude du chargeur pour un mode.

Deux catégories de marchandises attirent plus particulièrement notre attention même si elles ne sont pas placées en première ligne dans les évaluations de potentiels fluvialisables; **les matières dangereuses et les déchets urbains** (et déblais) qui d'ailleurs n'ont pas été étudiés dans l'exposé précédent des marchandises fluvialisables. Les préoccupations concernant le transport de déchets ne sont pas encore très développées.

¹² Ce schéma a été proposé notamment par Act Consultant dans l'étude de désaturation de l'axe rhodanien.

Pour des raisons de sécurité, nous pensons que le transport de matières dangereuses sur le fleuve peut être encouragé:

En Allemagne¹³, en 1990, le transport fluvial a assuré 27% de l'ensemble des trafics de matières dangereuses et inflammables sur longue distance (soit 50,1 millions de tonnes), la route 25%, le chemin de fer 23% et le maritime 24%. Si l'on s'en tient aux seuls acheminements terrestres, la répartition est la suivante :

Voie d'eau : 36%, Route : 33%, Fer : 31%.

La deuxième catégorie de marchandises qui pourraient être nouvellement transportées sur le Rhône à grand gabarit sont les déchets, industriels et urbains. A l'exception du verre, les déchets ne présentent pas de caractéristiques particulières rendant le transport par voie d'eau impossible. Des lots de taille importante sont bien sûr nécessaires.

Dans un horizon plus proche, les marchandises qui nous paraissent les plus sujettes à un transfert modal sur le fleuve sont:

- des trafics relativement massifs, transport en vrac, pondéreux, céréales..., créneaux dans lesquels la voie d'eau peut reconquérir des parts de marchés grâce à une amélioration des superstructures (silos céréaliers dans les ports maritimes notamment, engins de manutention adaptés, moins onéreux pour le coût de manutention).

- des marchandises conteneurisables; le champ est alors plus vaste des objets manufacturés, textiles, aux matériaux de construction.

- La mise en service d'une offre RO-RO

Les véhicules, de toute catégorie, neufs ou transportant des marchandises nécessitent la mise en place d'un système RO-RO¹⁴ qui est un investissement important. L'étude de la Direction des routes propose comme solution possible de délestage de l'autoroute A7-A9 à l'horizon 2010 la mise en place de deux lignes de RO-RO entre Fos et Châlons (448 000 semi-remorques par an) et Sète et Salon (70 000 semi-remorques par an).

- Le transport combiné par conteneurs

Le transport combiné par conteneurs est la forme de transport intermodal route-fleuve qui a été la plus développée sur l'axe. Le trafic de conteneur a réellement démarré en 1990 avec la ligne régulière Delta Box, allant de Chalon-sur-Saône à Fos-sur-Mer. Après une interruption due à des problèmes de grève des dockers au port de Marseille la ligne a repris de façon effective en avril 1994 avec une offre plus étendue de services (un nombre d'escales plus élevé avec Mâcon et Lyon, une fréquence doublée, une offre complète de transport de bout en bout). Malgré des secousses sociales encore relativement présentes en 1994 au port de Marseille, la ligne de conteneurs supporte un trafic satisfaisant qui permet de penser que les perspectives de croissance seraient réalisables d'ici trois ans. En 1994, la société Delta Box a transporté 1900 EVP, avec un taux de remplissage de 94% et se fixe comme objectif de parvenir à un trafic de 5 à 6000.

¹³Source: Navigation Ports et Industries, 30 Avril 1993, p.255.

¹⁴ Roll-on - Roll-off. Acheminement de véhicules routiers sur des bâtiments fluviaux

- Le développement du transport par Fluvio-Maritime

Les navires fluvio-maritimes, caboteurs de mer spécialement conçus pour emprunter les fleuves sont apparus sur le Rhône en 1977. Le trafic fluvio-maritime a connu une légère baisse de 1992 à 1993 notamment avec l'arrêt de la ligne régulière Lyon-Israël qui a duré deux ans.

Le transport par caboteurs fluvio-maritime constitue une autre filière majeure de développement sur l'axe Rhône-Saône, pour les produits import-export et les marchandises générales. Le poste majeur est celui des produits agricoles qui représentent 45% du trafic fluvio-maritime. Néanmoins certains postes ont connu une hausse de trafic importante en 93, les denrées alimentaires (+167,8 %) et surtout les minerais et déchets (+104,7%). Cette technique de transport a l'avantage d'éviter le passage par le port maritime.

I.3 NOTES SUR L'USAGE DU CONCEPT D'EFFET EXTERNE

Avant d'évaluer les coûts externes du trafic autoroutier et de la voie d'eau, il n'est pas inutile d'apporter quelques remarques sur les externalités. Dans un premier temps, nous présenterons donc sommairement le concept d'effet externe tel qu'il est considéré dans la théorie du bien-être. Peu à peu nous nous écarterons de la fiction théorique pour nous rapprocher de la réalité à travers des compléments d'information plus pragmatiques.

I.3.A Rappels sur le concept d'effet externe

Nous tenterons de présenter le concept d'effet externe à travers plusieurs éléments d'abord relativement théoriques, puis de plus en plus concrets. Ces quelques éclaircissements nous permettront de voir plus clair parmi les confusions souvent faites autour des termes de coûts sociaux, coûts externes, monétarisation et internalisation. Après un essai de distinction coûts sociaux / coûts externes, nous préciserons les notions d'optimum et de coût social, d'abord dans le cadre du marché du bien, puis dans le cadre du marché de la dépollution, marché fictif, lié à l'internalisation du coût social.

Nous évoquerons aussi les différentes approches du coût externe, en articulant l'approche marginaliste de l'approche comptable. Enfin, nous rappellerons la nécessité de bien distinguer coût externe et coût à internaliser.

(a) Coûts sociaux et coûts externes

Les termes de coûts sociaux et coûts externes sont souvent utilisés sans distinction, en opposition aux coûts privés. Dans d'autres cas, le terme de coût social signifie bien "coût total", c'est-à-dire coût privé plus coût externe.

En fait, dans un souci de rigueur scientifique, il nous paraît pertinent de bien préciser le sens des termes utilisés : le terme de coût social correspond à un coût global, c'est-à-dire au coût privé plus le coût externe.

On peut ainsi décliner cette définition à l'activité des transports, à des nuisances et au désenclavement :

- **coût social de l'activité des transports** = coût global = coût privé du transport + coûts externes générés par le transport et supportés par un tiers ;

- **coût social d'une nuisance** = coût global = coût privé supporté par le générateur de la nuisance + coût externe supporté par un tiers = ensemble des dépenses engagées du fait de l'existence de cette nuisance.

Par contre, lorsque l'on parlera des **coûts sociaux du transport** (au pluriel), cela correspondra non pas au coût social du transport (au singulier, sens global), mais bien à la **somme de l'ensemble des coûts sociaux liés à l'activité des transports, et relatifs aux nuisances affectant l'environnement et les vies humaines.**

Précisons en outre que parmi le coût social du transport, il n'y aura pas égalité entre les coûts externes et les coûts sociaux : **une partie des coûts sociaux sera en effet interne à l'activité du transport** (ex : surcoût d'installation du pot catalytique). On peut synthétiser l'ensemble de ces rappels par le schéma suivant, construit sur l'exemple des coûts du transport de marchandises :

COUT SOCIAL DU TRANSPORT	COUITS PRIVÉS - TRANSPORT	COUITS MONÉTAIRES
	(A LA CHARGE DES USAGERS)	COUITS SOCIAUX DU TRANSPORT (ENVIRONNEMENT INSECURITE CONGESTION...)
	COUITS EXTERNES DU TRANSPORT (A LA CHARGE DE LA COLLECTIVITE)	

Ce tableau nous permet de bien mettre en évidence qu'un coût externe ne se définit que par rapport à une sphère de référence. De façon générale, on peut ainsi distinguer de façon schématique :

- 1/la sphère de la firme à l'origine de l'externalité
- 2/la sphère de la firme, de l'individu, ou de l'environnement recevant l'externalité
- 3/la sphère de la collectivité

Cette distinction schématique de trois sphères de référence nous permet de bien comprendre que **l'externalité ne devient visible qu'à partir du moment où elle est révélée en négatif par des dépenses de protection ou d'évitement**, soit directement par une réaction économique du récepteur de l'externalité, soit indirectement par une intervention publique, lorsqu'une réaction directe est impossible (protection de l'environnement). Notre étude concernera l'analyse de quatre externalités de la sphère des transports sur autoroute, en particulier sur l'axe A7 : insécurité - bruit - pollution - congestion.

Nous proposerons ainsi une estimation de la part des coûts sociaux de l'insécurité, du bruit, de la pollution et de la congestion non internalisés dans la sphère des coûts privés de transport routier.

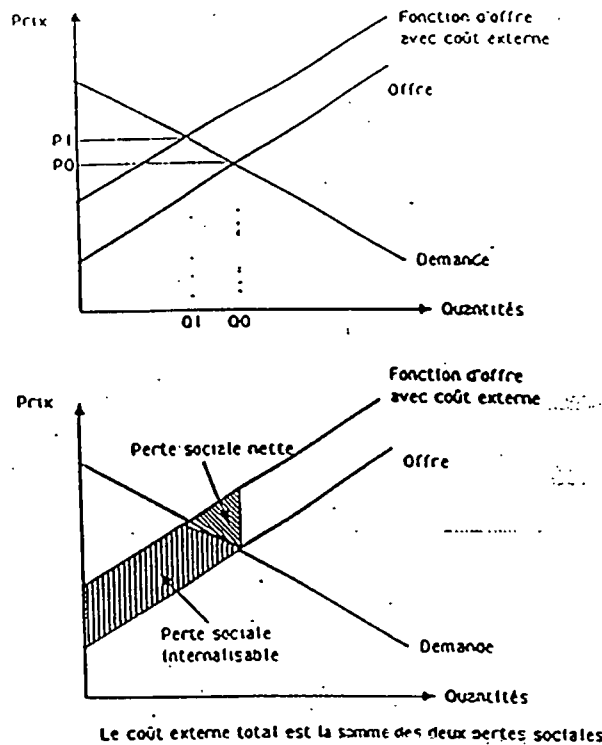
(b) Coût social et optimum selon Pigou

Les termes de coûts sociaux et coûts externes étant précisés, venons-en à présent à la définition de l'externalité. Si l'on se place dans le cadre de l'approche théorique pigouviennne, on peut donner une valeur monétaire à tout dommage produit par une firme au cours de la production d'un bien. La théorie de Pigou¹⁵ nous dit alors que si la firme ne prend pas en compte le coût de ce dommage, cela se traduit d'une part par une baisse de l'utilité d'individus extérieurs au marché du bien en question, et d'autre part par une allocation sous optimale des ressources globales.

On peut représenter ce phénomène à partir de simples courbes d'offre et de demande. Supposons pour simplifier que la quantité de nuisances produites ne dépende pas de la quantité de biens produits. Pour une fonction de demande d'un bien quelconque à l'origine d'une pollution, nous aurons deux fonctions d'offre : la fonction d'offre constatée spontanément sur le marché, et la fonction d'offre intégrant en plus du coût privé de production, son coût externe.

¹⁵ PIGOU A., *Wealth and welfare*, 1912; *Economics of Welfare*, Londres, Mac-millan, 1932.

Figure 1 : Coût privé et effets externes



Source : Y. Crozet, *Analyse économique de l'Etat*, p 96.

Un tel graphique permet de comparer la situation d'équilibre spontané du marché ($P_0; Q_0$) et la situation théoriquement optimum ($P_1; Q_1$). Dans le cas d'un coût externe, la situation optimum se traduit par rapport à la situation observée par des prix plus élevés ($P_1 > P_0$) et une production réduite ($Q_1 < Q_0$). Si la situation spontanée du marché se traduit par des surplus des producteurs et consommateurs supérieurs à l'optimum, elle conduit aussi à l'existence d'une perte sociale nette. Cette perte sociale nette correspond à la différence entre les gains en surplus de la situation du marché par rapport à la situation optimale et le coût externe.

La baisse de l'utilité des individus victimes des dommages et extérieurs au marché du bien correspondra au coût externe. La baisse de l'utilité collective globale correspondra à la perte sociale nette.

Cette distinction est intéressante à signaler car certaines mesures partielles d'internalisation se contenteront d'annuler la baisse de l'utilité globale, présupposant que les victimes sont aussi des consommateurs du bien et qu'il n'y a pas lieu de les indemniser -ce qui peut être abusif-. En toute rigueur pigouvienne, l'internalisation devrait à la fois indemniser les victimes et optimiser le fonctionnement marchand : nous verrons cependant avec les apports théoriques de Coase¹⁶ que cette "rigueur pigouvienne" ne fait pas l'unanimité. Coase considère ainsi que seule l'allocation optimale des ressources est du ressort de l'internalisation, alors que l'indemnisation relève plutôt d'une logique redistributive. Pour voir encore plus clair, nous pouvons introduire la référence à la notion de "marché de l'évitement".

¹⁶ COASE R. H., The problem of social costs, The journal of law and economics, vol. III, 1960.

(c) Coût externe et perte sociale nette

Il faut bien distinguer "le coût externe", de "la perte sociale due à la non-intériorisation de cet effet externe". La présentation de valeurs de coûts externes présentés sous la forme de pertes nettes pour la société d'une non internalisation est abusive, et est, sans doute, à l'origine de la polémique actuelle sur les effets externes positifs. Dans les transports, par exemple, une externalité, c'est-à-dire un écart du prix au coût marginal, engendre une situation du marché avec perte sociale pour la collectivité, mais la plus grande partie du coût externe est compensée (collectivement du moins) par les bénéfices que tire l'activité du transport et la collectivité de cette sous-tarifcation. Rappelons que la perte sociale est égale à la différence entre coûts et bénéfices, comme nous l'avons vu précédemment (coûts externes et optimum selon Pigou).

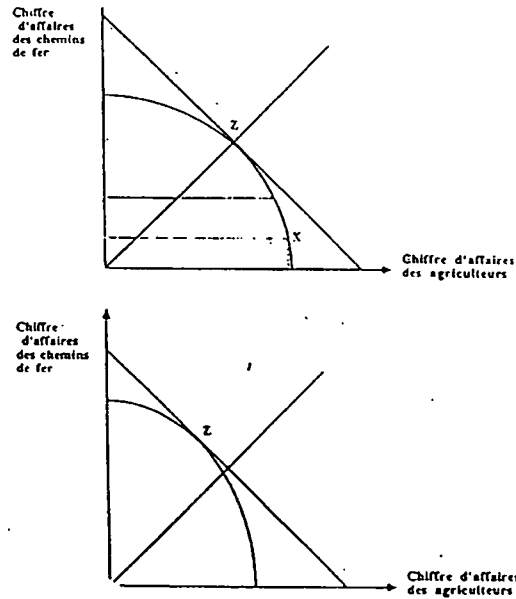
Lorsque l'on parlera par exemple de coût externe du transport sur l'environnement, cela signifiera donc "perte occasionnée par les transports sur l'environnement", ce qui n'aura rien à voir avec la "perte collective due à une non internalisation de ces effets".

(d) Optimum et marché de l'évitement

Le marché de l'évitement peut être réel mais il s'agit plutôt d'une fiction théorique permettant de comprendre les décisions relatives des acteurs concernés par une pollution. De façon schématique, on peut reprendre ici le raisonnement de Ronald Coase en développant la critique qu'il a adressée à A.C. Pigou à propos des dégâts causés aux riverains par les chemins de fer. Il commence par se démarquer de ce dernier en soulignant qu'il faut éviter un point de vue partial désignant *a priori* un coupable et une victime. Si en effet les chemins de fer peuvent gêner l'activité agricole, on peut aussi bien renverser la perspective et considérer que toute action des agriculteurs destinée à empêcher la construction d'une voie ferrée est un effet externe imposé au transport ferroviaire.

Dans cette perspective, et si les droits de propriété sont défendus de part et d'autre, on peut résumer la situation en faisant référence au traditionnel schéma de l'optimum de Pareto. Nous sommes dans ce cas en présence d'un arbitrage à opérer entre des intérêts contradictoires. Si l'on permet aux chemins de fer de développer leur chiffre d'affaires, cela conduit à une réduction du chiffre d'affaires des agriculteurs et réciproquement. Dans ce cas, il est possible d'envisager la création d'un marché, ou à tout le moins d'un marchandage, entre les deux protagonistes. En supposant par exemple que la situation initiale est figurée par le point X représenté dans la figure suivante, on voit que les chemins de fer ont intérêt à développer leur activité puisque ce qu'ils gagnent est beaucoup plus important que ce que perdent les agriculteurs. Une indemnisation totale de ces derniers est donc possible tout en laissant un surplus pour les chemins de fer. C'est au point Z que l'on atteint un maximum de "bien-être" pour la collectivité.

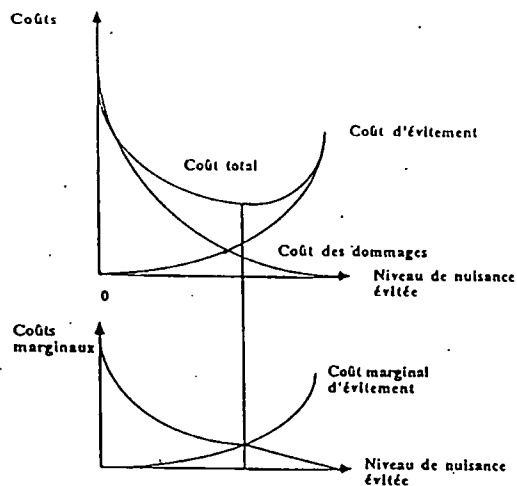
Figure 2 : Optimum et maximisation du bien-être



Le schéma ci-avant permet d'éviter les jugements de valeur hâtifs sur la question des nuisances. Il permet de rappeler que si la croissance économique occasionne des dégâts à l'environnement, l'internalisation ne peut consister qu'à un compromis entre croissance et environnement, compromis demandant des sacrifices minimaux de part et d'autre. Il souligne aussi qu'il n'y a pas antinomie entre économie et écologie. Mais comme le montre aussi la partie basse de la figure, si la frontière des optima est dissymétrique, ce qui est fort probable, la logique économique s'éloigne de la première bissectrice qui symbolise une répartition équilibrée des chiffres d'affaires. L'activité la plus profitable sera en position de force, financièrement, pour imposer ses priorités. Avec la notion de marché d'évitement, on va néanmoins conclure que les mécanismes de marché peuvent, s'ils sont correctement utilisés, venir renforcer l'internalisation des effets externes.

On construit dans ce but un marché fictif de l'évitement en considérant comme fonction d'offre d'évitement le coût total d'évitement de la nuisance, et comme fonction de demande d'évitement le coût total des dommages, ou coûts externes dus à cette nuisance. L'assimilation demande/coût externe des dommages se comprend mieux si l'on considère **la fonction de dommages comme un consentement à payer pour réduire la nuisance**. On peut ainsi représenter le marché de l'évitement d'une nuisance. Mais comme le fait la figure 6, il existe en fait deux façons de considérer le marché selon que l'on s'intéresse aux coûts totaux (partie haute de la figure) ou aux coûts marginaux (partie basse).

Figure 3 : Le marché de l'évitement, du coût total au coût marginal



Dans la partie haute de la figure, apparaît le raisonnement en termes de coût total de la nuisance et de l'évitement. En additionnant ces deux coûts, il apparaît une courbe de coût social total qui passe par un minimum. Notons que sauf cas particulier, il n'y a pas de raison pour que ce minimum se trouve à l'aplomb du point d'intersection des deux courbes de coût. Par contre, comme le montre la partie basse de la figure, ce minimum correspond au point où le coût marginal d'évitement est égal au coût marginal des dommages. Nous sommes donc bien ici en présence d'un optimum puisque tout déplacement à droite ou à gauche de ce point ferait augmenter le coût des dommages au-delà du coût d'évitement et réciproquement.

Avec cette notion de marché de l'évitement, nous sommes en présence d'hypothèses particulièrement fortes et suggestives :

- La lutte contre les effets externes tout d'abord n'est pas leurs suppressions totales, mais la détermination d'un niveau optimal qui égalise les coûts marginaux des dommages et de l'évitement.

- Le coût total tel qu'il apparaît dans la partie haute de la figure ne se réduit pas au coût des dommages puisqu'il tient également compte du coût d'évitement. C'est pourquoi il nous a semblé préférable dans cette étude de bien distinguer coût social et coût externe.

I.3.B Différentes approches d'évaluation des coûts externes

(a) Approche marginaliste et comptable : une distinction impossible ?

Parler d'évaluation de coûts externes est problématique : cherche-t-on à faire un bilan du coût des nuisances dues aux transports ? ou bien essaye-t-on d'évaluer l'écart du prix du transport à son coût marginal ?

Ces questions nous amèneront dans un premier temps à bien distinguer les approches globales et marginales, puis à nous apercevoir que cette distinction ne résiste pas aux nécessités méthodologiques pratiques des évaluations monétaires.

Devant la multiplication des propositions de valeurs pour le coût social de la route, valeurs globales ou marginales, parfois dans la confusion la plus totale, il nous paraît donc *a priori* utile de rappeler la différence entre une approche marginaliste et une approche comptable d'évaluation des coûts externes.

L'approche comptable du coût social consiste à évaluer *a posteriori* ce qu'a coûté globalement une nuisance donnée. Cette évaluation, qui rejoint les concepts de la comptabilité nationale, consiste à évaluer l'ensemble des dépenses publiques et privées engagées par la collectivité du fait d'un effet externe. En termes de tarification, raisonner en termes comptables conduit à tarifier au coût moyen, autrement dit à l'équilibre budgétaire. Nous allons voir que l'approche marginaliste se distingue théoriquement de l'approche comptable, mais qu'elle y revient *a posteriori* par nécessité.

L'approche marginaliste est fondée sur l'équilibre théorique de l'offre et de la demande qui conduit de façon dynamique à l'optimum économique. Dans le cas de l'environnement, cet équilibre s'établit comme nous l'avons vu entre la demande et l'offre d'évitement de la nuisance. Dans ce cadre, l'application stricte de la notion de coût marginal aux nuisances revient à définir le coût marginal social d'une nuisance comme le coût de la dernière unité de nuisance supplémentaire produite, ceci à niveau d'évitement donné.

Dans cette perspective, le coût social signifie donc "coût externe marginal des dommages", lequel, à l'optimum, est égal au coût marginal d'évitement. Or, comme dans les faits, le coût marginal des dommages est rarement connu, on est conduit à l'évaluer par le coût marginal d'évitement. Deux interprétations de cette démarche sont alors possibles :

- Selon les plus stricts principes de la théorie économique, on suppose que le jeu des individus et de la collectivité place l'état présent à l'optimum. Si comme R. Coase, on s'intéresse aux droits de propriété, cela revient à considérer qu'un type donné de norme, et donc d'internalisation, est *hic et nunc* le reflet des arbitrages sociaux et politiques entre la légitimité des multiples droits de propriété privés : ces arbitrages sont donc légitimes puisque l'on suppose qu'ils ont correctement internalisé les effets externes. Dans ce cadre là, si l'on se place à l'optimum, le coût marginal social de la nuisance est égal au coût marginal des mesures d'évitement effectives. Cette première approche se contentera donc d'évaluer les externalités "pertinentes", suivant la distinction proposée précédemment.

- Lorsque l'économiste souhaite aller plus loin en avançant des valorisations d'externalités "potentielles", il est conduit à rejeter l'hypothèse selon laquelle ce marché est *a priori* à l'optimum. Cette autre interprétation conduit donc à une évaluation fondée sur un optimum correspondant à une contrainte normative qui pourra apparaître dans un avenir plus ou moins proche. On dira donc que le coût marginal social de telle nuisance est égal au coût marginal d'évitement de cette nuisance à tel niveau d'évitement supposé optimal.

Considérons par exemple la pollution consécutive à la présence du plomb dans l'essence : elle peut-être évaluée par le coût de l'installation d'un pot catalytique sur les voitures. Avant la législation rendant obligatoire le pot catalytique, une telle évaluation consistait en une valorisation "potentielle" ; à l'heure actuelle, la même évaluation représente une valorisation "pertinente".

Cet exemple nous permet de mettre le doigt sur une difficulté méthodologique majeure de l'évaluation du coût marginal social : dans l'évaluation du coût d'installation du pot catalytique, on n'échappe pas à une assimilation entre coût marginal et coût variable moyen.

Ici en effet, on mesure la variation marginale de coût pour une voiture, considérée comme l'unité élémentaire.

La démarche d'évaluation évoquée auparavant revient en effet à chercher, à partir d'un bilan des dépenses relatives à une nuisance, quel coût marginal externe correspond à cette nuisance. Cela revient en fait à évaluer au préalable l'internalisation collective, pour déterminer ensuite la valeur moyenne de l'externalité de la sphère de l'activité de transport sur la sphère de la collectivité ; cette valeur moyenne sera ensuite assimilée à une valeur marginale. On conçoit vite la gymnastique méthodologique que cela implique, et les entorses à la rigueur théorique vont être inévitables.

On se trouve là au coeur même d'une contradiction majeure des évaluations de coûts marginaux externes : la théorie économique invite à une internalisation des valeurs marginales, alors que les méthodes d'évaluation amènent en général des valeurs moyennes.

Faute de mieux gardons donc bien à l'esprit que les évaluations de coûts externes marginaux reposent sur une hypothèse forte d'égalité entre valeurs de coûts moyennes et marginales, autrement dit, de proportionnalité et d'homogénéité entre trafics et nuisances. Nous nous apercevons vite que le concept d'externalité défini dans le cadre rigoureux du modèle d'équilibre général néo-classique est bien rigide face à la complexité du réel, même s'il apporte beaucoup à la compréhension des limites du marché.

(b) Vers une approche comptable élargie

Une évaluation élargie du coût social, consiste à prendre en considération d'une part le coût des mesures d'évitement, coût supporté soit par la firme productrice de la nuisance, soit par la collectivité, et d'autre part le coût des dommages résiduels estimés, coût supporté par les victimes de la nuisance, l'environnement.

Une telle évaluation permet d'approcher le problème de façon globale. Cependant, cette approche s'écarte des principes de base de la théorie économique et de la comptabilité. En effet, si l'on considère les courbes d'offre et de demande, cela revient à considérer comme valeur sociale d'une activité non seulement la production, mais aussi la somme des prix que seraient prêts à payer ceux qui ne consomment pas : dans ce cadre, on considère les atteintes à l'environnement comme distinctes des autres productions et consommation.

Cela revient en fait à considérer un "droit naturel", intrinsèque, de l'environnement à rester intact : toute atteinte à l'environnement se doit d'être indemnisée suivant le principe pollueur-payeur, quelles que soient les préférences des individus.

I.3.C Potentialités et limites des évaluations monétaires des effets externes

Avant de pratiquer la valorisation monétaire des effets externes des transports routiers et fluviaux sur l'axe de la vallée du Rhône, il nous paraît utile de mettre en garde le lecteur contre un certain malentendu, à propos d'évaluations monétaires qui pourraient être "objectives", ce qui nous conduira à définir une "déontologie de l'évaluation" qui nous guidera par la suite.

(a) Les limites des évaluations de dommages

L'évaluation du coût des dommages doit en principe être à la base de toute politique de l'environnement, et par la suite, de toute monétarisation d'effets externes. Il paraît en effet inconcevable de lancer une politique de réduction d'une nuisance si l'on n'a pas la moindre idée du coût, ou du moins de la gravité des dommages imputables à cette nuisance.

Une telle évaluation est cependant difficile, du fait des valeurs non comptables que sont le bruit, la pollution, l'insécurité... Nous avons vu que des méthodes existent, comme par exemple la mesure de la dépréciation du prix des logements exposés au bruit. On peut aussi établir des enquêtes auprès des populations exposées aux nuisances sur leur consentement à payer pour réduire ces nuisances, théoriquement proche du coût des dommages dus à ces nuisances. Mais la dispersion des résultats de ces enquêtes reste importante. En tout état de cause, ces évaluations nécessitent nombre d'hypothèses, et les résultats auxquels elles donnent lieu doivent être pris avec les plus grandes précautions. Il faut admettre qu'il est impossible d'évaluer de façon précise les coûts des dommages, et que ces méthodes ne peuvent que donner, au mieux, des ordres de grandeur.

Pourtant, que l'on en ait une estimation, monétaire ou non, une connaissance pointue des dommages dus à telle ou telle nuisance en fonction du niveau de nuisance est indispensable. Si l'on connaît l'ordre de grandeur du coût d'un dommage, on pourra évaluer un coût des mesures d'évitement raisonnable et un tant soit peu conforme au principe d'optimum économique. Le cas échéant, la simple connaissance d'une fonction des dommages en relation avec le niveau de nuisance, mise en parallèle avec le coût des mesures d'évitement, pourra situer un niveau de nuisance acceptable, proche d'un optimum économique.

Dans la pratique, c'est sur les nuisances dues au bruit que les dommages sont le mieux évalués. Par des méthodes économiques d'évaluation des avantages (consentement à payer, prix hédonistes dans l'immobilier) et par des enquêtes sur les personnes exposées, des études arrivent à la fois à un ordre de grandeur du coût des dommages dus au bruit et à une plage de niveau de bruit située entre 60 et 70dB (Leq de jour) où l'on pourrait situer un "optimum" économique.

Pour ce qui concerne la pollution, si quelques travaux, notamment allemands et américains, ont évalué des ordres de grandeur du coût des dommages de la pollution atmosphérique, les résultats obtenus sont difficilement exploitables : ils sont globaux et pas facilement reliés à un niveau de nuisance donné. Ils ne permettent pas d'évaluer, même de façon approximative, un niveau de pollution qui serait optimal. Tout au plus, peut-on comparer *a posteriori* le coût des dépenses d'évitement effectives au coût estimé des dommages.

Par ailleurs la prise en considération de phénomènes globaux tels que les pluies acides, les trous de la couche d'ozone, ou l'effet de serre est encore plus difficile. Les relations de cause à effet entre émissions et dommages, sont très mal connues, ainsi que les coûts des dommages, qui peuvent être à très long terme.

L'évaluation des dommages dus à l'insécurité pose le problème de la mesure du coût de la vie humaine. D'un point de vue éthique, le fait d'attribuer un prix à la vie humaine est inacceptable. D'un point de vue économique, s'il est certain qu'un coût moyen de la vie humaine existe, rien ne peut être prouvé pour ce qui concerne un éventuel coût marginal du mort. (Le marché du travail et la compétition plus ou moins implicite entre les hommes sont tels que toute disparition d'un individu dans le système de production est rapidement comblée). D'un point de vue pragmatique enfin, il faut reconnaître que fixer un coût du mort est indispensable si l'on veut intégrer dans le calcul économique le dommage que la société accorde à la perte d'une vie humaine. Ce dommage peut être fixé par une valeur tutélaire, ou bien froidement évalué par la perte de productivité moyenne induite par la mort d'un individu actif (cette méthode reste cependant contestée).

Il est admis que la connaissance du coût des dommages est *a priori*, en toute rigueur, indispensable. Nous avons vu qu'elle est aussi *a posteriori* inaccessible, sauf de façon approximative pour le bruit et les effets locaux de la pollution. Devant cette contradiction, force est de constater l'insuffisance des théories économiques, et la marge de manoeuvre qui reste dans le champs des décisions d'ordre politique.

(b) Les limites des évaluations d'objectifs d'évitement

En ce qui concerne les études de monétarisation des effets externes par les dépenses d'évitement, on remarque généralement une certaine confusion quant à l'adoption de niveau d'évitement "optimum". Pour ce qui concerne l'évaluation des coûts de la pollution atmosphérique, par exemple, les coûts de l'instauration de nouvelles technologies moins polluantes sont souvent cités, sans que soient bien distinguées les nouvelles technologies présentes et effectivement produites des technologies futures éventuelles. Par ailleurs, le niveau de pollution vers lequel vont conduire ces nouvelles technologies est rarement mis en avant, alors qu'il représente de facto le niveau de pollution optimum que l'on a implicitement choisi.

En fait, dans l'évaluation des coûts externes par l'évitement, deux démarches sont implicitement adoptées :

- si l'on juge que la situation présente est, du point de vue de la nuisance considérée, proche de l'optimum, le coût marginal social est le coût des mesures d'évitement effectives ;
- si l'on juge que la situation présente est sous-optimale, c'est-à-dire que les mesures d'évitement sont insuffisantes au regard des dommages, il faut évaluer le coût des mesures envisageables pour atteindre une situation "optimale", ou du moins satisfaisante.

Dans la pratique, la difficulté est toujours de positionner la situation présente par rapport à une autre qui serait optimale. Pour cela, on a vu précédemment qu'une bonne connaissance des dommages est indispensable. Si, devant l'incertitude concernant les dommages, on s'en tient systématiquement à la première démarche, il est sûr que l'on mesurera plus une volonté politique couplée à une capacité financière à lutter contre les nuisances, qu'une valeur vraiment relative aux coûts externes induits. C'est notamment le cas si l'on a affaire à des nuisances telles que les atteintes à la biosphère, d'autant plus difficiles à intégrer qu'elles sont mal connues et supposent la définition d'un taux d'actualisation prenant en compte les intérêts des générations futures.

Ces remarques permettent de bien mettre en avant le coté subjectif de l'approche par l'évitement, puisque l'objectif "optimum" implicitement ou explicitement choisi par l'économiste dépendra nécessairement de sa propre préférence ou aversion pour l'environnement, l'insécurité.

(c) Les malentendus sur la monétarisation de l'environnement

Un consensus existe chez les décideurs politiques et économiques sur la nécessité d'internaliser les coûts externes. Tout le monde est favorable à l'environnement, mais dans la mesure où les économistes et scientifiques apportent la preuve du coût des dommages, par "une" monétarisation indiscutable. L'enjeu actuel ne serait donc que de progresser dans les méthodes d'évaluation monétaire, jusqu'à arriver à des valeurs de coûts externes suffisamment "objectives" pour être internalisées : le cadre économique serait alors suffisant pour régler tous les problèmes d'environnement.

De telles considérations reposent cependant sur un grave malentendu à propos d'une monétarisation qui pourrait être "objective". Nous avons déjà vu les limites des deux principales méthodes d'évaluation monétaire des externalités, l'évaluation des dommages conduisant à d'importantes incertitudes et l'évaluation des dépenses d'évitement étant fondée sur des hypothèses d'objectifs "raisonnables" plus ou moins explicites, plus ou moins légitimes. En complément à ces remarques, on peut montrer, en partant de deux insuffisances notables de l'économie, que dans l'approche des problèmes d'environnement, l'analyse économique doit impérativement être complétée par des approches scientifiques et politiques ; par la suite, on ne pourra alors plus parler d'évaluation monétaire "objective" au singulier.

Dans une approche purement économique, le dommage se mesure en économie de l'environnement par le consentement marginal à payer pour l'éviter. Cependant, ce principe théorique est fondé sur des individus parfaitement informés des conséquences de la pollution, ce qui est loin d'être le cas. Dans la pratique, des dommages mal connus, ayant de graves conséquences, mais que les individus minimisent par méconnaissance, c'est-à-dire des dommages scientifiquement prouvés, mais non révélés par les préférences individuelles, seront donc généralement laissés de côté par les approches économiques "pures". Par ailleurs la notion de disponibilités à payer se révèle défailante lorsqu'il s'agit de raisonner en termes planétaires : si l'on considère des nuisances telles que la pollution atmosphérique qui ne connaît pas de frontières, on ne peut guère établir le coût de ces nuisances à partir de disponibilités à payer qui dépendront pour chaque pays de leur état de développement.

Une autre insuffisance encore plus grave observée dans le calcul économique de l'environnement se trouve dans le niveau élevé des taux d'actualisation, qui traduit une préférence pour le présent, a un double effet du point de vue de l'environnement :

-d'une part, ils favorisent l'exploitation des ressources naturelles à court terme, tant renouvelables que non renouvelables, ce qui peut conduire à des pénuries futures;

-d'autre part, ils réduisent l'importance accordée aux dommages que l'environnement subira à l'avenir du fait de décisions d'investissements prises aujourd'hui. (Si l'on applique par exemple les taux d'actualisation actuels à un calcul des dommages éventuels futurs occasionnés par les atteintes à la biosphère, il est certain que l'on arrive pour 1992 à des valeurs nulles ou dérisoires : l'effet de serre, la dégradation de la couche d'ozone, n'existent pas en 1992...)

Ces deux insuffisances montrent l'incapacité de l'économie à régler seule un certain nombre de questions relatives à l'environnement. Un large champ d'analyse revient donc aux compétences scientifiques, ainsi qu'aux décisions d'ordre politique :

*Le scientifique, qui connaît en principe mieux les problèmes, sera généralement plus sensible à leur gravité. De manière plus générale, la vision scientifique regardera à beaucoup plus long terme que la vision politique, ou économique.

En mettant en garde les décideurs politiques et l'ensemble des agents économiques sur les dysfonctionnements cachés de nos sociétés, qui mettent en danger à plus ou moins long terme l'équilibre écologique fragile du système complexe "Terre", les scientifiques jouent en quelque sorte le rôle irremplaçable de "sonnette d'alarme".

*La politique est en principe l'art de révéler des choix collectifs. Dans le domaine qui nous concerne ici, il est bien de la compétence du politique d'attacher plus ou moins d'importance à l'environnement, de valoriser plus ou moins le long terme.

Nous avons vu qu'une évaluation monétaire de l'environnement qui, par souci d'objectivité, resterait fondée uniquement sur une approche économique, pouvait, en plus des incertitudes propres à toute évaluation, conduire à négliger des dommages mal connus (cas de la pollution atmosphérique et de ses conséquences à long terme). Cela est bien insuffisant : une évaluation monétaire de l'environnement ne peut s'abstenir de considérer des avis d'experts scientifiques; et elle doit aussi s'appuyer sur des préférences révélées par des objectifs politiques

En définitive, parler d'évaluation "objective" n'a pas de sens. Il doit être très clair, donc, que le chercheur ne peut pas apporter au politique des chiffres de coûts environnementaux "objectifs", mais plutôt des ordres de grandeur, des éléments d'information et d'aide à la décision, fondés sur des hypothèses qui ne seront jamais neutres. La détermination d'une politique plus ou moins favorable à l'environnement, à la qualité de la vie, c'est-à-dire la fixation de coûts imputables aux nuisances plus ou moins élevés, est bien du ressort du choix politique.

(d) L'approche suédoise de valorisation des nuisances ¹⁷

Rappelons les points essentiels que nous avons constaté :

-les évaluations monétaires des dommages causés à l'environnement restent entourées de larges incertitudes, ou sont très directement liées aux hypothèses sur lesquelles elles sont fondées ;

-plus généralement, la théorie économique de l'environnement laisse un large champ libre à d'autres approches pour ce qui concerne les dommages non évalués monétairement, ainsi que les dommages à long terme ;

-pourtant, la demande de monétarisations "objectives" est très forte dans les sphères des pouvoirs de décision politique et économique ;

-paradoxalement, le scientifique, qui met en garde contre la non-prise en considération de l'environnement, ne peut finalement pas apporter de monétarisations "objectives".

Voici donc un système plus ou moins bloqué, ce qui se traduit dans la réalité par des nuisances qui restent extérieures au marché, alors que la notion de coût externe est connue depuis des décennies. Cette situation explique peut être pourquoi très peu de pays ont réussi à mettre en place une politique volontariste d'internalisation des effets externes. La Suède fait partie des exceptions.

¹⁷ HANSON L., Air pollution fees and taxes in Sweden, Transportation Research Board's 70th Annual Meeting, Washington DC, janvier 1991.

Dès le début des années 1980, la Suède s'est lancée dans une politique de l'environnement volontariste, mais c'est en 1990, avec l'internalisation des coûts de la pollution atmosphérique, que cette politique est véritablement passée à la vitesse supérieure. Les suédois ont réalisé que si la monétarisation de l'environnement peut paraître quelque peu artificielle, ou non scientifique, elle est indispensable à une réelle prise en considération de l'environnement dans nos systèmes capitalistes tels qu'ils fonctionnent. La démarche adoptée en Suède peut être décomposée en trois temps :

-réflexion de fond sur un "développement économique écologiquement soutenable", conduisant à la proposition de coûts marginaux par émissions de polluants atmosphériques, correspondant à un **objectif de réduction de la pollution de moitié** (Commission sur les Instruments Economiques dans la Politique de l'Environnement) ;

-débats au Parlement suédois sur la pertinence de ces propositions, et adoption de ces coûts marginaux pour la majeure partie des émissions polluantes ;

-intégration de ces coûts légitimés par une décision politique dans le calcul économique, et notamment dans la tarification des transports, par des taxes sur la pollution.

Cette démarche est exemplaire par son côté opérationnel et réaliste :

Nous avons vu précédemment dans l'analyse des méthodes que l'on se retrouve face à une évaluation de l'évitement, qui n'est pas véritablement une évaluation de dommages, mais qui peut donner des résultats concrets, et une évaluation des dommages plus directe certes, et plus compatible avec la théorie économique, mais dont les résultats sont difficilement exploitables vu leur incertitude. Les suédois ont choisi la première.

Les coûts marginaux sociaux étant égaux aux coûts d'évitement au niveau d'évitement optimal, il a tout d'abord fallu évaluer ce niveau optimal. L'approche visant à situer les marchés actuels à l'optimum, qui suppose que tous les coûts sociaux sont naturellement internalisés par le marché, a d'emblée été écartée. Cela se comprend : si nous considérons un effet externe, c'est que nous admettons que le marché est en situation sous optimale. Plutôt que d'en rester aux dépenses d'évitement effectives, les Suédois ont donc considéré l'évaluation de l'ensemble des mesures qui pourraient être mises en place pour réduire cet effet à un niveau donné. Un tel niveau "optimum" a ainsi été proposé par des scientifiques sur la base d'un développement écologiquement soutenable. Par la suite, la monétarisation de la pollution suédoise a reçu une légitimité politique par un débat et un vote au parlement.

On pourrait discuter longtemps sur la sagesse des législateurs qui décident des normes. Cependant, ces normes ou objectifs sont les seuls éléments solides et déterminés qui révèlent clairement les préférences d'une société en matière d'environnement. Dans un système démocratique, on peut tout de même admettre que chaque individu victime d'une nuisance peut par son vote, son action associative et politique, faire pression sur les gouvernements dans leurs décisions en matière de normes ou d'objectifs de réduction de nuisances. Ces décisions ne sauraient donc être tout à fait arbitraires et coupées des préoccupations individuelles. Nous pouvons en tout cas accorder autant de crédit aux arbitrages politiques ou scientifiques suédois qu'à la "main invisible" du marché.

En fait, dans leur approche des effets externes de la pollution, les Suédois n'ont pas eu de vaine prétention à trouver une internalisation de la pollution "objective" : en faisant appel à des arbitrages autres qu'économiques, ils ont plutôt recherché un certain pragmatisme, tout en visant un minimum de pertinence. Des dommages mal connus ou à long terme (effets de la pollution sur la santé, sur la végétation, sur la biosphère), non pris en compte par des évaluations purement économiques, ont alors pu être internalisés dans le calcul économique.

En définitive, l'exemple suédois illustre remarquablement les potentialités et les limites de l'évaluation monétaire de l'environnement. Parmi les potentialités, on retiendra :

-qu'une évaluation monétaire est possible, si elle se fonde sur des dépenses d'évitement pour atteindre un objectif donné ;

-qu'il est possible, l'exemple suédois le prouve, d'engager un processus d'internalisation par les prix des coûts externes sur la base de cette évaluation monétaire.

Ceci ne doit pas cependant en faire oublier les limites :

- la démarche suédoise ne représente qu'une phase, qu'une étape, dans un processus d'internalisation itératif entre les différents acteurs de la société ;

- il ne peut exister d'évaluation objective : la démarche qui se fonde sur un objectif donné suppose un engagement certain de la part des décideurs politiques et des scientifiques en matière d'environnement : le choix de différents objectifs pour chaque type de nuisances revient en quelque sorte à définir un développement économique soutenable à terme pour tous les individus, pour la collectivité, ainsi que pour la biosphère.

Les normes suédoises nous serviront de base de référence pour ce qui concerne l'évaluation des coûts de la pollution atmosphérique

(e) L'approche développée dans l'étude : Des valeurs minima "pertinentes" et maxima "potentielles"

Nous venons de voir quelles sont les limites des évaluations monétaires des effets externes, et comment la Suède avait pu les surmonter. Dans cette étude, nous appliquerons la méthode suédoise développée par Hanson, consistant à estimer des coûts suivant des hypothèses d'objectifs de politique d'environnement. "Déontologiquement parlant", nous essayerons de toujours bien préciser les hypothèses liées à ces évaluations monétaires. Mais à coté de ces valeurs de coûts correspondant à des préférences collectives pour l'environnement relativement fortes, et qui pourront en cela être critiquées, n'existe-t-il pas des estimations de valeurs de dommages où de pertes minimales, relativement sûres et qui pourraient en cela être moins sujettes à la controverse ?

En fait, il apparaît fondamental de bien distinguer les coûts externes déjà internalisés collectivement par des normes ou par des mesures d'évitement (coûts "légitimes", car effectivement révélés collectivement ou individuellement) de ceux qui restent externes au marché (coûts externes "potentiels" correspondant à tel ou tel objectif futur). Rappelons à ce sujet la distinction faite par Pigou entre les coûts externes "pertinents", et les coûts externes "potentiels" :

-les premiers représentent les effets qui ont effectivement donné lieu à une internalisation soit privée, soit collective : cette internalisation provient d'une révélation effective des préférences individuelles ou collectives en ce qui concerne ces effets ; les coûts externes "pertinents" correspondent donc aux dépenses privées ou collectives engagées de fait ;

-les seconds peuvent être classés en deux catégories : les dommages résiduels, qui restent après l'internalisation, et/ou les dommages latents mais qui n'ont pas (encore?) donné lieu à une réaction économique ou politique d'internalisation (dommages mal connus où à long terme, "coûts possibles") ; les coûts "potentiels" correspondent aux dépenses que la collectivité "pourrait" engager.

Dans l'évaluation, nous garderons donc cette distinction proposée par Pigou, en estimant :

- **des valeurs minimales relativement sûres** fondées sur les valeurs les plus basses des études de monétarisation, que nous appellerons **valeurs "pertinentes"** ; les sous-entendus méthodologiques sont alors les suivants : "les valeurs de telle nuisance internalisées soit par les individus, soit par la collectivité sont de tant, ce qui correspond à un coût marginal d'internalisation de tant : une tarification au coût marginal social conduirait à tarifier ce coût marginal d'internalisation".

- **des valeurs fondées sur la méthodologie suédoise**, estimées par des hypothèses telles que : "si la valeur de telle nuisance, pertinente dans tel pays, l'était aussi en France, le coût externe serait de..." ; ou bien : "un développement soutenable impliquerait tel objectif de réduction, soit un coût externe de...". Rappelons encore qu'une telle démarche qui conduira de la sorte à **valoriser des effets "potentiels"** correspond à une **démarche plus prospective et indicative** que "objective". Complétant les valeurs minimales, les évaluations de coûts externes "potentiels" permettront de préciser des ordres de grandeur, fixant à la fois l'étendue de coûts pertinents possibles, et les enjeux d'une prise en compte à venir de l'effet en question.

I.3.D Les coûts externes considérés dans l'étude

(a) Les nuisances prises en compte

L'analyse des impacts du transport sur l'environnement a donc fait l'objet de nombreuses études : le tableau présenté page suivante reprend les principaux résultats proposés par l'OCDE et dresse un état de lieux des différentes nuisances relatives à la sphère des transports. On remarquera également qu'outre l'insécurité, le bruit et la pollution atmosphérique, apparaissent des phénomènes moins connus comme les vibrations et les effets de coupure. Nous développerons, par la suite, ces principaux résultats en précisant, pour chaque nuisance, le niveau des dommages causés à l'environnement.

Ce travail peut être accompli à partir de données nationales (pollution) mais surtout en partant directement des observations locales (insécurité, bruit, congestion). C'est, faut-il le rappeler, cette recherche et cette approche locale des nuisances enregistrées en vallée du Rhône, qui fondent, en grande partie, la singularité et l'intérêt de cette étude.

Nous nous attacherons donc à préciser, dans cette étude, les particularités des nuisances imputables au transport de marchandises autoroutier, en particulier dans une analyse locale de l'axe A7 - A9 entre Vienne et Montpellier. Nous tenterons de mener une analyse identique pour le transport fluvial de marchandises. Cette recherche s'articulera autour de 4 axes d'étude majeurs : l'insécurité (en particulier, pour l'autoroute, l'implication des poids lourds dans les accidents), le bruit et les menaces qui pèsent sur les riverains, la congestion et ses implications en termes de gêne et de perte de temps et enfin la pollution et son impact sur la collectivité.

Tableau n°1 : Effets sur l'environnement des principaux modes de transport¹⁸

PRINCIPAUX MODES DE TRANSPORT	AIR	RESSOURCES EN EAU	RESSOURCE SOL	DÉCHETS SOLIDES	BRUIT	ACCIDENTS RISQUES ET EFFETS	AUTRES EFFETS
TRANSPORTS MARITIMES ET NAVIGATION INTÉRIEURE		Modification des systèmes hydrologiques lors de la construction des ports et lors du creusement et du dragage de canaux	Utilisation de terrains pour les infrastructures. Abandon des installations portuaires et canaux désaffectés	Navires et bâtiments retirés du service		Transport en vrac de combustibles et de substances dangereuses	
TRANSPORTS FERROVIAIRES			Utilisation de terrains pour les voies et les gares. Abandon des installations désaffectées	Voies ferrées, équipement et matériel roulant abandonnés	Bruit et vibrations autour des gares et le long des voies ferrées	Déraillement ou collisions de trains de marchandises transportant des substances dangereuses	Effets de coupure et dégradation de quartiers, de terres agricoles et d'habitats de la flore et de la faune sauvages
TRANSPORTS ROUTIERS	Pollution atmosphérique (CO, HC, NO _x , particules et additifs pour carburants comme le plomb)	Pollution des eaux de surface et des eaux souterraines par les eaux de ruissellement. Modification des systèmes hydrologiques lors de la construction de routes	Utilisation de terrains pour les infrastructures. Extraction des matériaux de construction des routes	Dépôts abandonnés et matériaux de démolition de chantiers routiers. Véhicules routiers retirés du service. Huiles usées	Bruit et vibrations produits par les automobiles, les motocyclettes et les poids lourds dans les villes et le long des routes	Décès et dommages corporels ou matériels dus aux accidents de la route. Risques liés au transport de substances dangereuses. Risques d'apparition de défauts de structure dans les équipements routiers anciens ou usés	Effets de coupure et dégradation de quartiers, de terres agricoles et d'habitats de la flore et de la faune sauvages. Congestion
TRANSPORTS AÉRIENS	Pollution atmosphérique	Modification des niveaux phréatiques, du tracé des cours d'eau et des écoulements à la surface des terres lors de la construction des aéroports	Utilisation de terrains pour les infrastructures. Abandon des installations désaffectées	Appareils retirés du service	Bruit autour des aéroports		

source : OCDE

¹⁸ De ce tableau issu d'une étude menée par l'OCDE nous nous intéressons seulement à certaines nuisances mentionnées (bruit, accidents,) auxquelles nous ajoutons la pollution atmosphérique produite par le transport fluvial, et l'effet de congestion.

(b) Les problèmes méthodologiques et les perspectives de recherche poursuivies

L'étude des coûts externes comparés des transports routier et fluvial de marchandises dans le couloir rhodanien s'est fait en deux temps, l'évaluation des coûts respectivement pour chaque mode puis l'étude des différentiels de coûts engendrés par la simulation de reports modaux de trafics de la route sur le fleuve.

Les bilans et estimations que nous proposons pour l'année 1992 et à l'horizon 2010 reposent sur de nombreuses hypothèses concernant tant l'évolution de la croissance économique, du secteur des transports, des trafics de marchandises et des considérations retenues envers les dommages causés à l'environnement naturel et social. Toutes ces hypothèses sont exposées tout au long de l'étude essentiellement dans le chapitre préliminaire et rappelées lors des évaluations.

Avant d'exposer les résultats de notre étude nous voudrions souligner les choix et problèmes méthodologiques que nous avons faits et rencontrés lors du déroulement de l'étude que ce soit sur le terrain ou sur le plan théorique. Nous les soulignons dans un premier temps de façon détaillée pour le transport routier puis plus synthétiquement pour le transport fluvial. Les hypothèses et la méthode développées pour les calculs de reports modaux sont détaillées dans le chapitre correspondant, nous ne les mentionnons donc pas dès maintenant.

- Le bruit du transport routier

Notre travail sur le bruit s'appuie sur l'étude menée en 1986 par le CETE de L'Isle d'Abeau. Cette étude analyse en effet en détail l'ensemble des points noirs bruit sur l'axe A7-A9 en 1986. Elle met en valeur les niveaux de bruit qui sont durablement supérieurs aux normes en vigueur. A partir de relevé topographique, nous avons calculé, dans une optique de mesures de coûts d'évitement, l'ensemble des kilomètres d'autoroutes qui devaient être aménagés par des murs anti-bruit. En se fondant alors sur la valeur moyenne d'un mur anti-bruit, nous avons calculé le coût total d'évitement à réaliser. En complément de cette étude, une deuxième piste de recherche pourrait être alors explorée : il conviendrait alors de s'appuyer, non plus sur le coût d'évitement comme nous l'avons fait, mais sur le coût des dommages en tentant d'évaluer l'impact du bruit sur les riverains de l'A7 - A9. Cet axe de recherche pertinent semble cependant difficile à mettre en œuvre dans la mesure où il nécessite de nombreuses enquêtes sur le terrain et un rapprochement avec les milieux hospitaliers. Cette recherche pourrait se heurter aussi au secret médical ou à une grande réticence des riverains. Notons que le C.E.T.E. mène actuellement une étude sur ce thème mais les résultats, même provisoires, ne sont pas encore connus.

- L'insécurité

L'étude en termes de coût d'insécurité se place d'emblée dans une analyse en termes de dommages en se fondant sur des valeurs tutélaires actuellement en vigueur (Rapport Le Net). Cette étude s'inscrit donc dans une approche classique de mesures des coûts d'insécurité qui ne pose pas de problèmes particuliers. La principale réserve à apporter réside dans la détermination de la place des PL dans l'insécurité. Rien n'est dit en effet sur l'origine des accidents, par exemple un dépassement de poids lourds qui aurait entraîné un accident de véhicules particuliers seulement. Mais c'est autour de la notion d'implication que certaines réserves doivent être apportées. En effet "implication" ne signifie pas responsabilité et il est

impossible aujourd'hui, malgré quelques contacts auprès des gendarmeries, de déterminer précisément la responsabilité de telle ou telle classe de véhicules. Notons cependant que des résultats intéressants ont été présentés sur ce thème. Le cadre de cette étude concerne la Région Rhône-Alpes et la région Languedoc-Roussillon. Les résultats obtenus ne portent cependant pas sur l'aire d'étude dans son entier, car nous manquons de données pour la région Languedoc-Roussillon et la région Provence Alpes Côte d'Azur (Vaucluse notamment). Afin de mesurer l'ensemble des effets de l'insécurité sur les coûts externes, nous étendrons donc les résultats de l'autoroute A7 à l'autoroute A9 jusqu'à Montpellier (soit un tronçon de 276 kilomètres). Nous tenons à remercier ici les Services de la D.R.E Rhône-Alpes (Observatoire Régional de la Sécurité Routière) pour leur aide précieuse dans la collecte et le traitement opérationnel des données.

- La congestion

Notre premier travail fut une analyse pratique de la congestion sur l'axe A7-A9. Nous sommes rapidement arrivés à la conclusion que la saturation de l'axe A7-A9 était le résultat des trafics de véhicules légers, en particulier lors de grands départs ou de week-end. Le problème reste cependant entier à l'horizon 2010, ce qui motive la présente analyse.

Nous nous sommes alors intéressés à l'analyse d'une éventuelle micro-congestion sur l'axe A7-A9, micro-congestion qui aurait pu être le fait des PL lors des dépassements par exemple. Dans ce travail, nous avons buté sur l'impossibilité de bénéficier de données de trafic inférieures à 6 minutes (passage sur les boucles de détection et donc enregistrement de la vitesse, du débit par voie, du nombre d'essieux,...). Ce laps de temps trop long ne nous a pas permis de réaliser une observation pertinente. Nous avons donc renoncé sur cette voie pour revenir à une analyse "plus académique" de la congestion. Une piste de recherche à développer dans le cadre d'une étude complémentaire concernerait une analyse plus précise des courbes débit-vitesse afin d'isoler l'influence respective des VL et des PL entre eux.

- La pollution atmosphérique

La recherche que nous avons menée concernant l'évaluation des coûts de pollution atmosphérique suit une approche classique consistant à monétariser les atteintes à l'environnement à l'aide de valeurs tutélaires. Plus précisément nous utiliserons les normes suédoises de monétarisation présentées par Hanson que nous appliquerons à hauteur de 25% dans une hypothèse minimale et à hauteur de 100% dans une hypothèse volontariste. Nous avons donc mené une analyse en termes de dommages en se fondant sur des valeurs tutélaires.

Nous avons été limité dans le choix des valeurs tutélaires, comme nous l'avons souligné dans la partie théorique précédente. Les tarifications des coûts de pollution adoptées actuellement sont très peu nombreuses et seule la Suède offre une démarche reconnue officiellement. Nous regrettons l'absence de valeurs tutélaires européennes afin de permettre des comparaisons.

Enfin une piste de recherche importante serait de mener une analyse en termes d'évitement, alors que la notre est une démarche des coûts des dommages, évaluant à l'échelle nationale et locale sur la vallée du Rhône les mesures à prendre afin de diminuer d'un certain niveau les nuisances polluantes du transport routier de marchandises. Dans ce cadre le recours plus soutenu à d'autres modes comme la voie d'eau et le fer peut être une mesure favorisée par la politique des transports.

- Les nuisances du transport fluvial

La méthode d'analyse suivie pour évaluer les coûts externes du transport fluvial de marchandises est globalement la même que celle choisie pour le transport routier.

Le bruit n'a pas fait l'objet de mesures spécifiques sur l'axe rhodanien mais a été évalué en retenant les résultats menés par la CNR sur le Rhône et par l'Institut Planco en Allemagne.

De même, les résultats des évaluations concernant l'insécurité s'appuient sur la démarche et les résultats du rapport Planco.

Dans la situation actuelle du trafic fluvial sur le Rhône, le problème de circulation se pose en termes de gestion du trafic et non de congestion.

Les études réalisées par la CNR et VNF Lyon estiment à 20 millions de tonnes le potentiel de trafic transportable sur le Rhône, sans problème dans la situation actuelle du réseau. Il s'agit là d'une valeur qui reste très au delà de ce que l'on peut raisonnablement attendre comme transfert modal puisqu'elle correspond à environ 30 % du trafic actuel dans la vallée du Rhône.

La pollution atmosphérique a été évaluée par une analyse en termes de dommages retenant les normes de monétarisation suédoises. Nous avons rencontré certaines limites notamment pour calculer les coûts unitaires de pollution par bâtiments fautes de données suffisantes concernant le trafic rhodanien.

I.4 NOTES THEORIQUES SUR LA CONGESTION

Dans ce qui suit, nous allons clarifier la notion de congestion selon une approche "économiste" (coût marginal de congestion) d'une part et selon une approche "ingénieur" d'autre part (théorie du trafic).

(a) Définition de la congestion et de ses effets:

C'est la gêne exprimée en perte de temps que se causent les véhicules entre eux. Elle peut donc être définie pour un véhicule donné comme la différence entre son temps de parcours réel et son temps de parcours en l'absence d'autres véhicules. Pour en considérer les effets il est nécessaire de distinguer la congestion urbaine de la congestion interurbaine.

En zone urbaine, la congestion est essentiellement le fait des véhicules particuliers et des déplacements domicile-travail. Mais l'allongement de ces déplacements et le maillage des grandes infrastructures sur le réseau des grandes agglomérations complexifient le problème. En effet, si dans les centres urbains la congestion se traduit avant tout par des embouteillages de véhicules légers élargissant le problème à la notion de congestion de l'espace public, en périphérie, se pose un problème de conflit d'usage entre les flux locaux et les flux de transit. Cet effet interne à la sphère des usagers de la route peut être, souligne Marc Perez, considéré comme une externalité négative pour les poids lourds qui subissent la congestion engendrée par les véhicules légers.

En interurbain, le problème est dans la plupart des cas inversé et ce sont les poids lourds qui dégagent des externalités négatives subies par les véhicules légers. Ceci est particulièrement vrai sur le réseau des routes nationales et départementales. Ainsi on a pu évaluer, sur le réseau national, ce coût de congestion des poids lourds subi par les véhicules légers à 400 millions de francs pour l'année 1985. Sur autoroute, effectuer un tel calcul est beaucoup plus délicat et on aboutirait certainement à des chiffres nettement inférieurs, pourtant la gêne des poids lourds est indéniable et peut se ressentir sur les temps de parcours.

(b) La congestion du point de vue de la théorie économique :

La théorie économique s'attache à déterminer un coût marginal de congestion qui peut être défini de la façon suivante:

Considérons un tronçon quelconque d'une infrastructure et un flux de véhicules circulant tous à la même vitesse (hypothèse d'une circulation en peloton).

Soit q le nombre de véhicules, supposés tous identiques, se trouvant à un moment quelconque sur ce tronçon. Soit t le temps que met chaque véhicule pour parcourir ce tronçon, au niveau de trafic q . Soit c le coût unitaire du temps pour les usagers, et f les frais de fonctionnement de chaque véhicule pour le parcours du tronçon en un temps t .

Si le trafic devient $q + dq$, le temps de parcours t devient $t + dt$, le coût du temps $c(t + dt)$, les frais de fonctionnement $f + df$. Le surcoût est alors égal à:

$$(q + dq)[c(t + dt) + (f + df)] - q(ct + f)$$

soit:

$$dq[c(t + dt) + (f + df)] + q(cdt + df)$$

Le premier terme de cette somme est supporté par le trafic supplémentaire. Par contre, le second terme pèse sur les véhicules préexistants sur le tronçon. C'est ce deuxième terme qui définit le coût marginal de congestion de chaque véhicule pour le niveau q de trafic.

Dans la réalité, tous les véhicules ne sont pas identiques, la valeur du temps n'est pas la même pour tous, tous les véhicules n'ont pas la même vitesse et leurs frais de fonctionnement diffèrent également. Il faut alors généraliser le calcul:

soit un trafic composé de n sortes de véhicules :

q_i est le nombre de véhicules du type i présents sur le tronçon.

t_i est le temps de parcours des véhicules de type i.

c_i est la valeur du temps pour les véhicules de type i.

f_i les frais de fonctionnement des véhicules de type i pour le temps de parcours t_i .

On peut alors écrire le coût marginal de congestion pour un véhicule de type i (c'est-à-dire le surcoût engendré par l'introduction dans le trafic d'un véhicule de la catégorie i):

$$q_1(c_1 dt_{1i} + df_{1i}) + \dots + q_i(c_i dt_{ii} + df_{ii}) + \dots + q_n(c_n dt_{ni} + df_{ni})$$

où dt_{ji} et df_{ji} sont respectivement les suppléments de temps de parcours et de frais de fonctionnement causés aux véhicules de type j par le véhicule de type i supplémentaire.

Typiquement, si l'on distingue les véhicules légers (q_1) des poids-lourds (q_2), on peut exprimer le coût marginal de congestion des poids-lourds:

$$C_{m2} = q_1(c_1 dt_{12} + df_{12}) + q_2(c_2 dt_{22} + df_{22})$$

pour simplifier nous pouvons supposer que les frais de fonctionnement varient linéairement avec le temps passé sur l'infrastructure.

$$C_{m2} = q_1 dt_{12}(c_1 + u_1) + q_2 dt_{22}(c_2 + u_2)$$

La gêne causée par le nouveau poids lourds aux autres poids lourds peut être considérée comme négligeable comparée à la gêne qu'il cause aux véhicules légers : $dt_{22} \ll dt_{12}$

donc, bien que $c_2 + u_2 > c_1 + u_1$, on peut considérer que le premier terme est prépondérant soit :

$$C_{m2} \simeq q_1(c_1 + u_1) \cdot dt_{12}$$

Tout le problème reste alors de calculer ce coefficient dt_{12} qui, homogène à une perte de temps exprime la "gêne" poids lourds dont nous allons reparler plus loin.

(c) La congestion du point de vue de la théorie du trafic:

Il n'est pas question ici de faire un exposé exhaustif des différents modèles formulés par la théorie du trafic mais simplement donner quelques définitions des grandeurs caractéristiques de l'écoulement du trafic qui seront utilisées par la suite et préciser leur traduction en termes de congestion. En effet il nous paraît important de clarifier cette notion un peu vague de congestion ou tout du moins d'en mesurer la complexité afin d'éviter des interprétations erronées.

Les grandeurs :

Le débit Q

Cette variable exprime la répartition dans le temps des véhicules en un point.

C'est le nombre de véhicules qui passe en un point pendant un intervalle de temps dt donné.

Si le trafic est dense, il peut être judicieux de travailler avec un dt petit mais si le trafic est faible le débit n'a de sens que pour un dt suffisamment grand.

C'est une grandeur très utilisée car simple à mesurer et à recueillir mais elle ne permet pas à elle seule d'apprécier le niveau de congestion d'un trafic. On peut très bien, sur une même infrastructure, enregistrer des débits élevés tant en régime fluide que congestionné.

Par contre, le débit renseigne sur la saturation d'une route c'est-à-dire sur sa capacité limite. On parle alors de débit de saturation ou de capacité physique de la route qui représente la limite absolue du trafic qu'elle peut écouler. Et là, en effet, des interprétations sont possibles: on sait que lorsque l'on enregistre des débits proches de la capacité alors le trafic est instable et la probabilité qu'il passe d'un régime fluide à un régime congestionné est maximale.

La vitesse V

Cette grandeur n'a pas besoin d'être définie longuement. Il est important de discerner la vitesse moyenne temporelle (moyenne des vitesses des véhicules passés en un point pendant un intervalle de temps donné) de la vitesse moyenne spatiale (moyenne des vitesses des véhicules sur un tronçon donné à un instant donné).

Cette grandeur a une importance capitale dans l'approche économique de la congestion puisque c'est elle qui traduit le plus fidèlement la notion de perte de temps. Néanmoins l'utilisation d'une vitesse moyenne du flot de trafic n'intègre pas les grandes disparités qui peuvent exister entre les vitesses des véhicules et rend difficile l'obtention d'une perte collective comme agrégation des pertes individuelles. Sans aller jusque là nous verrons par la suite qu'il est déjà très délicat de disposer simultanément des vitesses moyennes de deux catégories de véhicules très différents tels que les PL et les VL.

De plus les mesures de vitesse sont le plus souvent délicates et en tout état de cause moins fiables que celles de débit ou de concentration qui est la grandeur que nous allons maintenant définir.

La concentration K

C'est le nombre de véhicules présents à un instant donné sur une longueur de chaussée donnée.

C'est en réalité cette grandeur qu'il faut considérer pour mesurer l'état d'un trafic. Les données sont plus simples à obtenir et plus fiables que les données de vitesse.

De plus c'est une variable qui exprime bien l'idée de congestion et de congestionnement même au sens de l'occupation de l'espace par les véhicules. C'est d'ailleurs cette dernière grandeur qui est en fait mesurée par les stations de comptage. Ce taux d'occupation TO est, sur un intervalle de temps donné, le rapport exprimé en pourcentage entre la durée pendant laquelle une boucle de comptage détecte des véhicules et la durée totale de l'intervalle de temps. Le taux d'occupation est relié à la concentration par une relation simple:

$$TO = K.(L+d)$$

où L est la longueur des véhicules

et d la longueur de la boucle de comptage.

Il s'agit d'un paramètre très instructif et très commode car il tient déjà compte de la longueur des véhicules et donc de la présence éventuelle de poids-lourds.

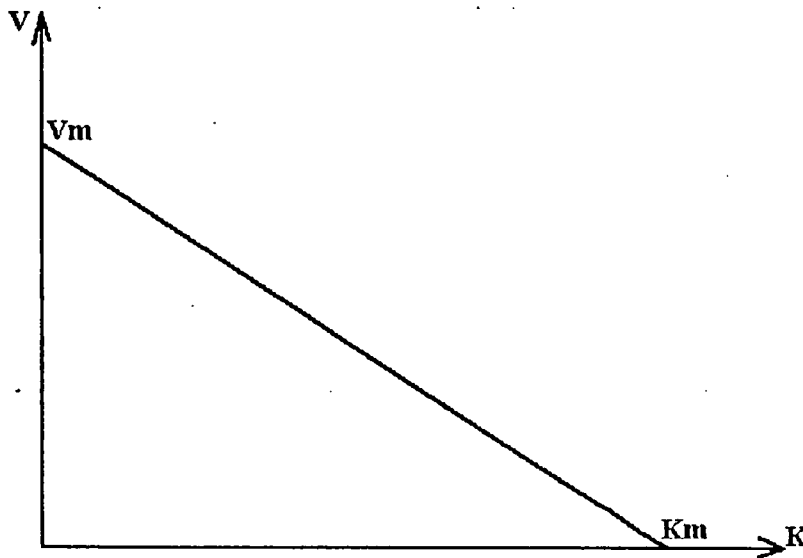
On a coutume de distinguer à l'aide de ce paramètre quatre niveaux de trafic dont les seuils communément admis sont les suivants:

$TO < 10\%$	écoulement libre
$10\% < TO < 16\%$	écoulement fluide
$16\% < TO < 21\%$	écoulement capacitif
$21\% < TO$	écoulement saturé

Relations fondamentales

La relation fondamentale la plus simple est celle proposée par le modèle de Greenshields qui suppose que la vitesse du flot de véhicules décroît linéairement avec la concentration:

$$V = V_m \cdot (1 - K/K_m)$$

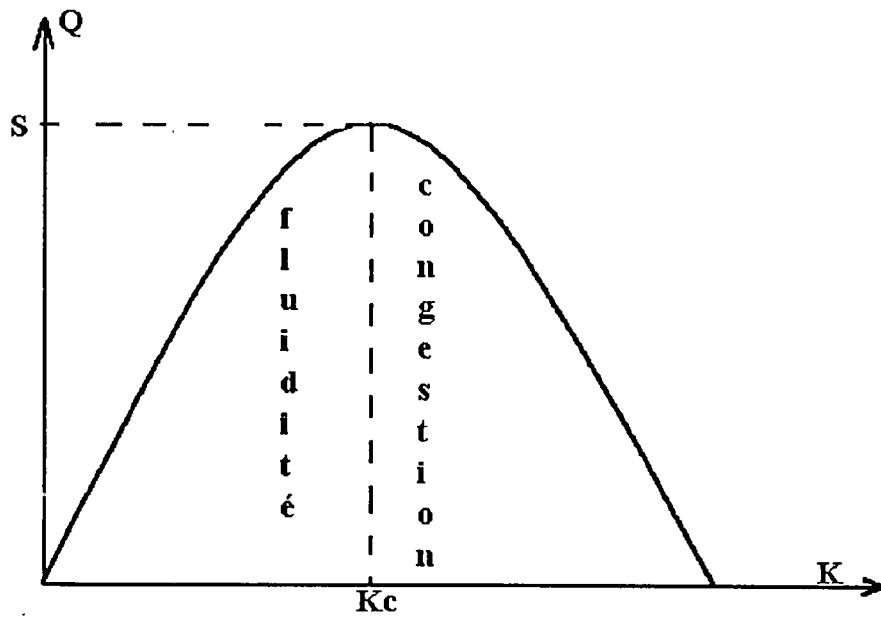


Une autre relation fondamentale lie le débit, la concentration et la vitesse moyenne:

$$Q = K.V$$

si bien qu'avec la formule de Greenshields: $Q = V_m.K.(1-K/K_m)$

d'où le **diagramme fondamental débit/concentration** :



II UN BILAN DE L'INSECURITE AUTOROUTIERE ET FLUVIALE SUR L'AXE RHODANIEN

II.1 L'INSECURITE P.L.

Chaque année 10.000 personnes trouvent la mort sur les routes de France. Pour la collectivité, ce chiffre est insoutenable : l'insécurité routière est donc un élément fondamental à prendre en compte au sujet de nuisances de l'automobile. Une sensible amélioration néanmoins a été observée puisque l'évolution est passée de 10.300 tués en 1991 à 9.083 tués en 1992 et 9052 en 1993¹⁹. Cette stagnation, précise le dernier bilan présenté le 7 mars par l'Observatoire Interministériel de la Sécurité Routière, inquiète les pouvoirs publics qui voient ainsi s'émousser l'impact des nouvelles mesures réglementaires, en particulier le permis à point. Cela est d'autant plus préoccupant que des efforts, en matière de prévention et d'amélioration des infrastructures, ont été réalisés : ils doivent être poursuivis, et ceci d'autant plus que le parc automobile français continue de s'étendre.

D'autre part, le caractère de plus en plus médiatique de certains accidents, en particulier avec poids lourds, poussent à une plus grande sensibilisation de l'opinion publique. Le journal Le Monde a publié en mars 1994 un article dans ce sens²⁰, qui faisait suite à une série de carambolages survenus au Nord de Mâcon durant le week-end Pascal. Le bilan a été lourd, collisions de plus de 200 véhicules dont 85 pour un seul accident, qui conduit à une interrogation sur les accidents en chaîne typiques des autoroutes surchargées. Ainsi en Région lyonnaise sur les autoroutes dites de dégagement, le taux d'accident moyen qui est de 8 sur les autoroutes françaises passe à 12.

L'objet de cette partie est de dresser un bilan de l'insécurité autoroutière aux niveaux national et local. Nous nous efforcerons effectivement d'affiner nos résultats sur le sillon rhodanien et, en particulier, l'autoroute A7-A9 soit le tronçon Vienne - Montpellier. Les résultats obtenus sur la Région Rhône-Alpes seront étendus à la région Languedoc-Roussillon du fait d'un manque de données fiables et récentes portant sur les sections autoroutières au sud de la Drôme. Nous mesurerons **l'implication des poids lourds** dans les accidents survenus sur l'axe Lyon-Montpellier (276 kilomètres) en essayant de faire ressortir des "points" du réseau autoroutier où l'insécurité pourrait être qualifiée de maximale. Nous affinerons notre analyse en cherchant à préciser le niveau de **responsabilité de chaque type de véhicule**. Avant de procéder à nos calculs nous posons notre hypothèse première concernant la définition du poids lourds. Nous retenons la définition couramment admise, c'est-à-dire un poids lourds est un véhicule utilitaire de poids total autorisé en charge (PTAC) supérieur ou égal à 3,5 T.

¹⁹ Le Monde du mardi 8 mars 1994, p.12

²⁰ Le Monde, 8.04.94, page Rhône-Alpes

II.1.A L'insécurité autoroutière en France

L'approche globale menée dans un premier temps permet de dresser un état des lieux de l'insécurité autoroutière en 1991 et 1992 d'une part et de regrouper un ensemble d'indicateurs en vue d'une internalisation des effets externes liés à l'insécurité autoroutière d'autre part.

Afin de définir notre cadre de recherche, nous ferons référence aux nombres de tués, de blessés graves et de blessés légers. Le tableau suivant regroupe les principaux résultats pour l'ensemble de réseau autoroutier national. En 11 ans²¹, le nombre de tués sur les autoroutes de liaison est passé, pour 100 millions de kilomètres parcourus, de 1,31 en 1981 à 0,74 en 1992 soit une amélioration de 43%. De même, le taux de victimes (tués et blessés) est passé de 16,4 % en 1981 à 9,9 % soit une amélioration de 40 %. Le nombre de tués sur autoroute, en 1992, qui a été de 338, reste beaucoup moins élevé que le nombre de décès survenus sur les routes des villes et des campagnes, qui a été de 9617. A première vue ces résultats poussent à conclure que l'autoroute "tue" beaucoup moins que la route.

Nombre	AUTOROUTES de LIAISON CONCEDEES			AUTOROUTES de DEGAGEMENT NON CONCEDEES			ROUTES NATIONALES		
	1992	1991	Variation 92 / 91	1992	1991	Variation 92 / 91	1992	1991	Variation 92 / 91
Parcours 10 ⁸ km	454,4	439,2	+ 3,46 %	268,8	263,3	+ 2,1 %	786,9	784,6	+ 0,29 %
acc. corporels	2433	2459	-1,06 %	3275	3058	+ 7,1 %	14070	14750	- 4,61 %
accidents. mortels	292	308	- 5,2 %	195	161	+21,12 %	1891	1980	- 4,5 %
tués	338	368	- 8,2 %	228	183	+ 24,6 %	2241	2375	- 5,64 %
Blessés graves	1283	1369	- 6,28 %	439	483	- 9,32 %	7504	7967	- 5,81 %
Blessés légers	2862	2959	- 3,28 %	4395	3974	+10,6 %	15326	15953	- 4 %
Victimes (tués+ blessés)	4483	4696	- 4,53 %	5062	4640	+9,1 %	25071	26295	- 4,65%
Nombre de tués pour 100 acc. cor.	13,9	15	- 7 %	7	6	+ 14 %	16	16,1	- 0,62 %

Source : Observatoire National de la Sécurité, Cahier des autoroutes françaises N°4, 05/93.

²¹ Rapport sur les "autoroutes françaises et la sécurité".

On observe nettement sur le tableau précédent que le nombre de tués sur les autoroutes de liaison concédées est beaucoup plus faible que sur les routes nationales (338 en 1992 contre 2241 en 1992). Le nombre de kilomètres parcourus est environ 2 fois supérieur sur route nationale que sur autoroute concédée. La baisse du nombre de tués, -8,2 % par rapport à 1992 sur les autoroutes de liaison concédées, est un résultat encourageant qui se retrouve aussi pour les routes nationales (-6 % par rapport à 1991). Dans les deux cas, on assiste soit à une légère progression (autoroutes), soit à une stagnation (routes nationales) du nombre de kilomètres parcourus. On pourrait enfin s'interroger sur l'évolution du nombre d'accidents, et plus particulièrement provoquant des tués, sur les autoroutes de dégagement non concédées : avec **un hausse de 25 % de tués en plus par rapport à 1991 (228 contre 183)**, ces chiffres nous interrogent sur la qualité de ce réseau.

Il serait intéressant, dans une seconde partie, de préciser les causes des accidents sur autoroute. De nombreuses études ont été menées sur ce sujet : elles font apparaître l'idée selon laquelle la première cause des accidents sur autoroute est liée à la fatigue et à l'assoupissement. Ces facteurs expliquent 29 % des accidents qui ont eu lieu en 1992, selon les chiffres cités dans le rapport de Monsieur Laffont, puis le non respect des distances, les dépassements dangereux expliquent 15 % des cas et la présence de piétons 13 % des cas. La vitesse excessive n'apparaît que dans 11 % des cas : elle n'est donc pas, comme le fait remarquer le lobby automobile allemand, la cause principale des accidents sur autoroute même si elle est en relation directe avec les trois premières causes précédemment énoncées.

Nous nous appuyerons dans cette étude sur les résultats de l'insécurité autoroutière observés par les services de l'ASF sur l'axe Vienne-Berre et présentés dans le tableau suivant. La distance entre Vienne-Montpellier (276 km) étant sensiblement la même que la distance entre Vienne-Berre (280 km), nous reprendrons les valeurs ci-dessous pour nos évaluations du coût de l'insécurité routière entre Vienne et Montpellier.

Années	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994
Trafic total en véh.km (10 ⁸)	39,4	42,8	44,3	46	46,5	47,3	48,6
Taux (pour 10 ⁸ véh.km							
ensemble accidents	36,96	31,4	35,64	31,35	32,31	33,57	32,24
tués	0,76	0,86	0,70	0,70	0,73	0,61	0,47
blessés graves	2,36	2,8	3,36	2,33	2,32	1,73	1,71
blessés légers	8	8,0	8,59	8,24	7,20	6,98	6,01

Source : ASF - Avignon -

II.1.B Méthodologie : à la recherche d'une clé de répartition entre les poids lourds et les autres classes de véhicules

La méthodologie de cette recherche consiste en une monétarisation moyenne du coût de l'insécurité des poids lourds sur l'axe A7 et A9. A l'aide des valeurs tutélaires du rapport LE NET, nous évaluerons, de manière classique, le coût de l'insécurité PL. Nous étudierons le détail des accidents observés sur l'axe avec l'aide des données transmises par l'Observatoire Régional de la Sécurité Routière (DRE Rhône-Alpes), puis nous extrapolerons les résultats de l'axe A7 sur l'axe A9 jusqu'à Montpellier. Afin de déterminer le nombre d'accidents et de préciser leur gravité (tués, blessés graves, blessés légers) en fonction des PL impliqués, nous proposerons une méthode susceptible de nous fournir une clé de répartition entre les PL et les autres classes de véhicules. **Notre souci est de mettre en évidence une clé de répartition pertinente afin d'isoler le coût de l'insécurité PL du coût total tous véhicules compris.** La recherche de cette clé de répartition se fera par le cheminement suivant :

1) **une approche moyenne en fonction de résultats nationaux** (clé de répartition nationale en fonction notamment des remboursements d'assurance reprise dans de nombreuses études menées par le LET). Nous expliquerons pourquoi cette clé de répartition nationale ne peut être appliquée à l'axe A7-A9 de façon pertinente.

2) **une approche différenciée en fonction de résultats locaux :**

* **une première définition en termes de taux d'implication** qui repose sur le taux d'implication des PL couramment admise jusqu'ici. Il s'agit du nombre de poids lourds impliqués rapporté au nombre de véhicules total impliqués. Cet indicateur constituera notre première clé de répartition. **Cette approche minimise l'implication totale des poids lourds dans les accidents.**

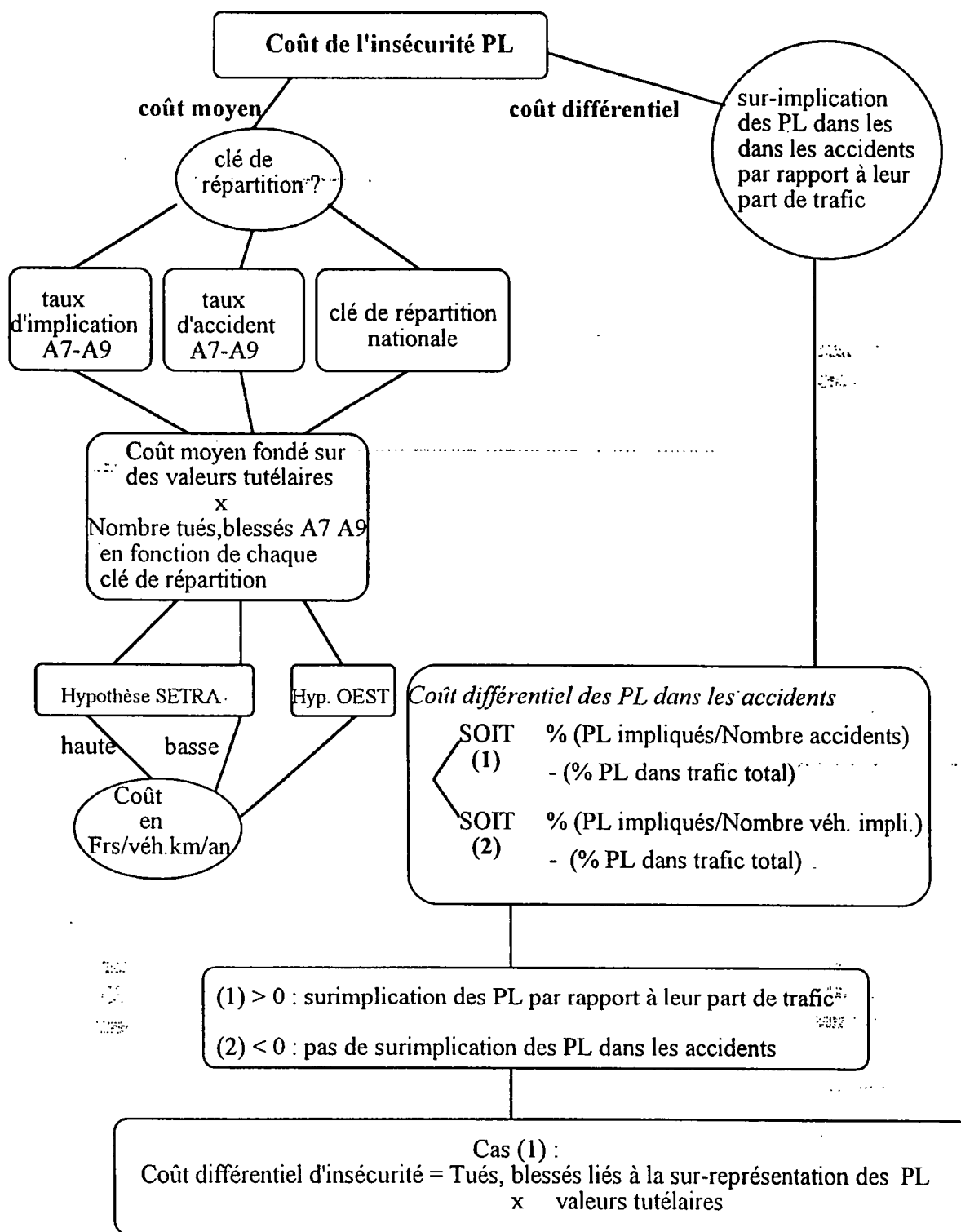
* **une deuxième définition en termes de taux d'accidents** a été retenue. Il s'agit du taux d'accidents calculé en rapportant le nombre de poids lourds impliqués au nombre d'accidents. Cette approche constituera notre deuxième clé de répartition. Cette définition permet d'atténuer les distorsions dues au fait que les accidents avec PL impliquent, en moyenne, un nombre plus important de véhicules que les accidents entre VL.

Le problème posé par l'approche précédente tient au fait qu'elle admet inévitablement l'implication d'un seul poids lourd par accident. Cette deuxième approche nous donnera donc une estimation plus élevée de l'implication des poids lourds. Effectivement dans ce second cas le dénominateur qui est le nombre d'accidents reste inférieur ou égal au nombre total de véhicules impliqués. Mais, d'un autre côté, et si l'on s'en tient au cadre strict de cette analyse, **cette approche minimise tout de même l'implication des poids lourds puisque, par exemple, dans le cas de 2 poids lourds impliqués en moyenne par accidents, on aurait à faire à une valeur d'implication beaucoup plus forte.**

Face à la grande imprécision de certaines sources, nous serons amenés à nuancer nos différentes évaluations. Nous reprendrons donc les **trois séries d'hypothèses à l'horizon 2010** définies dans le chapitre préliminaire. (hypothèse SETRA haute et basse, hypothèse OEST).

L'axe final de l'étude, comme cela est présenté dans le diagramme suivant, abordera une dernière piste de recherche : nous tenterons en effet d'évaluer, de façon monétaire, l'éventualité d'une **coût différentiel**, conséquence d'une possible sur-implication des poids lourds dans les accidents par rapport à leur part de trafic. Nous préciserons ce dernier axe de recherche en dernière partie de cette étude sur l'insécurité PL.

Le schéma suivant résume les différentes analyses que nous mènerons dans cette étude.



1) La clé de répartition en fonction du taux d'implication se définit comme le rapport entre le nombre de PL impliqués et le nombre total de véhicules.

2) la clé de répartition en fonction du taux d'accident se définit comme le rapport entre le nombre de PL impliqués et le nombre d'accidents.

II.1.C Responsabilité des P.L. dans l'insécurité autoroutière : trois approches possibles

Il est indispensable de mettre en place une clé de répartition fondée sur différentes observations, nationales d'une part, et locales, d'autre part, afin de répartir pour chaque classe de véhicule les différents coûts de l'insécurité autoroutière. Deux sources de renseignements nous sont très utiles : les bilans des compagnies d'assurance et les statistiques accidents des Observatoires Régionaux de la Sécurité Routière. Nous ferons également le parallèle avec de nombreuses études menées, sur ce sujet, au sein du Laboratoire d'Economie des Transports.

(a) Approche classique en fonction d'une clé de répartition nationale :

Les informations regroupées au sein des comptes de la Nation, et en particulier aux dépenses des compagnies d'assurances en matière d'accidents de la route nous permettent de comprendre la répartition des coûts d'accidents au niveau national. Elle fait état de la répartition suivante :

Clé de répartition nationale des coûts des accidents imputables aux différentes catégories de véhicule

Type de véhicule	Clé de répartition (base 1990)
VP	79 %
VUL	4,9 %
VTC	2,1 %
PL	14 %
total (hors motos)	100 %

Source : Laboratoire d'Economie des Transports, Etude SNCF n°2

Ces résultats ont été obtenus en répartissant les dépenses liées aux accidents telles qu'elles apparaissent dans les Comptes de la Nation 1987²². Ces résultats peuvent être vérifiés à l'aide des dépenses d'assurances effectuées par les transporteurs routiers. Il semble en effet que les assureurs sont les mieux placés pour connaître les risques propres à chaque type de véhicules. Les dépenses PL en assurances ont été en 1989 de 2,4 milliards de francs, ce qui représentait 14 % du total des dépenses d'assurance de l'ensemble des usagers de la route²³. Ces résultats concordent aussi avec l'étude menée en 1992 par la DRE "Rhône-Alpes". Selon les résultats de cette étude, les poids-lourds sont impliqués au niveau national et sur l'ensemble du réseau dans 6,2 % des accidents seulement mais il s'agit d'accidents plus graves que la moyenne (13,5 % des accidents mortels)²⁴.

L'observation attentive de l'axe A7-A9 met en évidence de nombreuses particularités soulignées dans le chapitre préliminaire. Il convient donc de s'éloigner d'une approche nationale de l'insécurité PL sur l'axe A7 et A9 et de se focaliser sur la recherche d'une clé de répartition locale.

²² Le Centre de Documentation et d'Information sur l'Assurance nous a confirmé cette clé de répartition pour 1990.

²³ M. Braibant, OEST, 1991. "Le compte de la route en France : 1000 milliards de francs, pour qui ? par qui ?

²⁴ DRE "Rhône-Alpes", CETE de Lyon, "Les accidents de PL en Rhône-Alpes", mai 1992

(b) Première approche locale : le taux d'implication, défini comme le rapport entre le nombre de PL impliqués et le nombre total de véhicules accidentés

Une observation des fichiers statistiques d'accidents sur l'axe A7 fait apparaître les résultats suivants en termes d'implication PL. Ces informations ont été regroupées pour la Région Rhône-Alpes uniquement et constitue notre première clé de répartition des accidents entre les PL et le nombre total de véhicules. Nous étendrons les résultats obtenus sur l'autoroute A7 (entre Vienne et le Sud de la Drôme) à l'ensemble du tronçon A7-A9.

<i>1991 à 1992</i>	<i>implication PL (en %) Sens Nord-Sud</i>	<i>implication PL (en %) Sens Sud-Nord</i>
<i>Lyon-Ternay</i>	<i>11,6</i>	<i>16,4</i>
<i>Ternay - Vienne</i>	<i>5,3</i>	<i>9,3</i>
<i>Vienne - Auberives</i>	<i>11,5</i>	<i>37,5</i>
<i>Auberives - Chanas</i>	<i>8,9</i>	<i>16,7</i>
<i>Chanas - Tain</i>	<i>23,2</i>	<i>8,2</i>
<i>Tain - Valence Nord</i>	<i>58,3</i>	<i>16,7</i>
<i>Valence Nord - Valence Sud</i>	<i>13,3</i>	<i>26,3</i>
<i>Valence Sud - Loriol</i>	<i>20,8</i>	<i>33,9</i>
<i>Loriol - Montélimar Nord</i>	<i>36</i>	<i>0</i>
<i>Montélimar Nord - Montélimar Sud</i>	<i>38,2</i>	<i>17,6</i>
<i>Montélimar Sud - Drôme</i>	<i>25,6</i>	<i>24,1</i>
<i>TOTAL (moyenne pondérée)</i>	<i>17,4</i>	<i>17,1</i>

Source : Observatoire Régional de la Sécurité Routière, DRE Rhône-Alpes

Par rapport aux observations précédentes sur l'A7 en termes d'implication PL (17,4 %), on observe simplement que l'implication nationale des PL dans les accidents de la route citée dans le tableau précédent (14% dont 2% de VTC) est très proche des résultats observés sur l'A7, ce qui tend à confirmer l'exactitude de notre démarche.

De plus, l'étude du CETE sur les accidents de PL en Région Rhône-Alpes a fait apparaître un doublement de la gravité des accidents PL pour la région Rhône-Alpes de même qu'une légère accentuation du niveau de gravité des accidents en termes de blessés graves. On observe à l'inverse une baisse très sensible du nombre de blessés légers dans le cas d'accidents de PL. Il est indispensable, pour nos estimations à venir, d'en tenir compte (cf tableau suivant).

	Accident. avec PL	Accident. sans PL
nombre de tués / 100 acc.	13,5	7,5
nombre blessés graves / 100 accidents	38,2	30
nombre de blessés légers / 100 accidents	120	139

Source : Les accidents de PL en Région Rhône-Alpes, CETE, DRE Rhône-ALpes

Nous nous appuyerons sur ces hypothèses pour définir la clé de répartition proposée pour une analyse du coût local moyen de l'insécurité PL :

Clé de répartition en Vallée du Rhône (A7) en fonction du taux d'implication :

Nombre de poids lourds impliqués : 17 % x nombre total de véhicules impliqués

Tués : 34 % x nombre total de tués

Blessés graves : 22 % x nombre total de blessés graves

Blessés légers : 17 % x nombre total de blessés légers

(c) Deuxième approche locale : le taux d'accident, défini comme le rapport entre le nombre de PL impliqués et le nombre d'accidents

Cette deuxième clé de répartition va nous servir de point d'ancrage pour un éclatement des accidents survenus sur l'axe A7-A9 en fonction des PL et autres véhicules. Nous poursuivons la démarche précédente :

- Sens Nord Sud

SÈNS NORD - SUD 1991 à 1992	nombre de PL impliqués	Nombre total d'accidents	Nombre de PL impliqués par rapport aux accidents
<i>Lyon-Ternay</i>	22	104	21%
<i>Ternay - Vienne</i>	1	12	8%
<i>Vienne - Auberives</i>	7	30	23%
<i>Auberives - Chanas</i>	7	35	20%
<i>Chanas - Tain</i>	16	36	44%
<i>Tain - Valence Nord</i>	7	6	116 % (1)
<i>Valence Nord - Valence Sud</i>	2	8	25%
<i>Valence Sud - Loriol</i>	11	26	42%
<i>Loriol - Montélimar Nord</i>	9	12	75
<i>Montélimar Nord - Montélimar Sud</i>	13	17	76%
<i>Montélimar Sud - Drôme</i>	10	18	56%
TOTAL (moyenne pondérée)	105	304	35%

Source : Observatoire Régional de la Sécurité Routière, DRE Rhône-Alpes

(1) ce résultat signifie que sept poids lourds ont été impliqués dans six accidents (Il ya a au moins un accident dans lequel étaient impliqués deux PL).

- Sens Sud Nord

SENS SUD - NORD 1991 à 1992	nombre de PL impliqués	Nombre total d'accidents	Nombre de PL impliqués par rapport aux accidents
<i>Drôme - Montélimar Sud</i>	7	15	47%
<i>Montélimar Sud - Montélimar Nord</i>	6	18	33%
<i>Montélimar Nord - Loriol</i>	0	8	0
<i>Loriol - Valence Sud</i>	19	27	70%
<i>Valence Sud - Valence Nord</i>	5	10	50%
<i>Valence-Nord - Tain</i>	1	3	33%
<i>Tain-Chanas</i>	9	53	17%
<i>Chanas-Auberives</i>	4	14	29%
<i>Auberives -Vienne</i>	6	9	66%
<i>Vienne - Ternay</i>	4	23	17%
<i>Ternay - Lyon</i>	26	81	32%
TOTAL (moyenne pondérée)	87	261	33 %

Source : Observatoire Régional de la Sécurité Routière, DRE Rhône-Alpes

Tout en observant une certaine régularité entre le sens Nord-sud et le sens Sud-Nord, nous parvenons à observer un taux d'accident de 33%. En reprenant les hypothèses précédentes concernant la relation gravité des accidents et implication des PL, nous pouvons proposer la clé de répartition suivante :

Clé de répartition en Vallée du Rhône (A7) en fonction du taux d'accidents :

Nombre de poids lourds impliqués : 33 % du nombre total d'accidents

Tués : 66 % du nombre total de tués

Blessés graves : 43 % du nombre total de blessés graves

Blessés légers : 33 % x nombre total de blessés légers

(d) Tableau de synthèse : responsabilité des poids lourds dans l'insécurité routière

	implication des poids lourds dans les accidents (A7)
Moyenne nationale	6 %
Sur A7 :	
* En fonction du taux d'implication	17 %
* En fonction du taux d'accident	33 %

Quel que soit l'indicateur retenu, il apparaît que le niveau d'implication des poids lourds dans les accidents sur l'axe A7 reste bien supérieur à la moyenne nationale de l'implication des poids lourds dans les accidents.

(e) De l'implication...à la responsabilité !

L'objet de cette partie est de tenter brièvement de préciser l'implication des poids-lourds dans les accidents en termes de responsabilité. Nous ferons appel pour cette tâche aux statistiques nationales communiquées par la Gendarmerie Nationale qui ont un intérêt particulier dans les accidents de la route du fait de leur analyse sur la responsabilité des différents types de véhicules. Néanmoins ces informations ne font pas apparaître explicitement le détail de la responsabilité PL sur autoroutes. Nous effectuerons seulement une analyse globale, résumée, le tableau suivant :

	Responsabilité (Nombre de véhicules responsables)	Conséquences en termes de tués	Conséquences en termes de blessés	Impact des véhicules responsables en termes de tués	Impacts des véhicules responsables en termes de blessés (1)
VP	39300	5052	63872	12,8 %	162 %
PL	2221	289	3124	13 %	141 %

Source : Statistiques annuelles des accidents de la circulation routière, Gendarmerie Nationale, 1992

(1) ce ratio nous renseigne sur les conséquences en termes de blessés des accidents de véhicules responsables.

Les résultats en pourcentage nous renseignent sur l'impact des véhicules responsables en termes de tués et de blessés : il apparaît que les véhicules personnels sont plus responsables que les poids lourds dans le nombre total de blessés

En poursuivant nos recherches, nous avons consulté les informations communiquées par le Centre de documentation et d'Information sur l'Assurance. Sur 1000 conducteurs de PL, 220 d'entre eux provoquent chaque année un accident matériel ou corporel. A titre de comparaison, les automobilistes sont à 71 pour 1000, les motocyclistes à 55 pour 1000 et les cyclomotoristes à 30. Ce résultat concernant les PL pourrait dans un premier temps nous faire penser à une forte surimplication de ceux-ci dans les accidents de la route. Mais il est important de noter que les conducteurs de PL parcourent en moyenne 3 fois plus de km que les automobilistes et six fois plus que les pilotes de deux-roues. En fonction de cette approche, il est impossible de mesurer une plus grande responsabilité des conducteurs de PL dans les accidents de la route.

Concernant le coût comparé des PL et des VL dans les accidents de la route, la répartition par classe de véhicules des coûts moyens des sinistres automobiles (matériels et corporels) peut nous apporter un nouvel éclairage sur cette question de l'implication. Les PL représentent la classe la plus importante avec un coût moyen du sinistre matériel de 9350 Frs (contre 7050 pour les VL) et, pour un sinistre corporel, de 113000 frs (contre 76000 pour les VL). De façon logique, on peut donc affirmer que les PL, s'il ne sont pas sur-représentés dans les accidents de la route, ont un coût moyen par accident bien plus élevé que les VL.

II.1.D Valorisations monétaire sur A7 - A9

Pour parvenir à une estimation des dommages dus à l'insécurité, nous ferons appel aux différents travaux sur la valorisation de l'intégrité physique et morale de la personne humaine, qui ont permis de déterminer ce qui est appelé le "coût du mort".

La plupart des nations occidentales ont développé une réflexion sur ce sujet qui a conduit à mettre en place un coût tutélaire qui néanmoins varie fortement d'une nation à l'autre eu égard aux différentes valorisations de la vie humaine. Ces valorisations peuvent, de façon générale, être regroupées sous 2 ordres :

- Les pays anglo-saxons établissent leurs évaluations à partir d'enquêtes fondées sur la méthode des préférences déclarées. Pour chaque individu enquêté, on cherche à déterminer l'investissement qu'il est prêt à consentir pour la mise en place de mesures supplémentaires contribuant à réduire le risque d'accidents. L'agrégation de ces consentements individuels à payer permet d'obtenir une valeur collective qui représente plus une mesure des efforts que la société est prête à consentir pour diminuer des risques qu'une évaluation directe du coût du mort. Cette approche s'inscrit donc dans le cadre d'une "disposition à payer" que la société est prête à faire pour sauvegarder la vie d'un individu.

- En France et en Allemagne, l'évaluation du coût du mort ou du blessé se fait en calculant les frais moyens d'hospitalisation et la perte de richesse nationale potentielle liée à la disparition momentanée (blessé) ou définitive (tué) d'un agent productif. Cette méthode d'évaluation reste donc plus proche de la notion de dommages subis par la collectivité (même si, en se supposant à l'optimum, on peut considérer qu'il y a égalisation des coûts marginaux des dommages et consentement marginal à payer pour un peu plus de sécurité). Elle présente par contre l'inconvénient d'être facilement confondue avec une tentative d'évaluation du prix de la vie humaine. Ce coût pour la collectivité de la perte d'une vie humaine a été adopté par Mr. Le Net dans l'étude intitulée "Le prix de la vie humaine" qui lui a été commandée par la Direction des Routes, la Direction de la Sécurité et de la Circulation Routière et le Conseil Général des Ponts et Chaussées.

Dans les faits, ces coûts tutélaires varient donc fortement. Le coût du mort en France, encore en vigueur en 1993, était de 1,8 MF (réactualisation actuelle à 3,26 millions de Frs suite aux rapports Le Net). En Allemagne ce coût s'établit à 4,5 millions de Frs, en Angleterre, il est de l'ordre de 7 millions de Frs. Le tableau présenté page suivante exprime bien la grande diversité des estimations en ce qui concerne une évaluation du coût de l'insécurité par le prix de la vie humaine. Dans le cadre de cette étude, nous ferons précisément appel aux différents coûts proposés par le rapport Le Net et présenté dans le tableau suivant. Il est évident que la multiplicité des études sur le "coût du mort" nous amène à nuancer notre propos en fonction des hypothèses de travail retenues (cf. tableau page suivante).

	valeur tutélaire
tué	3,26 Millions de Frs
blessé grave	370 000 Frs
blessé léger	79 000 Frs
accident matériel	16 000 Frs

Source : rapport Le Net

Légende :

- ED : Estimation directe.
 DA : Décision arbitraire.
 PP : méthode de la "perte de production".
 VAVP : méthode de la "valeur des années de vie perdues".
 PI : méthode des "préférences individuelles".
 AD : méthode "d'analyse des décisions".

PAYS	Date	Méthode	p.v.h. (F90)
Approche "Capital Humain"			
ALLEMAGNE	1988	PP	4 600 000
AUTRICHE	1983	PP + ED	3 922 500
AUSTRALIE	1985	PP + ED	2 789 000
BELGIQUE	1983	PP + ED	2 154 000
CANADA	1989	PP	1 747 600
ETATS-UNIS	1986	PP	3 035 000
FRANCE	1985	VAVP + ED	1 860 000
LUXEMBOURG ⁴	1978	PP + ED	de 70 240 à 2 912 000
NORVEGE	1988	PP	2 340 000
NOUVELLE- ZELANDE	1986	PP + ED	1 066 000
	1987	PP + ED + DA	3 109 500
PAYS-BAS	1983	PP	642 000
Approche "disposition à payer"			
ETATS-UNIS	1988	PI + AD	16 188 500
FINLANDE	1990	PP + AD	10 721 000
GRANDE BRETAGNE	1990	PI + AD	7 436 000
SUEDE	1990	PP + PI	6 956 000
SUISSE ⁵	1988	PP + PI + AD	de 4 387 000 à 65 802 000

Source : "Le prix de la vie humaine" [1].

⁴ / Le "prix de la vie humaine" varie selon l'âge de la victime

⁵ / La méthode Suisse de calcul du "prix de la vie humaine" prend en compte le coût du risque. Quatre classes de risque ont été définies : risque librement consenti, risque à grande responsabilité individuelle, risque à faible responsabilité individuelle et risque indépendant de l'individu. Le coût du risque croît lorsque la responsabilité individuelle de l'individu décroît. C'est-à-dire que la collectivité accorde plus de valeur à la sauvegarde d'un individu quand la responsabilité de celui-ci n'est pas impliquée. Dans le tableau sont indiquées les estimations avec risque librement consenti et risque indépendant de l'individu.

(a) Valorisation en 1992 sur la base des valeurs moyennes nationales

Rappelons que le coût de l'insécurité se mesure comme la somme des dommages causés par la route, non compensés par les remboursements des compagnies d'assurance. Ces coûts sont considérés comme externes pour la collectivité : il n'y a pas de distinction à faire entre les victimes et les responsables. Comme nous l'avons déjà mis en valeur, les dommages sont évalués sur la base de coûts tutélaires du mort et du blessé fixé par l'Etat.

Les données de trafic ont été proposées et estimées par l'ASF et le SETRA. En ce qui concerne le niveau de l'insécurité, nous avons fait appel aux chiffres publiés par Robert Laffont, Ingénieur Général des Ponts et Chaussées, Délégué Général de l'Association des Sociétés Françaises d'Autoroutes. Le niveau des coûts tutélaires "du mort" est établi par l'Etat. Nous reprendrons les résultats du rapport Le Net.

Le coût de l'insécurité sur l'ensemble du réseau des autoroutes françaises concédées sera calculé par rapprochement au coût de l'insécurité sur l'ensemble du réseau inter-urbain à vitesse plutôt rapide, c'est-à-dire sur les RN et les autoroutes de dégagement non concédées. Notre analyse portera sur $454,383 \cdot 10^8$ véh.km (année 1992). Ce chiffre est proche des données de trafic présentées dans le rapport Brossier²⁵, notamment le nombre total de véhicules.km sur autoroutes s'élevant à 45 milliards de véh.km.

Les accidents en France en 1992 par type de voiries

	Nombre (auto. concédées)	Total (RN + Autoroutes de dégagement+auto. conc.)	1992 - Taux pour 10^8 véh.km (auto. conc.)
Accidents matériels	2 433	19 778	5,35
Tués	338	2 807	0,74
Blessés graves	1 283	9 226	2,82
Blessés légers	2 862	22 583	6,30

Source : Association des Sociétés Françaises d'Autoroutes

²⁵ Brossier Christian : *Nouvelle étude de l'imputation des coûts d'infrastructure de transport*, Conseil Général des Ponts et Chaussées.

Le passage à un calcul de coût s'appuiera sur les valeurs tutélaires du coût du mort proposées par le rapport Le Net. Enfin, nous retiendrons le coût moyen des dégâts matériels par accident calculé dans le rapport Brossier, soit 0,016 MF.

	Coût unitaire en millions de Frs (MF)	Auto. Concédées Coût total (MF)	RN + Auto. de Dégag. + Auto. Conc. Coût total (MF)
Coût des accidents matériels	0,016	39	317
Coût tués	3,26	1 102	9 151
Coût blessés graves	0,37	475	3 414
Coût blessés légers	0,079	226	1 784
Total	-	1842	14 666

Le coût de l'insécurité peut être estimé sur le réseau national des autoroutes concédées à près de 2 milliards de Frs pour l'année 1992 soit environ 4 centimes par véhicules.km. En élargissant le champ d'étude -c'est à dire en prenant en compte les routes nationales, les autoroutes de dégagement non concédées et les autoroutes concédées-, on peut estimer ce coût à environ 15 milliards de Frs. Une étude plus précise de la répartition routes nationales / autoroutes montre que les routes nationales sont, de loin, les plus meurtrières.

Ventilation des coûts totaux de l'insécurité autoroutière par types de véhicules

Type de véhicule	Clé de répartition (base 1990)	Coût de l'insécurité autoroutière (auto. conc.) en MF 1990	Coût de l'insécurité routière (auto conc. + auto de dégag. + RN) en MF 1990
VP	79 %	1 455	11 586
VUL	4,9 %	90	719
VTC	2,1 %	39	308
PL	14 %	258	2 053
Total (hors motos)	100 %	1 842	14 666

Source : Etude LET sur les effets externes en milieu urbain pour le compte de la SNCF

Au niveau national, le coût de l'insécurité poids lourds sur les autoroutes concédées s'élève à environ 260 millions de Frs. Sur l'ensemble du réseau des RN, des autoroutes concédées et de dégagement, ce coût dépasse 2 milliards de Frs. Il est évident qu'une telle approche nous permet de fixer un ordre de grandeur pour l'ensemble du réseau national. Elle ne peut être en effet reprise sans changement en ce qui concerne l'insécurité autoroutière en Vallée du Rhône. En effet, deux éléments importants ne peuvent être laissés de côté :

- Le trafic poids lourds sur l'A7 représente environ 20 % du trafic total. Il arrive très souvent que, de nuit, on observe plus de poids lourds que de véhicules légers.

- L'implication des poids lourds dans les accidents sur autoroute n'est pas homogène : elle doit être précisée par une étude locale des points d'insécurité maximale.

(b) Valorisation locale sur A7-A9 sur la base du taux d'implication

L'objet de cette partie est d'estimer le coût de l'insécurité autoroutière sur l'A7 (Vienne - Montpellier soit 276 km) en s'attachant à préciser une nouvelle fois le niveau d'implication des poids lourds dans ces coûts en fonction des valeurs nationales.

1) En 1992

COUT de l'INSECURITE sur l'axe A7-A9 entre Vienne et Montpellier

TRAFIC 4,65 milliards de véh.km en 1992 dont 1,1 milliards de PL.km

	Coût unitaire en millions de Frs (MF 1990)	Taux d'accidents entre Vienne et Montpellier en 1992 pour 10 ⁸ veh.km	Nombre d'accidents en fonction de la gravité	Coût total (en millions de frs 1990)
accidents mat.	0,016	32,31	1 502	24
tués	3,26	0,73	34	111
blessés graves	0,37	2,32	109	40
blessés légers	0,079	7,20	335	27
				202

COUT de l'INSECURITE Poids Lourds

	Clé de répartition (1)	Nombre d'accidents et gravité ayant impliqué des PL	Coût insécurité PL (en MF 1990)
accidents mat.	17 %	255	4
tués	34 %	12	39
blessés graves	22 %	24	9
blessés légers	17 %	57	4,5
			56,5

(1) mise en évidence dans la partie évaluation

En s'appuyant sur les valeurs proposées par le rapport Le Net et sur les données trafic 1992, nous avons pu mettre en évidence **un coût moyen de l'insécurité autoroutière proche de 200 millions de Frs/an, soit environ 5 centimes par véh.km.**

Le coût moyen annuel de l'insécurité du aux poids lourds sur cet axe s'élèverait à 60 millions de Frs environ.

2) A l'horizon 2010

A l'horizon 2010, nous reprendrons les hypothèses précédentes de croissance du trafic. Le problème principal que nous avons à résoudre maintenant réside dans le taux d'accident en 2010. En l'absence de réflexion pertinentes sur ce sujet, nous avons estimé une croissance linéaire du taux d'accident de 3 % par an depuis 1992 sensiblement équivalente à la croissance du trafic autoroutier sur A7 - A9. Les résultats sont présentés dans le tableau suivant. De plus, pour les tableaux suivants, nous allégerons ces tableaux par rapport aux calculs précédents en ne faisant apparaître que les résultats pour les PL.

Estimation linéaire de l'évolution du taux d'accident en fonction d'une hypothèse de croissance du trafic de 3 % par an

<i>Estimation de l'évolution du taux d'accident sur A7 - A9 (pour 10⁸ Veh.km)</i>	1992	2010
accidents mat.	32,31	55
tués	0,73	1,24
blessés graves	2,32	3,9
blessés légers	7,20	12,3

- Hypothèse haute de trafic

COÛT de l'INSECURITE PL sur l'axe A7-A9 entre Vienne et Montpellier
(8,43 milliards de véh.km dont 1,69 milliards de PL.km)

	Coût unitaire (en millions de Frs 1990)	Taux d'accidents estimé Vienne et Montpellier en 2010 pour 10 ⁸ veh.km	Nombre total d'accidents et gravité	Coût total en millions de Frs 1990
accidents mat.	0,016	55	4637	74
tués	3,26	1,24	105	341
blessés graves	0,37	3,9	329	122
blessés légers	0,079	12,3	1037	82
				619

	Clé de répartition	Nombre d'accidents et gravité ayant impliqué des PL	Coût insécurité PL (MF/an 1990)
accidents mat.	17 %	788	13
tués	34 %	36	117
blessés graves	22 %	72	27
blessés légers	17 %	176	14
			171

Sous cette hypothèse haute de trafic, nous estimons le coût moyen annuel de l'insécurité poids lourds sur l'A7 - A9 à 171 millions de Frs.

- Hypothèse basse de trafic

COÛT de l'INSECURITE PL sur l'axe A7-A9 entre Vienne et Montpellier

(7,23 milliards de véh.km dont 1,5 milliards de PL.km)

	Coût unitaire (en millions de Frs 1990)	Taux d'accidents estimé entre Vienne et Montpellier en 2010 pour 10 ⁸ veh.km	Nombre d'accident et gravité	Coût total (en millions de Frs 1990)
accidents mat.	0,016	55	3977	64
tués	3,26	1,24	90	293
blessés graves	0,37	3,9	282	104
blessés légers	0,079	12,3	889	70
				531

	Clé de répartition	Nombre d'accidents et gravité ayant impliqué des PL	Coût insécurité PL (en MF 1990)
accidents mat.	17 %	676	11
tués	34 %	31	101
blessés graves	22 %	62	23
blessés légers	17 %	151	12
			147

Sous cette hypothèse basse de trafic et sur la base du taux d'implication, nous pouvons estimer que le coût moyen annuel de l'insécurité poids lourds sur l'A7 - A9 s'éleva à environ 147 millions de Frs/an.

(c) Valorisation locale sur A7-A9 sur la base du taux d'accident

1) en 1992

COÛT de l'INSECURITE Poids Lourds

	Clé de répartition (2)	PL	Coût insécurité PL (en MF 1990)
accidents mat.	33 %	496	8
tués	66 %	22	73
blessés graves	43 %	47	17
blessés légers	33 %	111	9
			107

En s'appuyant sur les valeurs proposées par le rapport Le Net et sur les données trafic ASF 1992 (4,65 milliards de véh.km en 1992), nous avons pu mettre en évidence :

Un coût moyen annuel de l'insécurité du aux poids lourds qui s'élèverait à 107 millions de francs environ sous l'hypothèse de valorisation en fonction du taux d'accident.

2) à l'horizon 2010

- Hypothèse haute de trafic

(8,43 milliards de véh.km dont 1,69 milliards de PL.km)

COÛT de l'INSECURITE Poids Lourds

	Clé de répartition	PL	Coût insécurité PL (MF/an 1990)
accidents mat.	33 %	1530	25
tués	66 %	69	225
blessés graves	43 %	141	52
blessés légers	33 %	342	27
			329

Sous cette hypothèse forte de trafic, nous pouvons estimer que le coût moyen annuel de l'insécurité poids lourds sur l'A7 - A9 approcherait 329 millions de Frs

- Hypothèse basse de trafic

(7,23 milliards de véh.km dont 1,5 milliards de PL.km)

COÛT de l'INSECURITE Poids Lourds

	Clé de répartition	PL	Coût insécurité PL (en MF 1990)
accidents mat.	33 %	1312	21
tués	66 %	59	183
blessés graves	43 %	121	45
blessés légers	33 %	293	23
			272

Sous cette hypothèse basse de trafic, nous pouvons estimer que le coût moyen annuel de l'insécurité poids lourds sur l'A7 - A9 s'élèverait à environ 272 millions de Frs.

d) Valorisation en fonction des hypothèses OEST

Les hypothèses OEST de trafic sont les suivantes pour 2010 sur l'axe étudié : 9,5 milliards de véh.km dont 2,77 milliards de PL.km. Suivant notre analyse, nous éclaterons cette hypothèse en fonction des 2 clés de répartition précédemment définies (taux d'implication et taux d'accident). Nous considérerons une fixité du taux d'implication et du taux d'accident à l'horizon 2010. Il serait intéressant dans une étude complémentaire de modéliser l'évolution de ces taux en s'appuyant sur les résultats observés sur l'axe A1 par exemple.

1) En fonction du taux d'implication

COUT de L'INSECURITE POIDS LOURDS

	Clé de répartition	PL	Coût insécurité PL (MF 1990/an)
accidents mat.	17 %	888	14
tués	34 %	40	130
blessés graves	22 %	82	30
blessés légers	17 %	199	16
			190

Sous les hypothèses OEST de trafic et en fonction du taux d'implication, nous pouvons estimer un coût annuel d'insécurité poids lourds sur l'axe A7-A9 de 190 millions de francs.

2) En fonction du taux d'accident

COUT de L'INSECURITE POIDS LOURDS

	Clé de répartition	PL	Coût insécurité PL (MF 1990/an)
accidents mat.	33 %	1724	28
tués	66 %	78	254
blessés graves	43 %	159	59
blessés légers	33 %	386	31
			372

Sous cette hypothèse forte de trafic, nous pouvons estimer que le coût annuel de l'insécurité poids lourds sur l'A7 - A9 approcherait les 372 millions de Ers.

Tableau de synthèse : une évaluation des coûts de l'insécurité des poids lourds

Insécurité PL	1992	2010 - Hyp. basse	2010 - Hyp. haute	2010 - Hyp. OEST
Trafic total (en milliards de véh.km)	4,65	7,23	8,43	9,5
Trafic poids lourds (en milliards de PL.km)	1,1	1,5	1,69	2,77
En fonction du taux d'implication (en millions de francs 1990)	57	147	171	190
En fonction du taux d'accident (en millions 1990)	107	272	329	372

En fonction du taux retenu (taux d'implication ou taux d'accident), nous observons un doublement du coût d'insécurité en 1992, soit un surcoût de 50 millions sur la base du taux d'accident. A l'horizon 2010, nos estimations de différentiel de coût entre taux d'implication et taux d'accident varient de 120 à 200 millions de Frs selon les hypothèses de trafic et d'accident retenues. Il s'agit d'un doublement du coût de l'insécurité.

II.1.E Vers une sur-implication des poids lourds dans les accidents sur autoroute: Tentatives de valorisation monétaire sur A7 - A9

L'objectif de cette partie est de tenter d'estimer le coût monétaire d'une éventuelle surimplication des poids lourds dans les accidents sur A7-A9. Pour cela, nous comparerons leur part du trafic par rapport au trafic total (20 % sur A7-A9) à leur implication dans les accidents.

Nous reprendrons la méthodologie d'étude proposée en introduction : approche différenciée nationale et locale. Pour l'approche locale, nous nous appuyerons, comme précédemment, soit le taux d'implication (clé n°1) soit le taux d'accident (clé n°2).

(a) Analyse nationale : synthèse d'une étude du CETE sur l'implication des poids lourds sur l'ensemble du réseau routier:

Nous utilisons les données de trafic et d'accidents répertoriées par les services de Sécurité à la Direction Régionale de l'Equipement de la Région Rhône-Alpes, qui a recensé 5875 accidents impliquant des poids lourds sur un total de 144 581 autres véhicules ou piétons impliqués, soit une part d'implication de 4% (ou 4,47 % si l'on ne tient pas compte des piétons). Afin de mesurer, au niveau national, le degré d'implication des poids lourds dans les accidents de la route, nous sommes amenés à prendre en considération 2 facteurs :

- la proportion des poids lourds dans le parc français, soit 1,51 %
- le kilométrage moyen des poids lourds : Selon les analyses de l'OEST, le kilométrage moyen par catégorie de véhicule peut s'écrire de la façon suivante :

- 1- Tracteurs routiers : 90 000 km/an
- 2- poids lourds charge utile > 3 T. : 28 000 km/an
- 3- poids lourds avec C.U. < à 3 T. : 14 000 km/an

Si l'on se fonde sur une définition allant du véhicule utilitaire (> à 3 T.) au 38 tonnes (avec pondération en fonction du poids de chaque catégorie dans le parc des véhicules, c'est-à-dire 61,6 % de camions et 38,4 % de tracteurs), on arrive à un résultat de l'ordre de 51 800 kilomètres par an soit près de 4 fois celui d'un véhicule léger. Ces résultats nous permettent alors de poser les relations suivantes:

- Le rapport entre la part d'accidents dans lesquels sont impliqués des poids lourds et la proportion de poids lourds dans le parc s'établit à 3 environ.
- De même le rapport entre le kilométrage moyen des poids lourds et le kilométrage moyen des véhicules légers s'établit à 4 environ.

On peut en conclure, selon les résultats du CETE, qu'il n'y a pas de surimplication des poids lourds dans les accidents de la route au niveau national. Ces résultats sont partagés dans les différentes études menées en particulier par le CETE qui observe en effet que les poids lourds sont moins impliqués dans les accidents de la circulation que ne le laisserait supposer leur part de trafic. Ce résultat peut être expliqué de nombreuses façons :

- conduire un poids lourd est un métier
- le coût du véhicule et sa cargaison représente un enjeu important
- les conducteurs de poids lourds deviennent rapidement des conducteurs expérimentés en raison des kilométrages élevés qu'ils parcourent
- un poids lourd est plus visible qu'un autre usager; peut-être est-il plus facile à éviter ?

- Implication des poids lourds sur routes nationales et sur autoroutes:

Des calculs similaires ont été menés sur routes nationales et sur autoroutes. Dans les deux cas, on a cherché à déterminer, dans un premier temps, la proportion de poids lourds dans le trafic. On a ensuite comparé ce résultat avec la proportion de poids lourds impliqués dans les accidents à 1 véhicule, 2 véhicules, 3 véhicules et plus. C'est sur l'autoroute qu'ont été observées les plus fortes implications de poids lourds dans des accidents avec des proportions de 18,6 % pour les accidents avec 1 véhicule, 10,9 % pour les accidents avec 2 ou 3 véhicules et 7,6 % pour les accidents avec plus de 3 véhicules. A l'exception des accidents à 2 véhicules, on peut également conclure, précise le rapport du CETE, à une sous-implication des poids lourds dans les accidents sur autoroutes.

(b) Analyse locale : existe-t-il un coût différentiel de l'insécurité PL sur A7-A9 ?

L'objectif de cette partie est de tenter d'évaluer monétairement le coût différentiel imposé à la collectivité par le trafic poids lourd sur l'axe autoroutier A7 - A9. Sur le tronçon observé, cette analyse peut être menée en distinguant les 2 sens :

- en ce qui concerne le taux d'implication (17 %), on ne peut parler de sur-implication des poids lourds dans les accidents par rapport à leur part de trafic (20%).

- en ce qui concerne le taux d'accident (33 %), il est intéressant d'étudier le coût différentiel de l'insécurité PL par rapport à leur part de trafic (20%).

Tentons donc maintenant de préciser le surcoût d'insécurité supporté par la collectivité et imputable aux poids lourds. Il convient alors de déterminer le nombre de tués, blessés graves et blessés légers imputable à une sur-représentation des poids lourds dans les accidents.

Sens Sud-Nord

Le coût différentiel observé est de 34 accidents par rapport à la part de trafic poids lourds. En effet, le calcul $(87-x)/261 = 20,4 \%$ avec $x=34$ induit une implication des poids lourds qui est à peu près équivalente à la part des poids lourds dans le trafic en Vallée du Rhône (20%).

Il est intéressant de déterminer, à partir de ces accidents, le nombre de tués, blessés graves et blessés légers qui auraient pu être évités. Dans cet objectif, il convient de s'appuyer sur l'hypothèse suivante : cette hypothèse de travail s'inspire des résultats d'une étude menée par la Direction Régionale de la Sécurité Routière sur les accidents de poids lourds en Région Rhône-Alpes (sur cinq années d'observations). Par rapport à un nombre d'accidents de poids lourds donné, cette étude relève une répartition selon la gravité des accidents qui est la suivante : 11,4% de tués, 38 % de blessés graves et 120 % de blessés légers. Cela revient, dans cet exemple, à considérer les données suivantes : 4 tués, 13 blessés graves, 41 blessés légers.

Sens Nord-Sud

La même approche pour l'axe Nord Sud revient à prendre en compte, par rapport à leur part de trafic, un coût différentiel d'accident d'environ 43 accidents impliquant des poids lourds soit 5 tués, 16 blessés graves et 52 blessés légers.

Synthèse

Au total, sur l'ensemble des deux sens et par rapport à leur part de trafic, la surimplication estimée des poids lourds dans les accidents survenus sur autoroutes s'élève, entre 1991 et 1992, à près de 77 accidents soit environ 9 tués, 29 blessés graves et 93 blessés légers si l'on se réfère aux études statistiques menées par la DRSR à Lyon.

En prenant pour nouvelle hypothèse de travail les valeurs tutélaires proposées par le rapport Le Net, le coût différentiel estimé du trafic poids lourds en termes d'insécurité s'élève à 50 millions de Frs/an entre 1991 et 1992 (tronçon Lyon-Montélimar Sud) soit environ, pour 920 millions de PL.km environ (sur une base de 20 % de poids lourds et un trafic total en véh.km de 4,6 milliards entre Vienne et Berre), un coût par véh.km de 5 centimes (0,054 Frs/PL.km).

Pour une longueur de réseau de 300 km environ, le coût différentiel local d'insécurité directement imputable aux poids lourds pourrait être de 14 Frs/PL. Sur le tronçon Lyon-Montélimar Sud, ce coût différentiel est estimé à 50 millions de Frs.

Eu égard aux réserves mentionnées ci-dessous face à cette analyse, une première forme d'internalisation de ce coût différentiel d'insécurité serait d'ajouter un nouveau supplément poids lourds au prix du péage pratiqué. Mais la question reste entière à savoir quelles seront les conséquences de cette hausse, en fait très minime, en termes de trafic et de sécurité d'une part, et, d'autre part, en termes de report modal ? Un transfert d'une partie du trafic poids lourds sur la route nationale, consécutive à une forte hausse des droits de péage, serait en effet en matière d'insécurité...catastrophique.

Concernant cette recherche assez singulière, **une remarque importante** doit cependant être apportée :

Ces résultats se fondent sur le choix d'un indicateur d'implication particulier puisque nous le définissons ici comme le rapport entre le nombre de poids lourds impliqués et le nombre d'accidents. Nous avons précisé qu'un choix différent quant à la définition de l'indicateur pouvait amener des résultats différents voire contradictoires.

II.2 L'INSECURITE DANS LE TRANSPORT FLUVIAL

II.2.A Estimation du niveau de l'insécurité

(a) En 1992

L'étude du coût externe "insécurité" dans le transport fluvial permettra de montrer quel peut être l'apport de ce mode dans l'optique d'une politique de réduction de l'insécurité dans le secteur des transports de marchandises. Le problème principal qui se pose à l'heure actuelle est de limiter voire de réduire le degré d'insécurité sur les routes. Outre les mesures à appliquer directement aux usagers de la route, on peut rechercher dans les autres modes de transport de marchandises des moyens pour infléchir l'insécurité routière. Nous prenons le parti de nous intéresser au rôle du transport fluvial.

Le transport fluvial est un mode plus sûr du fait des moindres possibilités d'accidents permises grâce aux caractéristiques des bateaux et de l'infrastructure. Aucun accident grave, avec des dommages corporels importants, blessés ou tués, n'est survenu sur l'axe rhodanien depuis environ 25 ans. Les seuls risques pouvant être mentionnés concernent les transbordements.

Le transport fluvial offre donc une sécurité relativement élevée, le bilan pour 1992 en termes d'accidents lors des déplacements est nul.

(b) Estimation à l'horizon 2010

A l'horizon 2010, l'apparition du phénomène d'insécurité dépendra de l'intensité du trafic et des modernisations en infrastructure (flotte en particulier). Deux évolutions peuvent être distinguées selon la croissance du trafic. Les estimations de trafics que nous prendrons pour le calcul des coûts externes sont celles retenues par la Direction des Routes :

Année	Hypothèse Basse (MT)	Hypothèse Haute (MT)
90	4,47	-
95	6,9	7
2000	9	12,9
2010	11	16,6

Source : Direction des Routes, La Note d'Information de la DTT, n°126.

Dans l'hypothèse basse (11 MT), il ne devrait pas se produire de changements par rapport à la tendance de ces dernières années car la densité de trafic restera relativement modeste et loin du seuil de saturation de l'infrastructure (20 millions de tonnes). De ce fait, très peu de risques d'accident sont à craindre car les seules occasions de dommages, frottements ou accrochages, sont négligeables avec une telle densité de trafic.

Dans l'hypothèse haute (16,6 MT), nous pouvons proposer un scénario maximal en termes d'insécurité. Les causes d'accidents de circulation se rencontreraient éventuellement du fait d'une densité de trafic élevée, proche du seuil de saturation de l'infrastructure. La capacité et la fiabilité actuelles des écluses risquent d'être insuffisantes. Des effets d'insécurité peuvent aussi être dus à des retards d'adaptation de l'infrastructure ou de l'organisation de la profession face à la croissance du trafic.

A l'horizon 2010, nous estimons au maximum un taux d'insécurité de l'ordre de celui existant sur le réseau navigable allemand, où des évaluations ont été faites. Le trafic fluvial élevé dans ce pays est davantage pris en compte dans les calculs d'évaluation des coûts externes des différents modes de transport. Nous retiendrons de ce fait les évaluations proposées dans le rapport Planco.

II.2.B Valorisations monétaires sur le Rhône

L'évaluation des effets externes sur l'axe Rhône-Saône a fait ressortir de bonnes conditions de sécurité dans le cas du transport de marchandises par la voie d'eau.

- le coût d'insécurité fluviale en 1992

Le coût de l'insécurité à l'heure actuelle sur l'axe Rhône-Saône est négligeable du fait qu'aucun accident grave comptabilisant des dommages corporels n'a été relevé depuis de nombreuses années.

- le coût d'insécurité fluviale à l'horizon 2010

Notre démarche se décline en deux phases à l'horizon 2010, avec l'évaluation du coût d'insécurité dans l'hypothèse basse de croissance de trafic fluvial et dans l'hypothèse haute.

Dans l'hypothèse basse (11 millions de tonnes) nous estimons que le coût d'insécurité reste négligeable, puisque peu d'effets externes d'insécurité devraient se produire, le seuil de saturation de l'infrastructure n'étant pas atteint.

Dans l'hypothèse haute, nous prenons la valeur estimée par l'institut Planco, **0,035 centimes/TKm (soit 0,01 Pfennig/TKm), soit environ 1 million de F/an.**

Afin d'évaluer les nuisances en 2010, nous prenons les estimations de trafic citées ci-avant et nous déduisons de ces trafics exprimés en tonnes, les trafics en tonnes-kilomètres en posant l'hypothèse suivante : par manque d'information, nous considérons que le rapport entre les évolutions du trafic pour compte d'autrui (nous excluons le trafic pour compte propre qui évolue de façon opposée entre 92 à 93 sur l'axe fluvial rhodanien) en T et en TKm vont se poursuivre comme jusqu'à présent. Nous retenons le rapport entre les deux trafics de ces dernières années, soit 0,6 % et nous l'appliquons pour les années à venir.

Trafics en Tkm à l'horizon 2010 :

	H. Basse de trafic	H. Haute de trafic
Trafic en tonnes	11	16,6
Trafic (millions de TKm)	1833	2766

En appliquant le coût unitaire de 0,035 centimes / Tkm aux trafics ci-dessus, le coût global annuel d'insécurité pour chaque hypothèse est :

- Hypothèse basse : $0,035 \cdot 1833 \cdot 10^6 = 64,16 \cdot 10^6$ centimes soit 0,64 million de francs.

- Hypothèse haute : $0,035 \cdot 2766 \cdot 10^6 = 96,81 \cdot 10^6$ centimes soit 0,97 million de francs, près de 1 million de francs (données Planco, annexe 2).

Le coût externe annuel d'insécurité fluviale sur le Rhône est estimé à 1 million de francs dans l'hypothèse maximale de valorisation pour 2010.

III UN BILAN DU BRUIT AUTOROUTIER ET FLUVIAL SUR L'AXE RHODANIEN

III.1 LE BRUIT P.L.

Le bruit autoroutier se caractérise avant tout par certaines particularités qu'il convient ici de mettre en valeur : relation nuisance sonore et vitesse, implication des poids lourds dans le bruit sur autoroute... La France est caractérisée par un certain retard en matière de lutte contre le bruit. Ainsi les dépenses de lutte contre le bruit sont encore très faibles car, dans l'attente des décrets d'application de la nouvelle Loi sur le bruit, la Loi toujours en vigueur reste très restrictive. Elle concerne :

- uniquement les habitations construites avant l'autoroute, ce qui ne devrait pas être modifié avec la nouvelle Loi
- la réalisation d'ouvrages anti-bruit uniquement à partir d'un niveau de bruit supérieur à 70 dB.

Une réduction du niveau de nuisances sonores de 70 dB à 65 dB voire 60 dB entraînerait des "dépenses considérables". Celles-ci seraient imputables quasiment à 100 % aux poids lourds, dont la part dans le trafic n'a cessé d'augmenter ces dernières années.

L'objet de cette partie est de préciser les particularités des nuisances autoroutières en termes de bruit. Deux champs d'investigation s'ouvrent à nous pour cette étude : la **particularité du bruit autoroutier et l'implication des PL dans le bruit autoroutier.**

A partir d'une réflexion générale sur le bruit, autoroutier en particulier, notre étude pourrait glisser vers une approche plus complexe en termes de responsabilité des émissions sonores. Les récents débats autour de la Loi bruit, dont les décrets d'application n'ont pas encore été publiés, ont fait ressortir l'urgence d'une réelle prise en compte de la gêne due au bruit. En effet, contrairement à ce qui pouvait être observé il y a quelques années, le bruit de nuit tient une place de plus en plus importante dans l'inventaire des nuisances sonores. La Loi intègre d'ailleurs, à cet effet, une disposition chargée de mesurer cette gêne de nuit. La question reste entière lorsque l'on précise que le trafic poids lourds, sur l'A7 en particulier, est très dense la nuit (très souvent plus de 50 % du trafic la nuit). Or ce trafic PL est très bruyant, du fait des bruits de roulement et des moteurs des véhicules. Quelle est donc la place des poids lourds dans les nuisances sonores sur l'A7 ? Nous tenterons d'apporter quelques pistes de réponse à cette question. La modulation des tarifs, qui a pour objectif de faire passer de nuit une partie du trafic PL de jour, ne pourrait-elle pas, dans ce cas, aggraver les choses ?

III.1.A Les nuisances dues au bruit routier

(a) Les effets du bruit

L'impact du bruit autoroutier sur la collectivité, en particulier les riverains, n'est pas négligeable et constitue actuellement une des nuisances les plus gravement ressenties par la collectivité. De nombreux programmes de lutte anti-bruit ont été mis en oeuvre et attestent de la réalité de ces nuisances. La Loi sur le bruit, dont les décrets d'application n'ont jusqu'à maintenant pas encore été publiés, a révélé l'importance de cette nuisance dont l'impact sur les individus est immédiat.

Le bruit exerce sur les personnes des effets divers qui sont souvent interdépendants. En plus des effets destructeurs de l'appareil auditif, il perturbe l'activité, altère le sommeil, crée une situation de stress... De nombreux exemples de perturbations dues au bruit peuvent être donnés : dans l'apprentissage (perturbation de l'acquisition scolaire), le développement psychologique, la vie sociale, la communication orale, les performances et la sécurité dans le travail et dans les transports...

(b) Les indicateurs de bruit

L'unité de mesure de la pression acoustique est le décibel. Dans la vie courante, la population est généralement exposée à des bruits qui fluctuent entre 30 à 40 décibels, et 80 à 90 décibels, voire davantage (voir page suivante). Divers indices ont été mis au point pour évaluer les effets du bruit et pour en réglementer l'exposition. Certains pays utilisent des indices statistiques tels que le L10, le L50, ou le L1 (c'est-à-dire les niveaux de bruit dépassés pendant 10%, 50%, ou 1% du temps). Mais on observe dans de nombreux pays une tendance très nette en faveur de l'utilisation de l'échelle Leq en dB(A) ("niveau sonore équivalent" en décibels A), soit mesuré sur 24h, soit seulement entre 6 et 22h.

Le Leq, ou niveau sonore équivalent, ou niveau énergétique équivalent, est un indice relativement complexe qui correspond à la somme de l'énergie acoustique reçue pendant la durée d'observation, rapportée à l'unité de temps. A ce titre, le Leq prend en compte tous les bruits émis pendant la période d'observation, notamment les bruits isolés. (A titre d'illustration, un coup de pistolet à 1m, le passage d'un train rapide à 50m, et le passage de 25 véhicules légers dans une rue de centre urbain, sans aucun autre bruit pendant 1h, correspondent au même niveau sonore de 67dB(A) exprimé en Leq(1 heure).)

Le tableau présenté à la suite retrace pour quelques pays européens la part de la population de chaque pays qui est exposée au bruit ainsi que la définition de l'indice de bruit qui a été retenu :

PAYS	Indicateur de bruit en dB(A)	% pop. exposée < 55	% pop. exposée 55-65	% pop. exposée > 65
Danemark	Leq 24 heures	66	24	10
France	Leq 8 - 20 h.	43	46	11
Allemagne	Leq 6 - 10 h.	66	26	8
Grèce	Leq 24 h.	50	30	20
Pays-Bas	Leq 7 h. - 7 h.	46	50	4
Suède	Leq 24 h.	63	26	11
Suisse	Leq 6 h. - 10 h.	48	42	10

Source : OCDE

(c) Sensibilités des populations au bruit

Face à la sensibilisation de plus en plus grande de l'opinion publique vis à vis des nuisances sonores, les principaux pays européens ont mis en place une certaine nombre de limites légales d'émissions sonores. Il est évident que ces normes restent encore peu appliquées du fait principalement de la difficulté de mise en oeuvre des procédures de contrôle. Les principales législations en vigueur contre le bruit ont été regroupées pour 4 pays européens dans le tableau suivant :

Pays	Indice de bruit	Nouvelle infrastructure routière (dB(A))	Routes existantes Nouveaux équipements (dB(A))	Routes existantes Ouvrages existants (dB(A))
FRANCE	Leq 8h - 20h	65	65	> à 70
ALLEMAGNE	Leq 6 - 22 h.	62	70	> à 70
	Leq 22 h. - 6 h.	52	60	
PAYS-BAS	Leq 7 - 19 h.			> à 65
	Leq 23 - 7 h. +10 db(A)	55	55	
SUISSE	Leq 6 - 22 h.	60	60	< à 70
	Leq 22 - 6 h.	50	50	> à 65

Source : O.C.D.E.

Concernant l'analyse de l'impact du bruit des transports, une enquête lourde a été confiée à l'INRETS sur ce sujet en 1986-1987 (échantillon de 2000 personnes). On remarque que le bruit arrive nettement en tête dans le spectre des nuisances déclarées. Il est d'ailleurs particulièrement mal ressenti par les riverains d'autoroutes. Nous précisons dans les tableaux suivants les principaux résultats de cette étude.

Nature des nuisances déclarées :

60,7 % bruit
15,9 % pollution atmosphérique
11,9 % secousses et vibrations
11,5 % danger et sécurité

Origine des nuisances déclarées :

Rue, route, autoroute	52,4 %
Transports aériens	6,4 %
Transports fer	5,3 %
Voisins	16 %
autres	19,9 %

Cette plus grande sensibilisation au bruit d'origine routier et autoroutier se vérifie dans toute l'Europe comme en atteste la tableau présenté page suivante : le bruit fait l'objet de nombreuses doléances. C'est un sujet d'envergure européenne qui a *grosso modo* les mêmes caractéristiques dans tous les pays européens.

Le bruit apparaît dans les résultats ci-dessus comme la première préoccupation des français. Aussi est-il intéressant de s'interroger maintenant sur les origines de cette gêne due au bruit. L'INRETS arrive aux résultats suivants :

circulation	33,3%
autos	24,1
PL	17,1%
2-roues	13,1%
proximité carrefour	9,1%
plutôt les bus	2,6%

Les résultats ne sont pas surprenants : La circulation, les automobiles et les PL sont à l'origine du bruit routier. La gêne due à ce bruit routier s'exprime le plus dans les villes et à la proximité des grandes axes routiers, comme les autoroutes.

(d) Les caractéristiques du bruit de nuit

Le bruit de nuit, selon les derniers résultats du CETE est aujourd'hui une réelle nuisance pour les riverains. En effet, le niveau de bruit de nuit était, il y a dix ou quinze ans, plutôt faible, d'où une réglementation actuelle qui n'a tenu compte que du bruit de jour (entre 8 et 20 heures). A cette époque, les écarts entre le bruit de jour et le bruit de nuit étaient très forts, de l'ordre de 8 dB environ. Aujourd'hui, l'écart entre le niveau du bruit de jour et le niveau du bruit de nuit est de 3 dB environ selon les premiers résultats de l'étude menée le CETE.

A cette situation s'ajoute la perspective d'une modulation des tarifs (baisse des droits de péage la nuit), dont l'objectif est d'inciter les poids lourds à rouler de nuit, ce qui permettrait, d'une part, de libérer la chaussée de jour pour le trafic des véhicules légers et d'autre part, de retarder tout un programme d'investissements coûteux. La conséquence évidente d'une augmentation de la circulation des PL la nuit se mesurera dans la forte hausse des nuisances sonores de nuit. La Loi sur le bruit tient compte de cette perspective puisqu'elle intègre à ses dispositions un indice de gêne de nuit : les résultats de cette indice pourraient être au fondement d'une politique de lutte contre le bruit autoroutier de nuit menée par les sociétés d'autoroute. Il est alors clair que les PL seront les principaux responsables du bruit autoroutier et que les coûts des différentes mesures de lutte contre le bruit autoroutier pourront être imputés à 100 % aux PL.

Cette idée d'une implication à 80% - 100 % des PL dans le bruit autoroutier est partagée par les services techniques des sociétés d'autoroutes. Les dépenses de murs anti - bruit qui devront être réalisées pour atteindre le seuil de 60 dB prévu par la Loi sont estimées à 50 millions de Frs pour le réseau de l'A7 et de l'A9 (pour une longueur totale du réseau A7-A9 de 1660 kilomètres). Pour les 400 kilomètres les plus bruyants, ces dépenses s'élèveraient à 30 millions de Frs environ.

(e) Le bruit de fond

Cette forme de nuisance, qui s'assimile plus à une forme de gêne qu'à une nuisance directe, est apparue avec l'augmentation du trafic routier, en particulier de poids lourds. Cette gêne est très souvent exprimée par les riverains, qui ont en Vallée du Rhône un sens aigu de la mobilisation. De ce fait, on observe que le niveau de 60 dBA fixé par la Loi est convenable en milieu urbain mais cette norme apparaît encore trop élevée en milieu rural, ce qui est le cas pour l'axe A7 et A9. Ce problème est de plus en plus pesant et la société SAPRR a pris de nombreuses mesures dans ce sens en mettant en place des infrastructures anti-bruit bien supérieures aux exigences énoncées par la Loi. SAPRR exprime de ce fait une position plus proche des riverains, ce qui n'est pas le cas pour l'ASF. Là encore, les nuisances dues au bruit de fond sont imputables dans une large proportion au trafic de poids lourds.

(f) Le bruit de jour

La liste présentée en annexe 1 retrace l'ensemble des points noirs bruits sur l'autoroute A7 entre Vienne et Bollène. Nous tenterons à partir de ces chiffres d'estimer l'ensemble des points noirs bruit sur l'axe A7-A9 en extrapolant ces résultats à tout le réseau. Cet objectif minimal d'évitement correspond, selon l'étude menée par le CETE, aux mesures indispensables pour ramener le niveau de bruit sur l'A7 en dessous du seuil de 60 dB.

(g) Relation entre niveau de bruit et niveau de trafic

Cette partie va s'efforcer de justifier les particularités du bruit autoroutier et d'en préciser l'impact sur les individus.

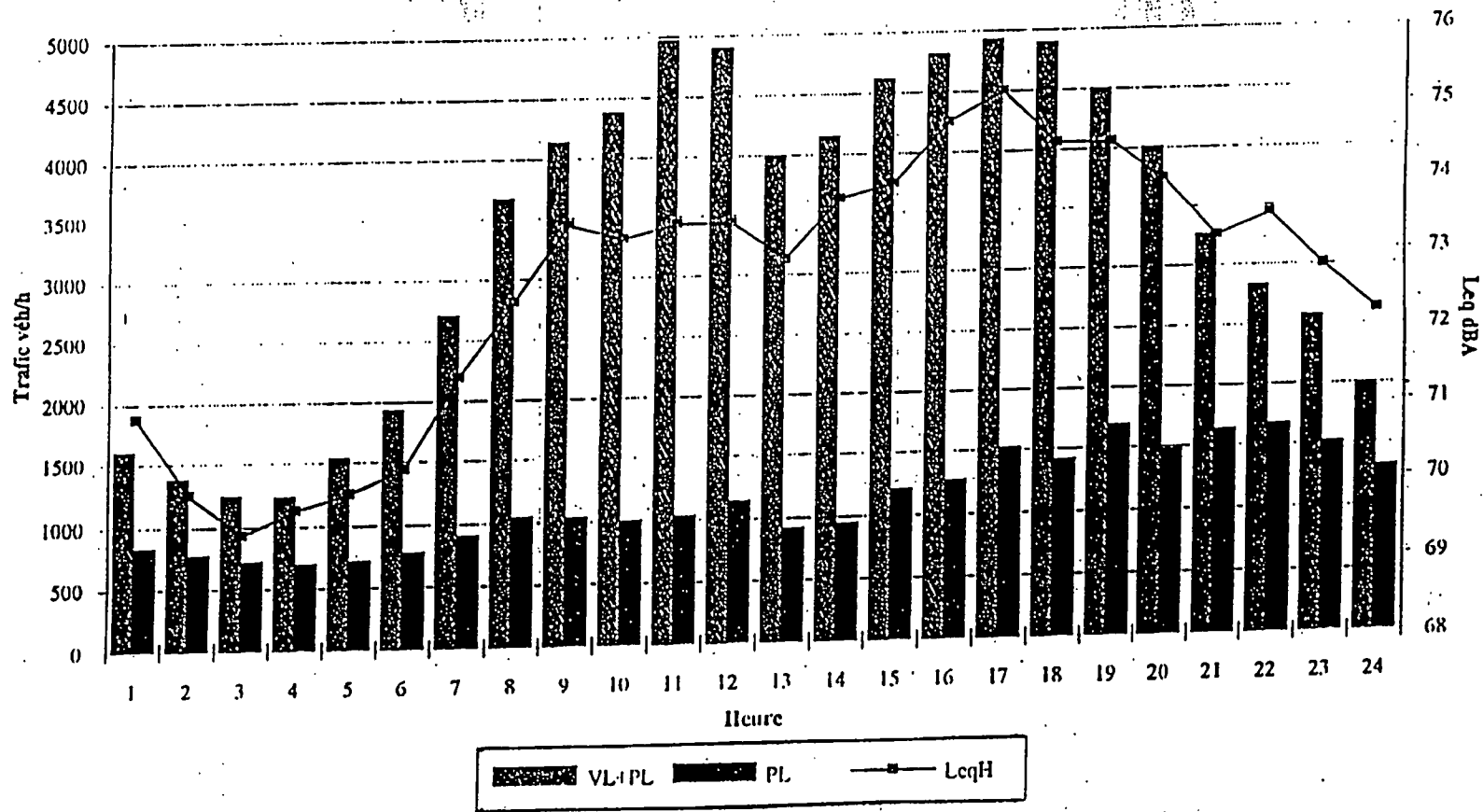
Le graphique présenté page suivante retrace sur une journée type et par tranches horaires l'évolution du trafic sur l'autoroute A6 en intégrant les relevés d'intensité sonore réalisés²⁶. On observe d'emblée une corrélation forte entre le niveau de trafic et le niveau de nuisances sonores, exprimé en Leq dBA.

Le point maximum est atteint avec une nuisance sonore de 75 dBA à 17 h. ce qui nous place largement au dessus des normes imposées par la dernière Loi sur le bruit, dont les décrets d'application se font encore attendre. De plus, ce graphique nous permet de faire apparaître le forte niveau des nuisances sonores en période de nuit : effectivement, entre 21 h. et 24 h., le niveau sonore reste supérieur à 72 dBA. Cette situation particulière sera analysée plus en détail. Nous approfondirons l'étude d'une éventuelle corrélation entre le niveau de trafic PL et le niveau de bruit.

Le graphe suivant présente plusieurs situations fort distinctes ce qui rend complexe une analyse rapide de la corrélation entre le niveau de trafic et le bruit. Globalement, on peut dire à la lecture de ce graphe que l'intensité sonore respecte la même tendance que celle de l'histogramme du trafic VL. Il est plus difficile d'intégrer le rôle de la croissance du trafic PL dans l'évolution de la courbe d'intensité sonore.

²⁶ comptage SAPRR et mesures du CETE de Lyon

Histogramme Trafic/Bruit sur l'Autoroute A6



comptages SAFRR - mesures C'ETE de LYON

On peut simplement relever certaines observations :

* l'impact éventuel de la circulation des PL sur le bruit ressort entre 21h. et 22h. où le bruit augmente en même temps que le trafic VL diminue fortement et que le trafic PL croît légèrement. La comparaison des situations à 11h. et 17h. où seul le trafic PL croît offre un niveau de bruit bien supérieur.

* en général on observe une hausse de l'intensité sonore quand le trafic PL augmente, et que le trafic VL croît ou stagne, et l'on observe une baisse des émissions de bruit lors d'une diminution du trafic VL. On ne peut distinguer dans ce graphe la situation où la seule baisse du trafic PL entraînerait un fléchissement du bruit sur autoroute.

Ainsi nous pouvons conclure, à la seule lecture de ce graphe, que le trafic PL participe à l'intensification du bruit autoroutier mais nous ne pouvons évaluer son impact du fait d'une emprise forte et omniprésente du trafic VL sur ces émissions.

(h) Relation entre vitesse et bruit

Après avoir mis en évidence quelques pistes de première recherche, il est intéressant de préciser la particularité de bruit autoroutier. Les résultats des travaux de l'INRETS, repris dans les Cahiers des autoroutes françaises, mettent en évidence que le niveau de bruit est très sensible à la vitesse. Cette idée a été mathématisée dans un modèle que nous reprenons ci-dessous : le trafic est caractérisé par une vitesse, un débit de véhicules et un taux de PL. Si l'on prend la place des riverains en considérant la distance d qui les sépare de la voie, on peut écrire les niveaux moyens de bruit LeqA et de crête Lmax suivants :

$$LeqA=20 \log V-10 \log + 10 \log Q+constante$$

$$Lmax=30 \log V- 20 \log d + constante$$

V : vitesse, d: la distance à la voie, Q: le débit de véhicules

Les équations précédentes confirment l'idée d'une sensibilité très forte du bruit à la vitesse. Ainsi on peut estimer qu'une réduction de la vitesse sur autoroute de 130 km/h à 110 km/h ramènerait à une distance de moitié environ les zones d'égale exposition au bruit. Cependant les limitations de vitesse, en particulier dans les zones urbaines et péri-urbaines, sont mal respectées. Ces recherches ont amené un certain nombre de chercheurs, hollandais et canadiens en particulier, à étudier l'impact du bruit sur l'espace urbain aux abords des voies routières. Les Pays-Bas ont ainsi rendu obligatoire, dans le Noise nuisance act. de 1981, l'étude des zones qui bordent les grandes autoroutes urbaines mais aussi rurales. L'application de ce schéma à la France et plus particulièrement à l'axe autoroutier Lyon - Marseille nous pousse à observer avec plus d'intérêt la section rurale de l'autoroute. En effet, on peut considérer que l'A7-A9, dans sa partie sud, traverse en majorité des zones rurales même si la densité de population reste assez forte.

L'intérêt d'une telle approche pour le réseau autoroutier A7 - A9 est de mettre en évidence une **sensibilité très nette du bruit à la vitesse**. Ainsi, on pourrait admettre que les autoroutes ont un niveau de nuisance-bruit très supérieur aux routes nationales. Si l'on considère de plus que l'A7-A9 s'intègre dans un espace rural où la densité de population reste assez forte, on peut considérer que le niveau de nuisance-bruit doit être pris en compte dans notre évaluation des effets externes. De plus avec un taux de PL élevé et un impact du trafic PL sur l'environnement fort, on peut dire que l'autoroute représente une source de nuisances importantes. Notre étude va donc s'orienter vers une prise en compte de l'implication des PL dans le bruit autoroutier en vallée du Rhône et sur l'axe de l'A9 en particulier.

III.1.B Part des poids lourds dans la génération du bruit autoroutier

Au delà d'une relation forte du bruit à la vitesse, l'implication des poids lourds dans les nuisances sonores mérite ici d'être précisée.

La contribution des poids lourds au bruit est élevée car la puissance acoustique d'un PL est de 4 à 20 fois plus élevée que celle d'un véhicule léger selon le type de route²⁷. Le bruit de nuit est particulièrement gênant et il est avant tout, sur l'axe A7 et A9, le fait des poids lourds²⁸. Ceci est d'autant plus vrai que le trafic PL représente la nuit sur l'axe A6 - A7 plus de 50 % du trafic total. Cette situation peut être une des explications des restrictions imposées à la circulation nocturne des PL en Suisse et en Autriche. Le tableau suivant fixe les limites d'émissions sonores imposées en fonction du type de véhicules pour la C.E.E. :

Limites d'émissions sonores par catégorie de véhicules (en dB(A))	1972	1982	1988
Véhicule léger	82	80	77
Bus	89	82	80
Poids lourds	91	88	84

Source : INRETS, Enquête nationale sur le bruit des transports en France, juillet 1988

Note : la baisse des émissions sonores s'expliquent par les améliorations techniques des moteurs.

Néanmoins l'excès de bruit du aux PL est considérablement réduit sur les autoroutes lors d'une circulation fluide. Ce constat ne remet cependant pas en cause l'impact du bruit PL la nuit. L'INRETS et le CETE ont d'ailleurs lancé un nouveau programme de recherche dans ce sens. Après avoir mené une étude en 1987 des points noirs bruits sur l'A7, le CETE s'intéresse au bruit de nuit sur autoroute et aux impacts sur les riverains. Cet axe de recherche est la preuve d'une nouvelle dimension concernant le bruit autoroutier : le problème du bruit de nuit auquel doit être ajouté à celui du bruit de fond.

En ce qui concerne le bruit de jour, il est avant tout localisé en certains points isolés. Nous reprendrons dans cette étude les résultats de l'enquête de terrain menée par le CETE en 1987 concernant les "points noirs bruit" sur l'A7.

III.1.C Valorisation monétaire sur A7 - A9

L'objectif de cette partie est d'évaluer le coût externe des nuisances sonores supportées par la collectivité sur l'axe A7-A9. Nous retiendrons que l'ensemble du coût occasionné par le bruit est considéré comme externe. Cela vient du fait que nous prendrons comme cadre d'étude le secteur des transports : dans cette perspective, la gêne que les usagers des transports s'imposent mutuellement n'est pas comptabilisée, elle est en effet interne à la sphère des transports. Deux méthodes sont généralement mises en oeuvre pour évaluer le coût des nuisances sonores supportées par la collectivité :

²⁷ Revue Transport, juillet-août 1992, p.210

²⁸ Cette remarque est partagée par M. Sampic, ingénieur au CETE spécialisé dans les questions du bruit et par M. Marchand, Directeur des Infrastructures d'ASF

1/ Afin de mettre en place un marché fictif du bruit, la première méthode fait appel à l'observation des prix de vente des appartements ou les prix de loyers en s'interrogeant sur l'influence des nuisances phoniques sur la demande d'appartement. Cette méthode est dite de la "perte de valeurs mobilières". La page suivante précise les résultats de cette méthode aux Etats-Unis. Les loyers seront graduellement moins élevés à mesure que les nuisances sonores augmentent. Il en va de même pour le prix de vente des appartements plus ou moins exposés au bruit.

2/ La seconde méthode repose sur les dépenses de prévention consenties pour lutter contre le bruit : poses de fenêtres isolantes, murs anti-bruit, levée de terre... Cette analyse nous indique la disposition à payer des individus pour éviter cette nuisance. Cela revient à considérer que le bénéfice apporté par une certaine mesure anti bruit est égal au coût de mise en place de celle-ci.

Nous retiendrons dans ces évaluations la deuxième méthode. Notre recherche s'appuiera, comme cela fut présenté en première partie, sur une étude de CETE de l'Isle d'Abeau concernant les points noirs bruit sur le tronçon autoroutier Vienne - Bollène (cf. annexe 1). A partir de ces observations, nous projeterons pour l'ensemble de réseau étudié (axe A7 A9 soit environ 296 km) les dépenses à réaliser (mur anti-bruit) sur le tronçon Vienne-Bollène. Nous nous appuierons aussi sur le coût unitaire d'un mur anti bruit soit environ 2000 frs/mètre linéaire²⁹. Il convient enfin de noter que, pour chaque mur anti-bruit, une hauteur de l'ouvrage d'au moins 3 mètres doit être réalisée.

Dans une perspective maximale d'évitement, nous pourrions imaginer la mise en place de murs anti-bruit sur l'ensemble de l'axe c'est-à-dire sur environ 300 kilomètres d'autoroutes étudiées. Cette hypothèse de travail constituera le niveau maximal d'évitement-bruit à réaliser sur l'axe A7-A9. Les perspectives d'urbanisation rapide de la vallée du Rhône, en particulier à l'horizon 2010, nous ont amené à considérer ce choix d'hypothèses maximales d'évitement. Cette recherche ne tiendra pas compte d'éventuels progrès concernant les revêtements de sol autoroutiers. En effet, la généralisation des revêtements silencieux, au moins sur les infrastructures urbaines, pourrait réduire considérablement l'impact du bruit routier sur les riverains. De plus le coût élevé du revêtement en urbain pourrait entraîner un effet négatif sur le transport routier - à condition de mettre en place un moyen de financement par l'utilisateur - qui pourrait renforcer le recours au mode fluvial.

(a) Perspective minimale

Pour un seul sens de circulation et 130 km de réseau, 16,4 km de murs anti-bruit (avec une hauteur de 3 mètres) étaient indispensables en Vallée du Rhône pour ramener les nuisances sonores dans le cadre fixé par la Loi³⁰. En fixant comme hypothèse de travail une projection des investissements à réaliser sur notre champ d'étude de 296 km dans les deux sens de circulation, près de 75 km de murs anti-bruit devraient alors être réalisés d'ici 2010.

Le coût des investissements à réaliser s'élève, sous les hypothèses précédentes, à 450 millions de Frs environ soit, sur 15 ans, une dépense d'évitement annuelle de 30 millions de Frs³¹

²⁹ Source : service technique de l'A.S.F.

³⁰ Etude CETE.

³¹ Notons que ce résultat est très proche des estimations de dépenses pour la construction de mur anti-bruit avancées par les services techniques de l'ASF (environ 30 millions pour les 400 kilomètres les plus bruyants du réseau).

Ce résultat représente un coût moyen unitaire de **0,027 Frs/PL.km/an** pour un trafic annuel de 1,1 milliard de PL.km.

(b) Perspective maximale

Face aux contraintes de plus en plus aiguës en matière de lutte contre le bruit et en matière de protection des riverains, est-il possible d'imaginer la construction d'une infrastructure anti-bruit sur l'ensemble de l'axe ? Nous pouvons considérer une hypothèse maximale dans laquelle du fait de la croissance du trafic et en particulier celle des PL, le niveau de bruit augmenterait et de ce fait étendrait les zones non-urbaines soumises aux nuisances sonores. Cette situation conduirait à la recherche d'une solution "théorique" de construction d'un **ouvrage anti-bruit sur l'ensemble de l'axe A7-A9**.

Une interrogation subsiste quant à l'amortissement retenu pour un tel ouvrage. Afin de permettre une comparaison globale des coûts externes sur une année de référence, nous retiendrons, dans cette analyse, l'idée théorique d'un amortissement sur une année,

soit $296 \text{ km} * 2 * 2000 \text{ Frs} * 3 = 3,5 \text{ milliards de Frs}$

La construction d'un ouvrage anti-bruit sur l'ensemble de l'axe étudié, soit 296 kilomètres, reviendrait à un investissement global de 3,5 milliards de Frs, soit sur 15 ans une dépense de l'ordre de 230 MF/an.

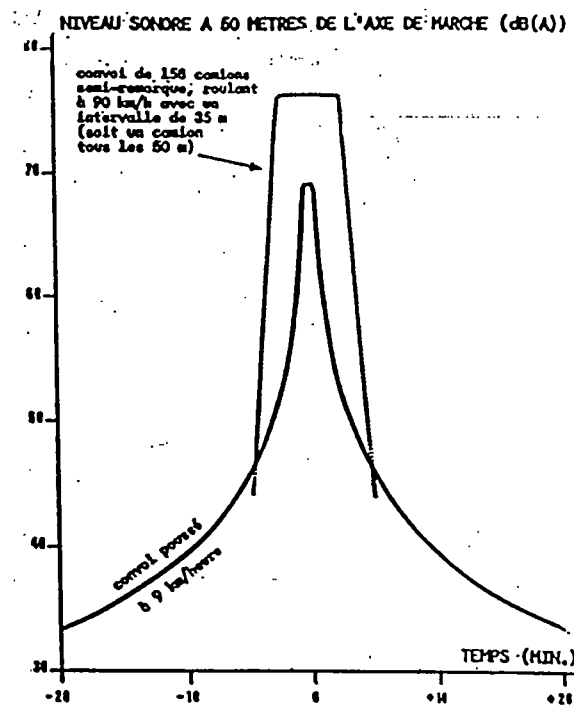
Le coût unitaire est donc de 0,21 F/PL.km, ou 0,015 F/T.km.

III.2 LE BRUIT DU TRANSPORT FLUVIAL

III.2.A Une comparaison du bruit fluvial et routier

Une étude menée par la Compagnie Nationale du Rhône en 1989³² montre la différence d'intensité sonore entre les deux modes de transport de marchandises, les convois poussés fluviaux et les poids lourds. Le bruit causé par un convoi fluvial de 4400 T à la vitesse commerciale de 9 km/h est comparé au bruit émis par une file de 158 camions semi-remorques roulant à 90 km/h. La courbe suivante représente les différences d'intensités sonores pour les deux modes en tenant compte de la durée d'émission.

-Courbe "d'intensité-durée"



Source: CNR, revue Navigation Ports et Industries, 10/12/89

Cette courbe "d'intensité-durée" traduit l'exposition au bruit que subit une personne située à 50 mètres des deux modes. Nous pouvons retenir deux observations importantes de cette comparaison :

- Le transport fluvial présente un intérêt grâce à la faible intensité sonore qui est émise pour un convoi de 4400 tonnes de marchandises. L'intensité sonore est inférieure à 70 dBA, ce qui reste dans la fourchette des normes françaises acceptables d'émissions sonores.

- Le second point de comparaison qui concerne la durée d'émission du bruit est plus discriminant. La durée d'émission sonore du transport routier dure moins longtemps sur l'échelle temporelle retenue de 40 minutes mais est plus brutale et plus durable à sa plus forte intensité.

³² Extrait publié dans Navigation Ports et Industries, 10/12/89.

La courbe représentative traduit bien ce phénomène par sa forme carrée, plate et élargie, à la plus forte intensité sonore. Le bruit routier produit de ce fait un choc phonique brutal et long. A l'inverse la courbe de bruit du transport fluvial forme un pic caractérisant une zone d'intensité élevée plus courte et une progression dans les changements d'intensité. Il n'y a pas de choc phonique dans ce cas.

Cette étude affiche clairement la différence d'émissions sonores entre les deux modes, le transport fluvial ne produisant pas de gêne. De plus cette comparaison a été faite avec un convoi fluvial de taille importante, qui à l'heure actuelle est rare sur le Rhône. En 1993, à l'écluse de Pierre-Bénite seulement 9 % des bateaux de commerce étaient des convois poussés lourds. Il est regrettable de ne pas disposer d'études traitant de toutes les catégories de convois fluviaux, notamment de petite taille, afin de permettre une comparaison plus complète des différents modes de transport.

III.2.B Valorisation monétaire sur le Rhône

- En 1992

Les hypothèses sur lesquelles repose l'évaluation du bruit dans le cas du transport fluvial sont limitées car les émissions de bruit sont uniquement liées au nombre de bâtiments en circulation. Cette hypothèse a été prise par l'institut Planco dans le rapport "coûts externes du trafic rail, route, voie navigable".

Nous rajoutons un facteur qui nous paraît important, la situation topographique des voies de circulation. Sur l'axe Rhône-Saône le trafic est relativement faible ce qui permet d'affirmer, à la vue du graphique précédent, que **le transport fluvial rhodanien n'engendre quasiment aucune nuisance sonore** autrement dit aucune gêne importante pour les riverains de l'infrastructure, d'après les normes sonores en vigueur en France.

Nous prendrons donc la même valeur monétaire que l'institut Planco à savoir 0 F, puisque aucune gêne sonore ne se produit.

- En 2010

Même dans une hypothèse de croissance soutenue du trafic à l'horizon 2010, nous pouvons considérer que l'effet externe bruit restera négligeable du fait que les études menées jusqu'alors sur ce thème n'ont pas relevé d'effets gênants provoqués par le transport fluvial. Cette affirmation est renforcée par l'étude Planco dans laquelle le bruit émis par le transport fluvial n'a donné aucune quantification significative³³.

Dans l'état actuel des recherches sur le bruit provoqué par le transport fluvial nous pouvons considérer que la nuisance sonore est et restera pratiquement insignifiante sur le Rhône, du fait du trafic et des caractéristiques physiques de l'infrastructure.

³³ Tableau récapitulatif des coûts externes du transport de marchandises de l'étude Planco en annexe 2.

IV UN BILAN DE LA CONGESTION AUTOROUTIERE ET FLUVIALE SUR L'AXE RHODANIEN

IV.1 LA CONGESTION P.L. SUR L'AXE A7 - A9

Notre réflexion, à la suite de la note théorique sur la congestion du chapitre préliminaire, vise à développer des calculs et proposer des méthodes d'évaluation de la congestion et notamment de l'impact des poids-lourds.

IV.1.A Utilisation de l'axe en fonction des parts de trafics PL

Des données de débits moyens journaliers sont utiles pour définir la qualité de service d'une infrastructure par rapport à différents seuils de saturation préalablement calculés et spécifiques ou non à la dite infrastructure.

(a) Seuils de saturation avec TMJA en véh/j/sens :

Une première approche de la congestion consiste à comparer les débits classés sur l'année à différents seuils théoriques généraux. Notons tout de suite que ces seuils, bien qu'ils se veulent généraux, ne sauraient être fiables pour toute infrastructure et qu'ils ne servent qu'à donner un ordre de grandeur de la saturation.

On peut distinguer ainsi trois seuils:

- Le seuil de gêne: c'est la valeur du débit à partir de laquelle il n'y a plus écoulement parfaitement libre du trafic. Des interactions apparaissent entre les véhicules, l'usager connaît des contraintes dans sa conduite (dépassements, rabattelements).

- Le seuil de saturation de travaux: la contrainte augmente pour l'usager, il est soumis à des phases de freinage et d'accélération successives, apparaît le phénomène d'écoulement en accordéon. On considère qu'en cas de blocage d'une voie lors de travaux on atteindrait la capacité maximale.

- Le seuil de saturation: c'est la capacité maximale de la voie, au delà de cette valeur il y a "stockage" de véhicules c'est-à-dire apparition de bouchons.

Ces valeurs sont, pour une 2x3 voies, en véh/jour/sens et pour un taux de PL de 13%:

-seuil de gêne	40 000
-seuil de saturation de travaux	45 000
-seuil de saturation	65 000

Ces seuils définissent quatre niveaux de service 1,2,3,4 dans l'ordre d'une qualité décroissante.

Les courbes de débits classés permettent de répartir, en-deça ou au-delà des seuils précédemment définis, les niveaux de service sur l'année donnant une première idée de la qualité de service globale de l'infrastructure (niveau de service classé de 1 à 4). Les résultats obtenus sont reportés dans le tableau suivant (source: données ASF traitées sous Excel):

niveau de service	répartition cumulée sur l'année
1	85%
2	15%
3	10%
4	2%

Le principal problème est que les valeurs de ces seuils ont été calculées pour un taux de poids-lourds nettement inférieur à celui observé sur A7/A9 (13% au lieu de 20% sur l'A7). De ce fait ils sont inférieurs ce qui nous conduit à aborder la notion de débits équivalents UVP afin de mesurer l'impact du trafic PL sur ces seuils de saturation.

(b) Une approche en termes de débits équivalents UVP:

Cette approche consiste à calculer combien une infrastructure donnée, dans des conditions de trafic données, pourrait écouler de véhicules particuliers supplémentaires en l'absence de tous véhicules lourds. On dit alors que l'on raisonne en débits équivalents UVP (unité de voiture particulière). Cette unité est largement utilisée dans l'élaboration des projets routiers, elle a en effet le gros avantage de simplifier les études de trafic en considérant ce dernier comme un flot homogène. Par la suite tous les problèmes de dimensionnement pourront être traités par rapport à cette unité. Mais, bien entendu, la grande difficulté réside dans le calcul du coefficient d'équivalence noté "e"³⁴ entre le trafic effectif et ce trafic calculé en une même unité, en UVP. Le coefficient d'équivalence est traditionnellement considéré comme égal à deux mais dans notre étude il s'agit d'une valeur locale qui peut être relativement différente de la valeur moyenne calculée au niveau national. Il est par ailleurs évident que de grands écarts sur ces valeurs existent entre une circulation sur routes nationales ou sur autoroutes ce qui renforce notre idée d'un coefficient avec une valeur locale différente de celle présentée par le ministère de l'équipement qui est fondée sur les routes nationales principalement.

Ce coefficient d'équivalence est plus un outil de gestion des données de trafic qu'un réel indicateur de gêne causée par les poids-lourds. Néanmoins on peut convenir que plus il est élevé plus le poids-lourds est gênant et ceci uniquement pour un même type d'infrastructures (mêmes caractéristiques de profil en long et de profil en travers).

Une des questions essentielles pour notre étude est de savoir si ce coefficient d'équivalence "e" a une signification au niveau de la perte économique qu'engendrent les situations de congestion.

³⁴Le coefficient d'équivalence "e" a pour but d'établir des équivalences entre des véhicules de différents types. Le coefficient entre PL et VL noté "e" (PL / VL) correspond au nombre de VP que représente 1 PL dans des conditions de circulation données. L'équivalence s'exprime en unité de véhicules particuliers (UVP). Le débit en UVP se traduit par la relation suivante : $Q_{UVP} = Q_{VL} + e * Q_{PL}$
Référence : FOURNIER (P.), *Enjeux économiques des systèmes intégrés d'exploitation routière*, Thèse de sciences économiques, p. 117.

En d'autres termes, si l'on dispose d'un coût unitaire de congestion du véh.km, la perte pour la collectivité est-elle égale au produit de ce coût par la somme des intensités kilométriques VL et PL pondérée par "e"? C'est une hypothèse que nous examinerons plus loin.

Nous retiendrons pour l'essentiel les valeurs suivantes du coefficient "e" calculées pour les autoroutes A7 et A9 par les services d'étude de l'ASF:

e = 3,1 sur 3 voies

e = 2,8 sur 2 voies

L'autre question intéressante concerne ces seuils de saturation dont nous avons vu qu'ils avaient été calculés pour un taux moyen de PL de 13% ce qui limite leur pertinence sur l'autoroute A7. Mais ne peut-on pas corriger ces valeurs à l'aide du coefficient "e"?

Soit un seuil de débit S_n exprimé en véh/h ou en véh/j pour un taux T_n de poids-lourds. Quel est le seuil correspondant S_{n+1} pour un trafic comportant un taux T_{n+1} de poids lourds?

Soit e le coefficient d'équivalence PL/VL.

On convertit S_n en UVP:

$S_n(\text{uvp}) = S_n \cdot (1 + T_n \cdot (e - 1))$, et on cherche S_{n+1} tel que:

$$S_{n+1}(\text{uvp}) = S_{n(\text{uvp})}$$

$$\text{soit } S_{n+1} = \frac{(1 + T_n(e - 1))}{(1 + (T_{n+1})(e - 1))} \cdot S_n$$

A l'aide de cette formule, les seuils précédemment utilisés varient pour différents taux de poids-lourds :

e = 3,1

	%PL	Seuil de gêne / nb de PL / nb de VL	Seuil de travaux / nb de PL / nb de VL	Saturation / nb de PL : nb de VL
taux de référence	13%	40.000 / 5200 / 34800	45.000 / 5850 / 39150	65.000 / 8450 / 56550
taux actuel A7 (Montélimar)	21%	35.300 / 7413 / 27887	39.700 / 8337 / 31363	57.400 / 12054 / 45346
Indicatif	25%	33.400 / 8375 / 24625	37.500 / 9375 / 28125	54.200 / 13550 / 40650
Indicatif	28%	32.000 / 8960 / 23040	36.000 / 10080 / 25920	52.000 / 14560 / 37440

Ainsi on peut reprendre le tableau du paragraphe précédent indiquant la répartition de débits classés sur l'année suivant différents seuils.

Qualité de service	Répartition sur l'année
1 : absence de gêne	80%
2 : congestion locale	20%
3 : congestion généralisée : chute de la vitesse moyenne	15%
4 : saturation totale	3%

Note : Entre chaque niveau s'insère un des seuils précédemment définis : Seuil de gêne, seuil de saturation de travaux et seuil de saturation.

On constate donc qu'avec le taux réel de 21% de poids-lourds, le temps de trafic contraint (TMJA supérieur au seuil de gêne) est supérieur de 5% à celui obtenu précédemment avec des seuils calculés pour un taux de référence de 13% de poids-lourds. Cela représente environ une vingtaine de jours ce qui n'est pas négligeable.

IV.1.B Valorisation monétaire sur l'A7 - A9

Nous allons maintenant aborder le calcul du coût de congestion. Dans l'évaluation des coûts sociaux, la congestion est considérée comme un effet externe négatif c'est-à-dire comme une nuisance. Et comme pour toute nuisance, il faut distinguer l'émetteur du récepteur, celui qui dégage le coût de celui qui le supporte. Le principal problème de la congestion est qu'elle est à la fois et simultanément produite et subie par les usagers. Si l'on s'en tient à la répartition du trafic en deux catégories d'usagers, VL et PL, il est important de distinguer deux types de questions d'inégales difficultés:

1/ Qui subit la congestion?

C'est la question la moins difficile. Il s'agit d'évaluer les pertes subies en observant les encombrements (cf annexe 3).

2/ Qui produit la congestion?

C'est la question la plus difficile. Pour y répondre, il est nécessaire de simuler les retards causés par tel ou tel usager aux autres usagers. Le coût obtenu est réellement un coût marginal de congestion.

(a) Les pertes marginales causées: une simulation des retards

On a présenté en annexe 3 l'évolution des débits séparés VL/PL le long de l'année. Ce graphique montre bien la différence entre un trafic caractérisé par sa régularité et un trafic caractérisé par des pointes très marquées. La première réflexion qu'inspire ce graphique est que si les poids lourds produisent un surcoût de congestion, le calcul de ce coût nécessitera une analyse plutôt complexe. L'autre réflexion est que, dans l'hypothèse où l'on parvient à imputer de manière rigoureuse un coût de congestion aux poids-lourds ce dernier sera sûrement négligeable par rapport au coût de congestion "inter-VL", élevé du fait du nombre important de VL en circulation sur les autoroutes A7 et A9, ce qui ne va pas sans poser des problèmes quant à l'utilisation de l'autoroute par les VL et les véhicules utilitaires.

Le calcul du coût marginal de congestion des poids lourds a été effectué dans le cadre de l'étude du conseil général des ponts et chaussées sur l'imputation des coûts d'infrastructure de transports. La méthode consiste à évaluer la perte de temps des véhicules légers et des poids lourds due à la circulation d'un PL.km supplémentaire sur le réseau. Le modèle utilisé est celui des courbes débits-vitesse habituelles définies dans les documents du SETRA intitulés "Temps de parcours des véhicules sur itinéraires interurbains" (Rapport technique Décembre 1978 et note de synthèse 1984). Ces courbes donnent le temps de parcours moyen annuel par catégorie de routes en fonction d'une répartition moyenne du trafic dans la journée et des débits VL et PL.

Il convient de noter cependant que les courbes débit-vitesse représentent une simplification forte du phénomène de congestion, notamment dans les interactions PL/VL, et des études plus approfondies seraient nécessaires pour une meilleure interprétation.

La forme générale des courbes est la suivante:

- en situation fluide:

$$T_{VL} = a_0 + a_1 Q_{VL} + a_2 Q_{PL} + a_3 Q_{VL}^3 + a_4 Q_{VL}^2 \cdot Q_{PL}$$

$$T_{PL} = b_0 + b_1 Q_{VL} + b_2 Q_{PL} + b_3 Q_{VL}^3 + b_4 Q_{VL}^2 \cdot Q_{PL}$$

- en situation congestionnée, des temps de parcours supplémentaires de la forme $C_1 \cdot Q_{VL}^5 + C_2 \cdot Q_{VL}^4 \cdot Q_{PL}$ sont ajoutés aux temps de parcours en situation fluide.

Dans un premier temps, on calcule les temps de parcours moyens avec les débits observés, puis on procède au même calcul en ajoutant un PL au trafic initial. La perte de temps due à l'introduction de ce PL supplémentaire est alors déduite par simple différence.

Les résultats qui nous intéressent sont les valeurs de ces pertes de temps sur autoroutes concédées. Ces valeurs sont les suivantes:

Perte de temps / PL.km	2x2-voies (35000 véh/j, 19% de PL)	2x3 voies (45000... véh/j, 19% de PL)	Autoroutes concédées
pour l'ensemble des VL	2,5 s.	4,5 s.	3,1 s.
pour l'ensemble des PL	0,5 s.	1,37 s.	0,6 s.

Ces valeurs moyennes ne peuvent pas être utilisées sur des axes à forte circulation, comme A7-A9, c'est pourquoi la Commission Brossier a demandé au SETRA de recalculer le modèle sur des trafics d'axes. Les résultats sont les suivants :

	TMJA (2 sens)	% PL	pertes de temps (pour les PL)	en sec/ 1 PL/km (pour les VL)
A1 Senlis/Roissy	72 000	25 %	3,81	13,16
A7 Vienne/Orange (1992)	50 000	20 %	2,10	10,4
(2010, hypothèse basse)	66 000	20%	3,5*	12*
(2010, hypothèse moyenne)	77 000	20%	4*	15*
(2010, hypothèse haute)	87 000	27%	4,5*	20*
A6 Nemours/ Fontainebleau	43 000	17 %	1,33	7,33
A6 Evry/ Fontainebleau	86 000	11 %	3,5	36,8

(*) estimations d'après les valeurs observées en 1992 sur A1, A6, A7, A9. Des recherches plus poussées seraient nécessaires pour mieux préciser ces estimations.

(b) Estimation monétaire

Estimation de la congestion en 1992

Si l'on fait le ratio (pertes de temps locales) / (pertes de temps en moyenne sur autoroutes concédées), celui-ci est multiplié par 10 pour les VL sur l'A6 entre Evry et Fontainebleau et par trois sur l'A7. On peut donc dire d'une certaine manière que le poids lourds est 3 fois plus gênant sur l'autoroute A7 que, en moyenne, sur le réseau des autoroutes concédées.

Nous prendrons comme hypothèse basse la seule congestion PL/VL, et en hypothèse haute la congestion PL/(PL+VL).

Si l'on garde les valeurs de l'heure de 132 F en francs 85 (soit 132*1,165 F en franc 90) pour les PL et de 76 F francs 85 (soit 76*1,165 F en francs 90) pour les VL, on obtient le coût marginal de congestion du PL :

en hypothèse basse : $(10,4*76)*1,165 / 3600 = 0,256 \text{ F/PL.km}$ en francs 90.

en hypothèse haute : $(2,1*132 + 10,4*76)*1,165 / 3600 = 0,344 \text{ F/PL.km}$ en francs 90.

Il faut préciser que tous ces calculs ont été effectués à l'aide de courbes débit/vitesse et d'un algorithme de détermination des temps de parcours datant d'une quinzaine d'années dans lequel l'amélioration des performances des véhicules d'une part (élévation générale des vitesses, amélioration des capacités d'accélération des poids lourds etc...) et l'évolution de la répartition horaire et annuelle des trafics d'autre part (avec notamment une augmentation du trafic poids lourds sur autoroute) ne sont pas prises en compte. Il faudrait actualiser ces courbes en tenant compte :

- de l'évolution des performances mécaniques
- l'augmentation du trafic PL sur autoroute.

Or comme il a été vu dans le chapitre précédent, la congestion n'est pas linéaire.

Estimation des coûts de congestion à l'horizon 2010

Pour estimer les coûts de la congestion à l'horizon 2010, nous multiplions une valeur unitaire de congestion par les deux hypothèses hautes et basses de trafic PL. Cette valeur unitaire sera bien-sûr supérieure à celle utilisée pour 1992, nous la déterminons d'après les estimations données dans le précédent tableau :

2010, hypothèse trafic basse SETRA :

en hypothèse basse : $(12*76)*1,165 / 3600 = 0,295$ F/PL.km en francs 90

en hypothèse haute : $(3,51*132 + 12.76)*1,165 / 3600 = 0,382$ F/PL.km en francs 90

soit en francs 90 avec un coefficient d'actualisation basé sur l'indice des prix de 1,165 ²
0,444 F/PL.km.

2010, hypothèse trafic moyenne SETRA :

en hypothèse basse : $(15*76)*1,165 / 3600 = 0,369$ F/PL.km en francs 90

en hypothèse haute : $(4*132 + 15*76)*1,165 / 3600 = 0,539$ F/PL.km en francs 90

2010, hypothèse haute SETRA et OEST :

$(20*6)*1,165 / 3600 = 0,491$ F/PL.km en francs 90

$(4,5*132 + 20*76)*1,165 / 3600 = 0,684$ F/PL.km en francs 90

IV.2 LA CONGESTION DU TRANSPORT FLUVIAL RHODANIEN

Parmi les différentes infrastructures de transport du couloir rhodanien, la voie fluviale à grand gabarit est la plus disponible pour supporter une croissance du fret. L'ordre de grandeur de la capacité actuelle offerte par la voie à grand gabarit est de 15 à 20 millions de tonnes sachant que la densité actuelle est de 2 millions de tonnes. D'après les estimations de croissance du trafic vues précédemment, le seuil de saturation de l'infrastructure ne serait atteint que dans une hypothèse maximale.

La marge de croissance du trafic permet de conclure que selon les hypothèses de trafics retenues et les capacités techniques de l'axe, les effets de congestion seront inexistantes sur le grand gabarit pour les quinze années à venir.

Valorisations monétaires

- Valorisation pour 1992

Actuellement l'infrastructure étant largement disponible, **le coût de congestion peut être tout à fait considéré comme nul**, car il n'existe aucune perte de temps lors du déplacement ou des éclusages, excepté pour des raisons exogènes au mode de transport comme les crues relativement fréquentes sur la Saône essentiellement ainsi que sur le Rhône.

- Valorisation pour 2010

Si nous retenons toujours les deux hypothèses de croissance du trafic calculées par la Direction des Routes, le seuil de saturation serait "juste" atteint dans l'hypothèse haute (trafic estimé à 16,6 millions de Tkm). Ainsi **le risque de congestion est donc très faible** comme nous l'avons souligné précédemment. **Le coût de congestion s'il peut être chiffré sur le grand gabarit rhodanien en 2010 restera de faible ampleur.** Cependant les possibilités de congestion des voies navigables intérieures n'ont pas fait l'objet d'études approfondies et complètes à notre connaissance et constituent un problème qui reste à explorer.

V UN BILAN DE LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE AUTOROUTIERE ET FLUVIALE SUR L'AXE RHODANIEN

V.1 LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE DES POIDS LOURDS SUR L'AXE A7 - A9

Cette nuisance est considérée comme moins grave par les particuliers, comparé au bruit ou à l'insécurité. Pourtant la pollution atmosphérique est une atteinte beaucoup plus grave surtout à long terme qui nous semble plus difficile à maîtriser. La pollution atmosphérique a de multiples origines comme les industries chimiques ou des secteurs de l'industrie lourde, le chauffage urbain et le secteur des transports qui participent activement au maintien et à l'accroissement des émissions des gaz et poussières polluants.

Bien que tous les modes aient amélioré leur degré d'efficacité énergétique, il n'en reste pas moins une forte consommation de carburant polluant. Les problèmes d'émissions polluantes proviennent de deux sources, la nature de l'énergie utilisée (le diesel est plus polluant) et l'âge des moteurs (les moteurs anciens ont une moins bonne efficacité énergétique).

Dans les pays industrialisés de l'OCDE, la part des transports dans les émissions de polluants atmosphériques pourrait approcher les 50%. Dans les zones urbaines, ces polluants peuvent avoir des effets directs et indirects sur la santé : irritation de l'appareil respiratoire, des yeux ou d'autres organes ; effets toxiques aigus généraux ; effets mutagènes ou cancérigènes, effets négatifs sur les mécanismes de défense contre les infections. Ils dégradent également l'environnement (encrassement des matériaux ; corrosion ; dégradation des édifices historiques ; diminution de la productivité agricole ; acidification des sols et des eaux de surface ; dépérissement des forêts). Ils perturbent enfin le confort de la vie quotidienne (mauvaises odeurs, réduction de l'ensoleillement et de la visibilité).

Cependant, ces effets sont plus ou moins facilement imputables au secteur des transports. Les difficultés d'attribution de chacun des polluants à leur source d'émission sont les plus importantes lorsqu'il s'agit d'effets indirects, ou bien d'effets se manifestant à long terme.

V.1.A Une présentation des effets par type de polluant

Jusqu'à une période récente, les principales préoccupations en matière de pollution de l'air se sont concentrées sur les impacts de chacun des polluants pris séparément. Le problème est cependant plus complexe, et à titre d'exemple, une analyse détaillée du dépérissement des forêts allemandes indique que les causes pourraient venir aussi bien d'effets synergiques entre les pluies acides et les produits de réactions photochimiques que des effets directs du SO₂ et du NO₂. De même, les effets sur la santé des SO₂ et NO₂ combinés sont beaucoup plus sérieux que ceux des mêmes polluants pris séparément.

Malgré ces incertitudes, nous allons présenter brièvement pour l'ensemble des polluants émis par les transports, leur effets principaux, ainsi que les perspectives d'avenir en ce qui concerne leurs émissions.

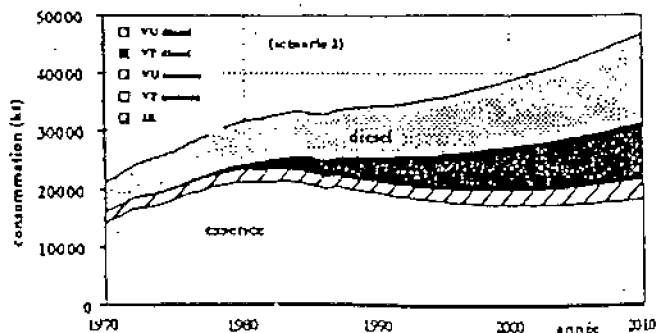
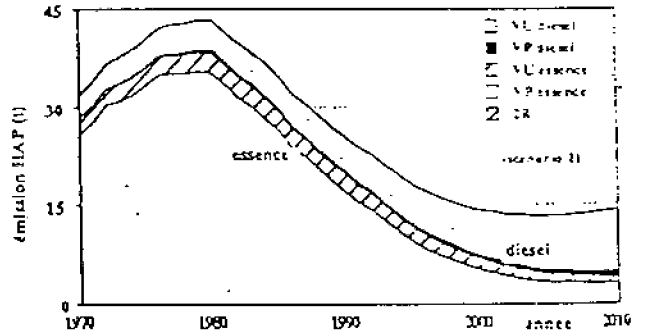
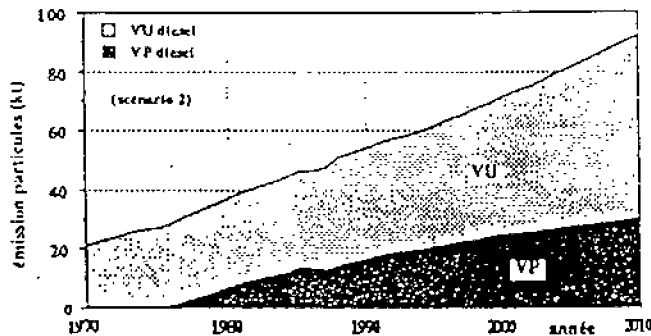
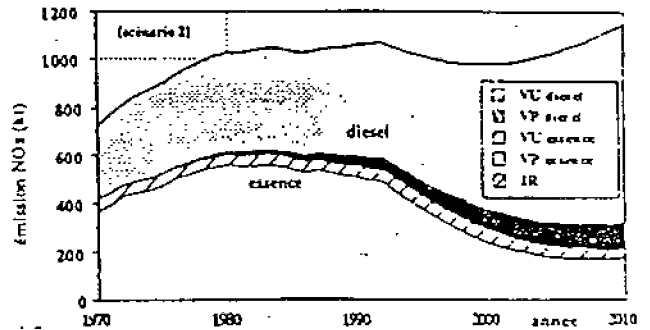
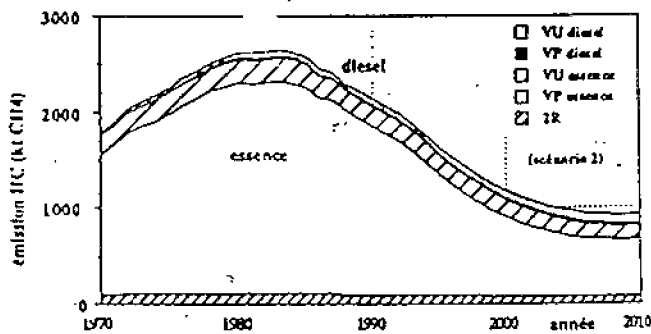
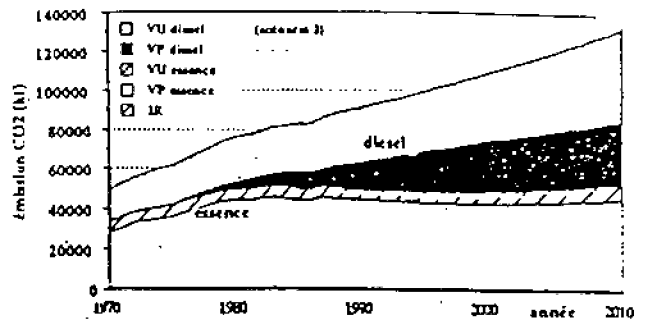
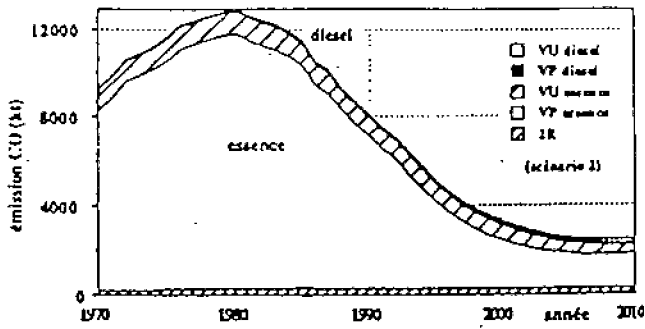
(a) Monoxyde de carbone (CO)

(Environ 80% des émissions proviennent des transports)

Provenant des gaz d'échappement automobiles, c'est un des éléments les plus directement toxiques pour l'homme (Entraves à l'activité pulmonaire, action sur le système cardiovasculaire, mais aussi sur le système nerveux central, la vision, le jugement). Combiné à d'autres polluants, il peut avoir une action synergique importante. De plus, le CO peut contribuer indirectement à la formation de gaz à effet de serre (voir paragraphe suivant).

Il semblerait que, du fait des nouvelles techniques et réglementations, les émissions de CO par les transports vont être considérablement réduites à l'avenir, du moins pour ce qui concerne les 20 prochaines années.

Tableau n°3 : les émissions de polluants en 2010 (source R. JOUMARD, J. LAMBERT, 1991. INRETS, op.cit.)



: Evolution des émissions françaises de polluants par les transports routiers de 1970 à 2010 (scénario 2), par mode et par carburant, en kt (t pour HAP).

(b) Oxydes d'azote (NOx)

(Environ 50% des émissions proviennent des transports)

Pour la santé humaine, c'est le dioxyde d'azote (NO₂) qui est très préoccupant : en réduisant les échanges gazeux dans le sang, il réduit l'intensité de la fonction pulmonaire, ce qui peut causer des irritations voire des oedèmes. Mais les altérations les plus graves se produisent lorsque les NOx agissent en combinaison avec d'autres polluants.

Pour ce qui concerne l'environnement, les NOx ont des effets négatifs sur la végétation, surtout lorsqu'ils sont combinés aux SOx, avec lesquels ils participent à la formation d'acides dans l'atmosphère (ils contribuent ainsi pour au moins 30% aux pluies acides). Ils sont aussi à l'origine des phénomènes de "smog", brouillard brunâtre qui réduit la visibilité.

A l'avenir, les émissions de NOx des véhicules particuliers à essence vont diminuer, ce qui va conduire à une stabilisation des émissions totales provoquées par le transport routier jusqu'à l'horizon 2010. Cependant, l'importance croissante du parc de véhicules diesel pour lesquels la réduction des émissions de NOx est plus difficile pourrait vraisemblablement conduire à un changement de tendance dans le long terme, après 2010, qui se traduirait par une nouvelle augmentation de ces émissions.

(c) Hydrocarbures (CxHy) et autres composés organiques toxiques

(environ 40% des émissions proviennent des transports)

Ce sont surtout les hydrocarbures lourds qui font peser les risques les plus graves sur la santé humaine. Le benzène, par exemple, qui est un constituant de l'essence et des gaz d'échappement automobiles, est reconnu comme cancérigène et peut provoquer des leucémies. Ces composés présentent en outre des effets synergiques importants. Le méthane est par ailleurs considéré comme ayant un rôle important dans l'effet de serre (voir paragraphe suivant).

En France, il semblerait que l'on se dirige vers une division par deux des émissions d'hydrocarbures d'ici 2010.

(d) Plomb (Pb)

(Le total des émissions provient des transports)

Les effets du plomb sur l'homme et l'environnement ne sont pas à l'heure actuelle définis avec précision. Mais on sait depuis longtemps que le plomb peut porter atteinte aux reins, au foie, à l'appareil reproductif, aux processus cellulaires fondamentaux et au fonctionnement du cerveau.

La généralisation du pot catalytique avec utilisation d'essence sans plomb semble être une solution qui permettra dans les prochaines années de réduire sensiblement ces émissions.

(e) Particules fines (aérosols) et fibres (amiante)

Les aérosols en suspension dans l'atmosphère peuvent être toxiques par eux mêmes ou peuvent être des vecteurs d'autres substances toxiques. Inhalées, elles peuvent pénétrer très profondément dans l'appareil respiratoire, irriter les tissus pulmonaires et provoquer des troubles à long terme. Ces particules proviennent essentiellement des moteurs diesels. Par ailleurs, on a pu montrer que les fibres d'amiante étaient cancérigènes. Les particules diesel sont enfin associées aux salissures et dégradations des bâtiments et édifices historiques.

Du fait de l'augmentation considérable du parc de véhicules diesel, on prévoit un doublement des émissions de particules d'ici 2020.

(f) Oxydants photochimiques

L'ozone (O₃) est l'oxydant photochimique le plus répandu. Ces oxydants entraînent une sensibilité accrue aux infections, des maladies et altérations pulmonaires, une irritation des yeux, du nez et de la gorge.

En attaquant les parois cellulaires des plantes et en gênant leur croissance, les oxydants peuvent en outre gravement endommager la végétation, et notamment les récoltes agricoles et les forêts. Ils contribuent de plus au processus de corrosion des matériaux, et notamment du caoutchouc. Enfin, dans la basse atmosphère, l'ozone joue également un rôle dans l'effet de serre que nous allons étudier particulièrement même s'il peut en première analyse se présenter comme une forme particulière de pollution atmosphérique.

(g) L'effet de serre

Le dioxyde de carbone (CO₂) n'est pas par définition un polluant de l'atmosphère, puisqu'il est un composant naturel de l'air et qu'il est indispensable à la photosynthèse des plantes. Mais l'accumulation croissante de CO₂ dans l'atmosphère due à la combustion fossile liée à toute activité humaine peut au siècle prochain avoir de graves conséquences (désertification, bouleversement des équilibres climatiques, montée du niveau des mers). Ces conséquences ne sont pas connues avec exactitude, du fait de la complexité des phénomènes impliqués, et de leurs interactions, mais il est admis que le siècle prochain verra un réchauffement de la surface de la planète de l'ordre de 2 à 5°.

D'autres gaz ont comme le CO₂ le pouvoir d'absorber les rayonnements infrarouges émis par la terre, et donc de réchauffer l'atmosphère : le méthane (CH₄), les chlorofluoro-carbures (CFC), et le protoxyde d'azote (N₂O) principalement.

En France, environ 40% des émissions de gaz à effet de serre proviennent des transports. L'augmentation de la consommation d'énergie fossile liée à la croissance mondiale, et plus spécifiquement pour ce qui concerne le secteur des transports, la croissance de la mobilité des personnes et des biens associée à une efficacité énergétique en détérioration, ne permettent pas d'envisager à l'heure actuelle un renversement de la tendance observée.

A terme, c'est l'effet de serre qui fait peser la plus grande hypothèque sur la croissance du trafic routier : si l'on peut attendre des progrès conséquents en matière de réduction des émissions des polluants classiques, il n'en est rien pour les émissions de CO₂ qui sont indissociables du fonctionnement des moteurs à explosion.

Sur le plan macroéconomique, et à titre prospectif, une politique volontariste pour casser cette tendance est possible. Elle pourra toutefois difficilement être mise en place à l'échelle mondiale tant que les problèmes structurels de l'économie américaine ne trouveront pas de solution. La fragile croissance des Etats Unis est actuellement trop liée au coût de l'énergie pour qu'un gouvernement se risque à une taxation importante des émissions de CO₂. Pourtant, selon Yves MARTIN, il est d'autant plus urgent d'agir que plus le temps passe, et plus les mesures de réduction seront coûteuses et difficiles à mettre en oeuvre.

Sur un plan microéconomique, à l'échelle d'une ville, internaliser l'effet de serre reviendrait en fait à stabiliser la circulation routière urbaine à un certain niveau jugé collectivement à la fois nécessaire et soutenable. Dans une telle perspective, une augmentation de la mobilité ne pourrait s'envisager que par le recours accru aux transports collectifs.

V.1.B Part des PL dans la pollution atmosphérique : consommations énergétiques et émissions unitaires par type de véhicules

D'une approche en termes de consommation, notre analyse pourrait évoluer vers une évaluation plus précise des différentes émissions polluantes par type de véhicules. Nous distinguerons la part revenant aux poids lourds, avec la définition suivante du poids lourd : PL= VU diesel > 16 T.

Nous retiendrons donc les mêmes émissions de gaz que nous avons citées dans l'approche théorique des effets externes à savoir les oxydes d'azote (NOx), les oxydes de soufre (SOx), les hydrocarbures (HC), les oxydes de carbone (CO et CO2) et les particules et poussières.

Nous disposons de données d'émission unitaires grâce aux travaux de M. JOURMARD de l'INRETS et du groupe CORINAIR. Le facteur d'émission des oxydes de soufre SOx de 1,5 g/km nous est donné par une étude finlandaise.

En ce qui concerne les prévisions d'évolution des émissions de polluants des poids-lourds nous n'avons pu obtenir des données que pour les VU diesel, catégories qui englobe de nombreux véhicules légers (véhicules d'entreprise, fourgonnettes).

Emissions unitaires VU diesel sur autoroute (source: INRETS, modèle POLLEN) en g/km

	1993	2010
CO	2.08	2.06
CO2	622	613
HC	1.33	1.31
NOx	11.86	11.87
consommation	200	198

Compte tenu des progrès technologiques, les émissions unitaires sont appelées à baisser légèrement dans les quinze prochaines années à l'exception des oxydes d'azote qui augmentent très légèrement.

La connaissance de la consommation doit permettre de calculer les émissions d'oxydes de soufre. En effet lors de la combustion du carburant, le soufre qu'il contient se retrouve intégralement sous forme de SOx, il suffit donc de connaître la teneur des carburants en soufre.

Notons que les variations de ces valeurs sont négligeables par rapport à l'approximation faite (PL=VU diesel).

	VU diesel	PL
CO	2.08	4.2
CO2	622	904
HC	1.33	2.3
NOx	11.86	13.5
consommation	200	294

Dans ces conditions il paraît plus judicieux d'employer les valeurs des PL et de considérer que les variations futures sont également négligeables ou de leur appliquer des coefficients de variation identiques à ceux des VU diesel.

Facteurs d'émissions en g/km en 1992 et en 2010 en appliquant la baisse attendue sur les VU.

P.L.	CO	CO2	HC	NOx	Particules	Conso.
1992	4,2	904	2,3	13,5	1,25	294
2010	4,158	890	2,26	13,5	1,25	291

V.1.C Valorisation monétaire unitaire

La valorisation que nous appliquons s'appuie sur celle préconisée par les suédois, qui consiste à calculer le coût de l'ensemble des mesures pouvant permettre de réduire de 50% les émissions de chaque polluant.

Valeur des taxes suédoises

CO : 1,25 F/kg

CO2 : 0,25 F/kg

HC : 19,4 F/kg

NOx : 38,8 F/kg

SO2 : 29,1 F/kg

Coûts moyens de pollution atmosphérique (frs/km):

D'après les émissions unitaires des PL, les valeurs suédoises conduisent à des coûts par kilomètre de 0,843 F/PL.km pour l'année 1992, et 0,838 F/PL.km à l'horizon 2010.

Ces chiffres sont à considérer par rapport à un objectif clair de réduction des nuisances menée dans une politique très volontariste des autorités suédoises en matière de lutte contre la pollution. D'autres quantifications monétaires peuvent être constituées selon l'intérêt porté à la lutte contre la pollution atmosphérique. selon le poids attaché à la lutte de la pollution des véhicules, les normes ou valeurs unitaires des taxes seront plus ou moins élevées

De plus les valeurs unitaires de pollution que nous retenons dans l'étude seront intensifiées du coefficient d'augmentation des coûts de congestion lorsque le trafic croît (car les valeurs de pollutions unitaires sont supérieures en cas de congestion).

V.2 LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE DU TRANSPORT FLUVIAL RHODANIEN

La procédure méthodologique d'évaluation de la pollution atmosphérique provoquée lors d'un transport fluvial sera identique à celle appliquée dans le cas du transport routier, c'est-à-dire fonction de la consommation pétrolière des bâtiments fluviaux et valorisée par les taxes unitaires de pollution.

Dans le cas du transport fluvial il existe un avantage énergétique certain, caractéristique aux modes de transport dits lourds (fer, voie navigables, voie maritime). L'avantage énergétique des bateaux réside effectivement dans leur capacité d'emport, qui est en moyenne de 1500 tonnes. Cette forte capacité unitaire permet de diminuer les émissions polluantes à la Tkm.³⁵ La consommation énergétique pour les voies navigables que nous retiendrons a été déterminé par l'Agence De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME), soit une consommation de 104 TKm par KEP (Kilogramme Equivalent Pétrole)³⁶. Une comparaison avec les autres modes montre que la voie d'eau est 2 à 5 fois plus économique sur le plan énergétique:

Comparaison entre les différents modes de transport

Mode	Consommation des différents modes (interurbain)	
	Tkm/KEP	
Camion > 3t	20,5	
Semi-remorque 28t	57,6	
Wagon isolé	60,2	
Train complet	129,9	
Voie d'eau	104,0	

Source : ADEME, 1989

La consommation énergétique globale pour un trafic fluvial rhodanien de 586 745 milliers de Tkm en 1992 est de $5,64.10^6$ kep. Connaissant la consommation énergétique nous pouvons déterminer les émissions polluantes pour l'année 1992 provoquée pour ce même trafic.

V.2.A Emissions polluantes de la navigation fluviale en 1992

Navigation fluviale	Emissions en g par kg de gazole consommé					
	CO	CH	NO _x	SO ₂	Poussière	CO ₂
Propulsion diesel en agglomération ou hors agglomération.	5,0	3,4	27,0	2,0	0,8	3153

Source : Publications du Ministre Fédéral des Transports, Allemagne, Essen-Bonn 1990.

³⁵ A titre d'exemple, pour effectuer le trajet aller-retour Lyon-Fos la majorité des bateaux du Rhône consomment 5000 litres. (Pour des moteurs de 400 CV ce qui représente 80% de la flotte) *Entretien avec M.Biechel, Directeur de Delta Shipping.*

³⁶ Le KEP est l'unité qui permet d'exprimer de façon comparable les sources d'énergie en fonction de leur équivalence calorifique.

A l'aide des émissions polluantes unitaires par kilogramme de carburant consommé et de la dépense énergétique globale annuelle ($5,64.10^6$ kep), nous pouvons déterminer l'émission globale en termes de pollution atmosphérique. L'opération revient à multiplier la consommation énergétique et le facteur d'émission de chaque gaz.

Emissions totales = facteur d'émission * consommation énergétique en Kep

Substance nuisible	Facteur d'émission en kg/l de gazole	Emissions totales en kg (1992)
CO	0,005	28 200
CH	0,0034	19 176
NO _x	0,027	152 280
SO ₂	0,002	11 280
Poussière	0,0008	4 512
CO ₂	3,153	178.10^5

Source : Publication du Ministre Fédéral des Transports, Allemagne.

V.2.B Estimation des émissions polluantes en 2010

A l'horizon 2010, les estimations des émissions en gaz et poussières vont dépendre des hypothèses de croissance du trafic fluvial retenues. La Direction des Routes a estimé le trafic jusqu'en 2010 en distinguant une hypothèse basse et une hypothèse haute de croissance. Nous reprendrons ces deux hypothèses dans notre étude.

Estimations du trafic fluvial en 2010

Année	Hypothèse Basse (MT)	Hypothèse Haute (MT)
90	4,47	-
95	6,9	7
2000	9	12,9
2010	11	16,6

Source : Direction des Routes, publié dans La Note d'Information de la DTT, n°126.

Afin d'évaluer les nuisances en 2010, nous prenons les estimations de trafic citées ci-avant et les trafics en tonnes-kilomètres calculés en première partie :

Trafics et consommation d'énergie estimés pour 2010 :

	H.Basse de trafic	H.Haute de trafic
Trafic en tonnes	11	16,6
Trafic (millions de TKm)	1833	2766
Consommation d'énergie (kep)	$17,6.10^6$	$26,6.10^6$

Nous connaissons maintenant les estimations des consommations énergétiques pour l'horizon 2010 dans les deux hypothèses de trafic ce qui nous permet de déterminer les émissions polluantes correspondantes.

Détermination des émissions en 2010

Les émissions polluantes sont déterminées en multipliant la consommation énergétique et les facteurs d'émissions.

Substance nuisible	Facteur d'émission (kg)	Emissions totales (kg) Hypothèse basse de trafic	Emissions totales (kg) Hypothèse haute de trafic
CO	0,005	88 000	133 000
CH	0,0034	59 840	90 440
NO _x	0,027	475 200	718 200
SO ₂	0,002	35 200	53 200
Poussière	0,0008	14 080	21 280
CO ₂	3,153	555.10 ⁵	838,7.10 ⁵

V.2.C Valorisation de la pollution atmosphérique

Nous procéderons à la valorisation des coûts sociaux de pollution atmosphérique du mode fluvial en utilisant la méthode du coût des dommages. L'évaluation monétaire des coûts de pollution dépend des normes de monétarisation retenues. Nous prendrons deux hypothèses de valorisation plus ou moins sévères afin d'obtenir une fourchette de valeur relative à ce que coûte la pollution du secteur des transports à la collectivité. Dans une hypothèse minimale nous appliquerons les valeurs des taxes suédoises à hauteur de 25% et dans une hypothèse maximale nous nous servirons des normes suédoises à hauteur de 100%.

Normes de monétarisation utilisées :

Hypothèse maximale : Valeurs des taxes d'internalisation suédoises, en fr./kg.

Type de polluant	Coefficient (fr./kg)
CO	1,25
CO ₂	0,25
HC	19,4
NO _x	38,8
SO ₂	29,1

Hypothèse minimale : Valeur des taxes suédoises à hauteur de 25%

Type de polluant	Coefficient (fr./kg)
CO	0,3125
CO ₂	0,0625
HC	4,85
NO _x	9,7
SO ₂	7,275

Coûts globaux de pollution :

Nous appliquons les normes de pollution pour 1992 et à l'horizon 2010 en distinguant à chaque fois une hypothèse haute et une hypothèse basse pour 2010 en fonction des estimations de croissance du trafic. L'hypothèse basse de trafic est de 11 millions de tonnes soit environ 1,833 milliards de Tkm et l'hypothèse haute de trafic est de 16,6 millions de tonnes soit 2,766 milliards de Tkm.

- Coût de pollution - Hypothèse minimale

Polluants	coût 1992 (f) trafic de 586,745 millions de TKM	coût 2010 (f) H. basse de trafic (11 MT)	coût 2010 (f) H. haute de trafic (16,6 MT)
CO	8 813	27 500	41 563
CO2	1 112 500	3 468 750	5 241 862
HC	93 004	290 224	438 634
NOx	1 477 116	4 609 440	6 966 540
SO2	82 062	256 080	387 030
TOTAL	2,77 M.F.	8,7 M.F.	13,1 M.F.

Les coûts unitaires en 1992 (trafic de 586,745 millions de Tkm) sont de **0,0047 franc/Tkm** avec les normes de monétarisation appliquées à 25 %.

- Coût de pollution - Hypothèse maximale

Polluants	coût 1992 (f) trafic de 586,745 millions de TKM	coût 2010 (f) H. basse de trafic (11 MT)	coût 2010 (f) H. haute de trafic (16,6 MT)
CO	35 250	110 000	166 250
CO2	4 450 000	13 875 000	20 950 000
HC	372 015	1 160 896	1 754 536
NOx	5 908 464	18 437 760	27 866 160
SO2	328 248	1 024 320	1 548 120
TOTAL	11 MF	34,6 MF	52,3 MF

Les coûts unitaires dans ce second cas sont environ de **0,019 F/Tkm**.

Le fait de monétariser les effets externes avec des valeurs plus ou moins importantes traduit l'intérêt que l'on porte aux dommages de la pollution. Les gains que retirerait la collectivité en taxant plus sévèrement les dommages de pollution du transport sont naturellement élevés avec les normes suédoises.

Le transport fluvial génère donc un effet externe, la pollution atmosphérique, qui peut être minimisée par une modernisation des moteurs utilisés sur les bâtiments fluviaux du Rhône. Cependant comparés aux coûts de pollution routiers, les dommages causés à tonnage équivalent sont bien plus faibles dans le secteur fluvial.

Un calcul annexe peut être effectué afin de se rendre davantage compte des dommages de pollution engendrés par les transports; il consiste à mettre dans une même unité de valeur physique les différentes émissions de gaz.

V.2.D Pondération des émissions

La pondération des émissions en "quantité équivalente de CO" (monoxyde de carbone) grâce aux facteurs de toxicité a été développée en Allemagne. Les facteurs de toxicité sont de deux types, type I (dommages à la santé et aux bâtiments) et type II (dommages à la végétation). Nous multiplions les quantités physiques d'émissions pour chaque gaz par les facteurs de toxicité. Les émissions sont pondérées dans l'hypothèse minimale prenant les normes suédoises de pollution à hauteur de 25%.

- En 1992

Substance nuisible	Bilan des émissions (kg)	Toxicité I en T ³⁷	Toxicité II en T	COE (I)*	COE (II)*
CO	28200	1	1	28	28
CH	19176	500	500	9588	9588
NOx	152280	200	333	30456	50709
SO ₂	11280	100	125	1128	1410
Poussière	4512	100	100	451	451
CO ₂	178.10 ⁵	---	---		
TOTAL				59 451	79 986

* Quantité équivalente en CO, en Tonne.

Le **total des émissions** en Tonne équivalente CO est pour **1992** de **59 451 T** pour si l'on considère le critère des dommages à la santé et aux bâtiments et de **79 986 T** si l'on considère le critère des dommages à la végétation, pour un trafic de 586 millions de TKm.

- En 2010

Substance nuisible	Bilan des émissions (kg)-H.Basse	Bilan des émissions H. Haute	Toxicité I en T	Toxicité II en T	COE (I)*	COE (II)*	COE (I)*	COE (II)*
CO	88000	133000	1	1	88	88	133	133
CH	59840	90440	500	500	29920	29920	45220	45220
NOx	475200	718200	200	333	95040	158240	143640	239160
SO ₂	35200	53200	100	125	3520	4400	5320	6650
Poussière	14080	21280	100	100	1408	1408	2128	2128
CO ₂	555.10 ⁵	838,7.10 ⁵	---	---				
TOTAL					129976	194056	196441	293291

Le total des émissions polluantes à l'horizon 2010 du transport fluvial rhodanien, d'après les hypothèses de croissance du trafic, sont de 324 032 T dans l'hypothèse basse de trafic et de 489 732 T dans l'hypothèse haute.

³⁷ Source: Publication du Ministre Fédéral des Transports, Allemagne

- LA NOTION DE RISQUES MAJEURS

Les risques majeurs concernent tous les problèmes qui peuvent survenir lors d'un transport de matières dangereuses (notamment par voie d'eau) et qui peuvent porter atteinte aux personnes ou à l'environnement. La probabilité de survenue des risques majeurs est faible mais les conséquences en termes de nuisances et indirectement d'atteintes aux personnes sont très élevées.

De graves accidents impliquant des matières dangereuses se sont déjà produits dans les modes routier et ferroviaire entraînant des conséquences graves pour les usagers des transports ou de l'infrastructure et pour l'environnement.

Le nombre d'accidents routiers comprenant des matières dangereuses est passé de 201 en 1989 à 198 accidents en 1990. Ce nombre est trop élevé et peut être considéré comme une des raisons pour favoriser la répartition modale du transport de matières dangereuses, notamment en utilisant le transport fluvial.

- Le transport de matières dangereuses dans l'agglomération lyonnaise :

Le trafic se répartit suivant les trois modes de transport terrestres avec une prédominance de la route. Le trafic de matières dangereuses par poids lourds dans l'agglomération était de l'ordre de 86000 véh/j en 1992, dont 6% soit 5400 PL (enquêtes de circulation de la Direction Départementale de l'Équipement, DDE).

L'essentiel du trafic concerne les liaisons de l'agglomération avec l'extérieur; trafic d'échange: 60%, Interne: 30%, Transit: 10%, non captif du mode routier, qui pourrait donc être supporté par d'autres modes de transport, comme la voie d'eau, selon les distances et terminaux desservis.

En 1990 la voie d'eau a totalisé un trafic de matières dangereuses de 1,74 MT sur un trafic global marchandises de 4,4 MT dans le bassin rhodanien.

En 1992 le trafic ayant une relation avec l'agglomération représentait 568 781 T dont 328 050 T à l'origine de Feyzin. Le pôle lyonnais peut être considéré comme déterminant dans le transport de matières dangereuses.

Connaissant les réserves de capacités actuelles du fleuve il est possible d'envisager une hausse importante de ce type de transport, jusqu'à 10 MT. d'après l'étude du Spiral, sans que des investissements importants en infrastructures soient nécessaires.

- La sécurité dans le transport fluvial de marchandises :

Les modes de transport routier et ferroviaire mettent en contact plus ou moins directement les matières dangereuses et les voyageurs ou riverains. Tout accident qui survient présente donc des risques de pollution mais aussi des risques en termes de vies humaines.

Le transport fluvial apparaît au prime abord comme moins dangereux. Il ne met pas en contact directement des marchandises à caractère dangereux et des personnes lors des déplacements, excepté les transporteurs. Les bâtiments transportant des marchandises dangereuses et les bateaux de plaisance n'ont pas le droit d'écluser en même temps. Le fleuve est en cela un site propre où le transport de matières dangereuses a des possibilités de croissance soutenue par les moindres risques qu'il fait encourir.

Le report d'une partie du trafic de marchandises dangereuses sur le fleuve pourrait donc avoir des conséquences positives en termes de sécurité et minimiser le risque d'accidents graves sur les routes et autoroutes. Ce critère est à prendre en considération dans l'évaluation des risques majeurs selon les modes de transport. La gravité des accidents routiers dans lesquels des matières dangereuses sont impliquées peut soutenir le report modal de ces marchandises vers des modes plus sûrs comme la voie d'eau.

- Les mesures prises actuellement dans le transport fluvial :

Au port Edouard Herriot (PEH) des barrages antipollution sont étendus pour éviter tout risque d'étalement de produits lors de transbordements de matières dangereuses. Mais ces mesures n'existent pas dans les raffineries privées où il n'y a pas de règlement de police.

-Des vérifications régulières sont effectuées:

Les bateaux de matières dangereuses sont soumis à une visite complète tous les 5 ans au minimum.

-Les bateaux doivent subir un dégazage quand un changement de produit se fait pour la même cuve. Les lieux spécialisés sont à Givors et Fos.

-Les cales des bateaux citernes transportant des matières dangereuses ont été modernisées et renforcées. Les coques à double paroi évitent tout déchirage ou fuite. De plus des travaux ont été effectués sur l'habillement protecteur des écluses pour ne pas provoquer d'endommagements de cale lors des éclusages.

-Enfin la réglementation pour le transport de matières dangereuses est applicable dans le fluvial au même titre que dans les autres modes. Il n'existe pas de règlement européen du transport fluvial de matières dangereuses sur les réseaux français à l'exception du Rhin qui a sa propre réglementation, l'ADNR³⁸ appliquée depuis le 8 Décembre 1971.

Un projet d'accord européen de la Commission pour l'Europe des Nations Unies devrait se mettre en place sur les voies navigables, l'ADN inspiré de l'ADR "Accord Européen relatif au transport international de matières dangereuses par Route" et du RID "Règlement International concernant le transport de matières dangereuses par chemin de fer".

La voie d'eau a un atout important à faire valoir dans ce créneau de transport, car la sécurité paraît plus élevée que dans le mode routier, lors des déplacements.

³⁸ L'ADNR est " l'Accord Européen relatif au transport des Matières Dangereuses par voie de navigation intérieure".

VI SYNTHÈSE DES COÛTS ET ENJEU D'UN REPORT MODAL

VI.1 BILAN DES NUISANCES P.L. DE L'AXE A7 - A9

VI.1.A Rappel des hypothèses

Traffic

Les données de trafic sont de 1,1 milliard de PL.km sur l'axe A7-A9 Lyon Montpellier (300km) en 1992, et pour 2010 3 hypothèses de trafic ont été retenues : 1,5, 1,69 et 2,77 milliards de PL.km. Pour changer d'unité et passer en unité de Franc / PL.km et en F/TKm, nous appliquons une hypothèse concernant le tonnage moyen des poids lourds circulant sur les routes et autoroutes de 12 T / PL retenue par le SETRA.

Bruit

L'hypothèse minimaliste est fondée sur les dépenses annuelles de protection anti-bruit nécessaires en 1992 évaluées par le CETE de Lyon (75 km * 12 000 F/km / 20 ans) rapportées au trafic 1992.

L'hypothèse volontariste est fondée sur les dépenses annuelles nécessaires à la protection de l'ensemble de l'axe (296 km) rapportées au trafic 1992.

Pollution

L'hypothèse volontariste se fonde sur les valeurs unitaires des taxes d'internalisation des coûts de pollution appliquées en Suède.

L'hypothèse minimaliste se contente d'une valorisation à hauteur 25% des taxes suédoises.

Les valeurs unitaires de pollution sont augmentées du coefficient d'augmentation des coûts de congestion lorsque le trafic augmente (valeurs de pollution unitaire supérieures en cas de congestion).

Insécurité

Les coûts de l'insécurité sont fondés sur les valeurs tutélaires proposées par les travaux du Commissariat au Plan.

La première hypothèse retient le taux d'implication des PL, la seconde hypothèse retient le taux d'accident. Ces recherches ne nous renseignent cependant pas sur la responsabilité des PL dans les accidents.

Congestion

Le coût marginal de congestion PL est calculé à partir des données de temps perdu VP et PL recueillies sur les axes les plus saturés. Les estimations des coûts de congestion à l'horizon 2010 se fondent notamment sur l'observation de la congestion sur ces axes. La valorisation basse tient compte de la congestion PL sur VL; la valorisation haute prend en plus la congestion inter-PL.

VI.1.B Tableau de synthèse

TRAFIC TOTAL (milliards de véh.km)	4,65	7,23	8,43	9,5
TRAFIC PL (milliards de PL.km)	1,1	1,5	1,69	2,77
TONNAGE (milliards de T.km)	13,2	18	20	33

années et hypothèses de trafics	1992	2010 Hyp. basse SETRA	2010 Hyp. haute SETRA	2010 Hyp. OEST
nature des coûts sociaux	val. minimales / volontaristes	val. minimales. / volontaristes	val. minimales / volontaristes	val. minimales / volontaristes
BRUIT (total, MF/an, 300 km)	30 / 230	30 / 240	34 / 270	56 / 445
F/PL.km	0,027 / 0,21	idem 1992	idem 1992	idem 1992
F/Tkm	0,002 / 0,017	idem 1992	idem 1992	idem 1992
POLLUTION (total, MF/an, 300 km)	230 / 930	405 / 1650	558 / 2210	1144 / 4620
F/PL.km	0,21 / 0,843	0,27 / 1,1	0,33 / 1,31	0,41 / 1,66
F/Tkm	0,018 / 0,07	0,022 / 0,09	0,027 / 0,11	0,034 / 0,139
INSECURITE (tot., MF/an, 300 km)	57 / 107	147 / 272	171 / 329	190 / 372
F/PL.km	0,052 / 0,096	0,10 / 0,18	0,10 / 0,19	0,07 / 0,13
F/T.km	0,004 / 0,008	0,008 / 0,015	0,009 / 0,016	0,006 / 0,011
CONGESTION (MF/an, 300 km).	280 / 380	440 / 670	620 / 910	1364 / 1903
F/PL.km	0,256 / 0,344	0,295 / 0,444	0,369 / 0,539	0,491 / 0,684
F/Tkm	0,02 / 0,029	0,025 / 0,037	0,03 / 0,045	0,04 / 0,057
TOTAL A7 / A9 (MdsF/an, 300 km).	0,60 / 1,65	1,02 / 2,83	1,38 / 3,72	2,75 / 7,34
F/PL.km	0,55 / 1,5	0,67 / 1,9	0,8 / 2,16	1 / 2,7
F/Tkm	0,046 / 0,125	0,056 / 0,16	0,07 / 0,18	0,08 / 0,22

VI.2 BILAN DES NUISANCES DU TRANSPORT FLUVIAL RHODANIEN

VI.2.A Rappel des hypothèses

Trafics

Le trafic fluvial retenu est de 586,7 millions de Tkm, trafic de 1992 sur le grand gabarit rhodanien.

Les trafics retenus comme estimation à l'horizon 2010 sont ceux proposés par la Direction des Routes; soit 11 millions de tonnes (soit environ 1833 millions de TKm³⁹) dans une hypothèse basse et 16,6 millions de tonnes dans une hypothèse haute.

Bruit

Les nuisances sonores n'occasionnent qu'un coût externe très faible dans le transport fluvial. L'étude repose notamment sur l'observation d'une comparaison route-fleuve des émissions sonores effectuée par la CNR.

Pollution

Plusieurs hypothèses de valorisation sont retenues. L'hypothèse minimale revient à valoriser les nuisances avec les normes de monétarisation suédoises appliquées à 25 %. L'hypothèse maximale utilise pleinement les normes suédoises.

Insécurité

Les coûts externes d'insécurité concernent les dommages corporels occasionnés lors d'accidents au cours d'un déplacement. La valorisation des dommages est effectuée à l'aide des valeurs tutélaires françaises du coût du mort issues du rapport LE NET et des valorisations de l'Institut Planco en Allemagne.

Gestion du trafic fluvial

L'axe rhodanien est disponible à l'heure actuelle. Le seuil de saturation de l'axe, déterminé par la dimension des écluses, est estimé à 20 millions de tonnes par an. Le trafic actuel est de 4,5 millions de tonnes.

³⁹ Les calculs de conversion sont présentés en page 97

VI.2.B Tableau de synthèse

Années	1992	2010 - Hyp. basse de trafic	2010 - Hyp. haute de trafic
Coûts sociaux totaux			
Bruit en MF/an	0	0	ε
Pollution : Hyp. minimale. normes suédoises à 25% - en MF/an	2,77	8,7	13,1
- en F/Tkm	0,00472	0,00474	0,00474
Pollution : - Hyp. maximale. normes suédoises à 100% - en MF/an	11	34,6	52
- en F/Tkm	0,019	0,019	0,019
Insécurité en MF/an	0	0	1
Congestion en MF/an	0	0	ε

L'étude des coûts sociaux du transport fluvial rhodanien fait ressortir une faible implication de ce mode dans le total des atteintes portées à l'environnement par le secteur des transports. Des différentes nuisances considérées, seule la pollution atmosphérique donne lieu à une monétarisation significative. En fonction des normes de monétarisation retenues et des informations que nous avons pu obtenir, nous pouvons souligner que le transport fluvial offre des possibilités intéressantes dans une optique de réduction des nuisances du transport de marchandises si un recours plus accru à ce mode s'effectuait.

Nous allons poursuivre notre étude en simulant différents scénarios de report modal d'une partie du trafic de marchandises poids lourds de l'axe A7 - A9 sur le fleuve. Ces simulations nous donneront une idée des gains qu'il serait possible de retirer d'un report modal de marchandises en faveur du transport fluvial, tant en termes de nuisances évitées qu'en termes monétaires c'est-à-dire en réduction des coûts sociaux générés par le transport routier.

Effectivement si nous reprenons de manière synthétique les coûts externes provoqués par le mode routier nous pouvons mentionner les gains que retirait la collectivité d'une utilisation plus rationnelle des modes de transport disponibles sur l'axe Nord-Sud rhodanien.

Nous avons souligné que le bruit du transport routier était accentué la nuit, dès 21 heures, par le trafic poids lourds. Or une des solutions proposées pour délester les autoroutes le jour est d'encourager fortement le trafic poids lourds la nuit. Cette mesure aurait notamment pour conséquence d'accentuer fortement le bruit des poids lourds de nuit. Il est possible d'envisager d'autres éventualités comme recourir au mode fluvial pour supporter une partie du trafic de marchandises d'échange ou de transit sur l'axe Nord-Sud.

La pollution provient beaucoup des poids lourds qui fonctionnent exclusivement avec du diesel, davantage polluant à quantité égale que le carburant normal. Ainsi en 1992, les poids lourds ont coûté 220 millions de francs à la collectivité du fait des émissions polluantes. Un report modal sur la voie d'eau pourrait infléchir légèrement ce chiffre.

L'insécurité a révélé une surimplication des poids lourds dans les accidents qui s'est traduite par un solde positif de dommages corporels. La voie d'eau étant un mode de transport plus sûr, un report de trafic devrait entraîner une réduction du nombre d'accidents et de victimes sur les autoroutes.

Enfin les poids lourds créent un surcoût de congestion et constituent parfois une gêne pour la bonne conduite des véhicules légers. Les possibilités de report modal du trafic de marchandises routier pourraient peut-être avoir des effets bénéfiques sur la décongestion du réseau routier. Cet effet pourrait être évalué grâce à des estimations concernant le temps gagné par les véhicules (VP et PL) restés sur le réseau autoroutier A7-A9 et concernant le maintien de la qualité de service de l'infrastructure (vitesse moyenne élevée sur autoroute et confort de conduite).

Coûts externes comparés du transport de marchandises par route et par eau

Transport routier sur l'axe A7 - A9

années et hypothèses de trafics	1992	2010 Hyp. basse SETRA	2010 Hyp. haute SETRA	2010 Hyp. OEST
nature des coûts sociaux	val. minimales / volontaristes	val. minimales / volontaristes	val. minimales / volontaristes	val. minimales / volontaristes
Bruit - F/Tkm	0,002 / 0,017	idem 1992	idem 1992	idem 1992
Pollution - F/Tkm	0,018 / 0,07	0,022 / 0,09	0,027 / 0,11	0,034 / 0,139
Insécurité - F/T.km	0,004 / 0,008	0,0067 / 0,013	0,007 / 0,013	0,007 / 0,013
Congestion - F/Tkm	0,02 / 0,029	0,025 / 0,037	0,03 / 0,045	0,04 / 0,057
Total - F/Tkm	0,045 / 0,125	0,056 / 0,16	0,07 / 0,18	0,08 / 0,22

Transport fluvial en vallée du Rhône

Années	1992	2010 - H.basse de trafic	2010 - H.haute de trafic
Coûts externes en F/Tkm.			
Bruit	0	0	ε
Pollution - Hyp. min. normes suédoises 25%	0,0047	0,0047	0,0047
Pollution - Hyp max. normes suédoises 100%	0,019	0,019	0,019
Insécurité	0	0	0,00035
Congestion	0	0	ε
Total - F/Tkm (Hyp. min / Hyp. max)	0,0047 / 0,019	0,0047 / 0,019	0,00505 / 0,02

VI.3 ENJEU D'UN REPORT MODAL A L'HORIZON 2010

Connaissant les coûts sociaux générés par les deux modes de transport en vallée du Rhône, route et voie d'eau, nous pouvons calculer les différentiels de coûts qu'engendreraient des reports modaux d'une partie du trafic de marchandises véhiculés par poids lourds sur le mode fluvial. Il ne s'agit pas cependant de nier les nombreuses conditions qui nécessiteraient d'être mises en place dans le secteur du transport fluvial rhodanien, sur le plan technique comme organisationnel pour développer l'intermodalité route-fluve.

Les transferts que nous envisageons concernent une partie de la croissance du trafic estimé de marchandises, susceptible à l'horizon 2010 d'emprunter la voie d'eau du fait de ses caractéristiques (trafic fluvialisable). Nous procéderons en prenant différents pourcentages de transfert plus ou moins facilement réalisables. Nous considérons des trafics d'ampleur variable afin de présenter des scénarios différents de reports modaux. Trois taux de report de trafic ont été retenus, 1%, 5 % et 15 % qui représentent respectivement 9,2; 46 et 138 millions de PL.km.

Nous analyserons simultanément les différentiels de coûts sociaux sur la route et sur le fleuve engendrés par chaque report modal pour les nuisances principales étudiées: l'insécurité, la pollution, le bruit et la congestion.

VI.3.A Les effets sur la sécurité

L'étude de l'effet insécurité sur l'axe A7 - A9 a montré que les poids lourds étaient impliqués de façon significative dans les accidents même s'ils ne sont pas à l'origine et accentuaient le degré de gravité des dommages.

La méthodologie choisie pour l'estimation des effets obtenus par un report modal de trafic en termes de sécurité est fondée sur l'hypothèse que le transfert d'une partie du trafic routier entraînerait une baisse corrélative du nombre d'accidents. De ce fait l'approche que nous allons développer porte sur la variation du coût d'insécurité imputable aux poids lourds.

(a) Report de 1% du trafic PL.km

- gains sur le coût d'insécurité autoroutière:

Le coût total d'insécurité imputable aux poids lourds sur l'axe A7 - A9 a été estimé à 57 millions de francs selon la seconde approche de surimplication. Cette approche reposait sur l'hypothèse que la part de responsabilité des poids lourds dans les accidents était mieux appréciée en se rapportant directement au nombre d'accidents et non au nombre de véhicules engagés dans un accident. Le ratio utilisé était le taux d'accidents. Le coût unitaire d'insécurité a été calculé sous deux hypothèses de valorisation. Le coût est de **5,2 c/PL.km dans l'hypothèse minimale et de 9,6 c/PL.km dans l'hypothèse maximale.**

Le taux de report de 1% de trafic poids lourds équivaut à un total de **9,2 millions de PL.km**. Le coût total d'insécurité évité est de **480 000 francs dans l'hypothèse minimale de valorisation des émissions sonores routières et de 883 000 francs avec l'hypothèse volontariste.**

Afin d'évaluer les effets sur le transport fluvial nous allons transformer l'unité de report modal en TKm, unité plus couramment utilisée pour chiffrer le trafic fluvial.

Pour changer d'unité, nous nous appuyons sur l'hypothèse du SETRA concernant le tonnage moyen des poids lourds circulant sur les routes et autoroutes de **12T**. Le trafic reporté représente alors **110,4 millions de TKm** soit près de 20% du trafic fluvial total rhodanien en 1992.

- Effets sur le coût d'insécurité fluviale:

Le transfert proposé aura relativement peu d'effet sur le coût d'insécurité du transport fluvial car le nouveau trafic fluvial obtenu laisse encore une marge de croissance avant d'atteindre le seuil de saturation (1% du trafic autoroutier de marchandises transféré correspond à environ 20% du trafic fluvial rhodanien actuel). Dans ce cas, peu de risques d'accident sont à craindre puisque de très faibles coûts d'insécurité sont apparus sur des réseaux navigables beaucoup plus chargés, que sont les voies navigables allemandes.

(b) Report de 5% du trafic autoroutier de marchandises

Le report de 46 millions de PL. km permet de diminuer le coût d'insécurité routière de **2,4 millions de francs** avec les valeurs unitaires minimales de coûts et de **4,42 millions de francs** avec les valeurs volontaristes (coûts unitaires de 5,2 c/PL. km et de 9,6 c/PL.km). Ce report équivaut à un trafic de 552 millions de TKm, soit près de 95% du trafic fluvial en TKm de 1992 (le transfert de 5% du trafic routier de marchandises permet pratiquement de doubler le trafic fluvial actuel).

Dans ce second cas, les conséquences en termes d'insécurité sur le fleuve restent très faibles pour les mêmes raisons que précédemment.

(c) Report de 15% du trafic

Dans ce troisième exemple nous prenons un pourcentage de trafic autoroutier de marchandises plus important, sans tenir compte de toutes les modalités matérielles ou organisationnelles de mise en oeuvre nécessaires dans le secteur fluvial pour sa faisabilité, du fait que notre objectif est uniquement de montrer les gains sur les effets externes du transport qu'il serait possible d'obtenir.

Nous ferons nos calculs à partir du trafic fictif de 138 millions de PL.km. Ce trafic permet de réduire le coût d'insécurité routière de **7,2 millions de francs** avec les valeurs unitaires minimales de coûts (5,2 c/PL. km) et de **13,2 millions de francs** avec les valeurs volontaristes (9,6 c/PL.km). Ce report équivaut à un trafic de 1656 millions de TKm (hypothèse de tonnage moyen de 12 tonnes).

(d) Dommages corporels évités grâce aux reports modaux

Le report modal sur le fleuve d'une partie du trafic routier de marchandises de l'axe A7-A9 a des avantages en termes de sécurité qui représentent un gain en termes de dommages corporels évités. Afin d'estimer les dommages évités grâce aux reports calculés précédemment, nous utiliserons les données figurant dans le tableau suivant, c'est-à-dire le coût d'insécurité PL et la gravité des accidents où des poids lourds sont impliqués. Ces données ont été calculées pour un trafic de 920 millions de poids lourds environ. Nous allons effectuer les mêmes calculs dans les trois scénarios de report modal envisagés, soit avec les trafics suivants : 9,2 millions, 46 millions et 138 millions de PL.km.

-Coût local moyen de l'insécurité PL

	Nombre d'accidents et gravité avec PL impliqués	Coût insécurité PL (en MF)	valeurs tutélaires (rapport LE NET)
accidents	255	4	16 000 F
tués	12	39	3,26 MF
blessés graves	24	9	370 000 F
blessés légers	57	4,5	79 000 F

Les gains obtenus grâce aux reports modaux sont repertoriés dans le tableau suivant :

	dommages évités report 1%	dommages évités report 5%	dommages évités report 15%
total accidents	2,5	12,5	37,5
tués	0,12	0,6	1,8
blessés graves	0,24	1,22	3,65
blessés légers	0,57	2,85	8,55

En présentant les gains sous forme de vies humaines ou de blessés épargnés, le fait de reporter 5% du trafic poids lourds autoroutier sur le fleuve permet de sauver une vie humaine et environ 4 blessés pour 12 accidents sur une année, ce qui ne laisse pas indifférent. Dans le troisième cas, le nombre de vies épargnées est de 2 ainsi que 12 blessés évités.

VI.3.B Les effets sur la pollution atmosphérique

Si une partie du trafic poids lourds est reporté sur le fleuve alors une certaine diminution des nuisances devrait s'en suivre mais un autre gain sera également obtenu. Effectivement une économie d'énergie sera réalisée puisque les bateaux sont beaucoup moins consommateurs de carburant que les camions et que leur nombre est bien plus faible à tonnage équivalent transporté. La voie d'eau est un mode plus économe puisque la dépense d'énergie est de 104 TKm / kep, alors que celle du camion est de 20,5 TKm / kep⁴⁰.

Nous fondons notre raisonnement sur l'hypothèse que les économies d'énergie réalisées seront égales à la différence de consommation énergétique entre la route et le fleuve. L'équation suivante reprend cette proposition:

$$E = Tr / (Ce - Cr)$$

avec : E: économie en énergie.

Tr: trafic poids lourds reporté en Tkm.

Cr: consommation énergétique du mode routier = 20,5 TKm/kep.

Ce: consommation énergétique du mode fluvial = 104 TKm/kep.

(a) Report de 1%

- Gains sur la dépense d'énergie:

Le trafic reporté représente 9,2 millions de PL.km soit 110,4 millions de TKm.

L'économie en énergie correspondante est de:

$$E = 110,4 \cdot 10^6 / (104 - 20,5) \quad E = 1,32 \cdot 10^6 \text{ kep.}$$

Sachant que le coût monétaire de 1000 kep est de 600 Frs⁴¹ environ, l'économie en énergie du report de 9,2 millions de PL.km est de **800 000 de francs**.

- Gains en émissions de pollution atmosphérique autoroutière:

Maintenant que nous connaissons la quantité d'énergie économisée nous pouvons estimer le coût de pollution évitée. Le coût de pollution des poids lourds, déterminé grâce aux normes de monétarisation suédoises est de **21 c/PL.km dans l'hypothèse minimale et de 84,3 c/PL.km dans l'hypothèse volontariste**. Le gain sur l'émission de nuisances polluantes s'élève à **1,93 MF** dans le premier cas et à **7,8 MF** dans le deuxième cas.

- Conséquences pour le transport fluvial:

Connaissant pour la navigation intérieure les quantités d'émissions de gaz et poussières par kilogramme de carburant consommé, nous pouvons évaluer les conséquences en termes de pollution d'un trafic plus soutenu sur le fleuve.

Sachant que la consommation énergétique moyenne d'un convoi fluvial pour 110,4 M TKm est de $1 \cdot 10^6$ kep (110,4 M Tkm / 104 Tkm), le coût de pollution engendré sur le fleuve par le report de trafic est le suivant :

⁴⁰ Source ADEME, 1989.

⁴¹ ACT Consultant, Etude Rhin-Rhône ; données : 1000 kep = 119 \$

Bilan des émissions polluantes et coût de pollution fluviale

Polluant	Emissions en g/kg de carburant	Bilan des émissions (kg)	Coût en fr./kg hypothèse mini. (normes suédoises 25%) en frs	Coût en fr./kg hypothèse volontariste (normes suédoises 100%) en frs
CO	5,0	5 000	1 560	6 250
CO ₂	3153	315,3.10 ⁴	197 000	788 250
HC	3,4	3 400	16 490	65 960
NO _x	27,0	27 000	261 900	1 047 600
SO ₂	2,0	2 000	14 550	58 200
Total			491 500	2 MF

Dans l'hypothèse minimale, le coût global de pollution engendré sur le fleuve s'élève à près de **500 000 francs**. Le report sur le fleuve de 9,2 millions de PL. km permet un gain de **1,43 millions de francs/an** sur le coût total de pollution des modes routier et fluvial.

Dans l'hypothèse volontariste, le coût de pollution engendré sur le fleuve par un report modal de 1% du trafic autoroutier de poids lourds est de **2 MF**. Dans ce second cas le **coût définitif de pollution évité est de 5,8 MF (7,8 MF - 2 MF)**.

(b) Report de 5%

Le trafic transféré s'élève à **46 millions de PL. km** soit **552 millions de TKm**.

- Gains sur la consommation d'énergie:

L'économie d'énergie réalisée grâce au report de 552 M TKm est de **6,7.10⁶ kep**. Sachant que 1000 kep coûtent 600 Frs, l'économie réalisée est de **4 millions de francs**.

- Gains sur les émissions de pollution atmosphérique autoroutière:

Le coût de pollution du transport autoroutier de marchandises évité, en fonction du coût unitaire de pollution par PL. km de 21 centimes, est de **9,66 millions de francs** et en fonction du coût de pollution unitaire volontariste 84,3 centimes, est de **38,8 millions de francs**.

- Conséquences en émissions polluantes du transport fluvial :

La consommation énergétique en transport fluvial pour 552 millions de tonnes est de **5,3.10⁶ kep**. Nous calculons les coûts de la même manière que précédemment, en multipliant les émissions de polluants en kg par les valeurs de monétarisation, dans une hypothèse minimale d'abord, puis maximale.

Polluant	Bilan des émissions (kg)	Coût en frs hypothèse mini. (normes suédoises 25%)	Coût en frs hypothèse volontariste (normes suédoises 100%)
CO	26 500	8 280	33 125
CO ₂	167.10 ⁵	1 043 750	4 175 000
HC	18 020	87 400	349 590
NO _x	143 100	1 388 070	5 552 280
SO ₂	10 600	77 115	308 460
Total		2, 6 MF	10,5 MF

Le report modal de 5% du trafic 92 de poids lourds de l'axe A7-A9 permettrait une réduction du coût de pollution du transport de marchandises routier et fluvial de 7 millions de francs / an (9,66 MF- 2,6 MF) dans l'hypothèse minimale et de 28,3 millions de francs dans l'hypothèse volontariste (38,8 MF - 10,5 MF).

(c) Report de 15%

Le trafic transféré s'élève à 138 millions de PL. km soit 1 656 millions de TKm.

- Gains sur la consommation d'énergie:

L'économie en énergie réalisée grâce au report de 1656 M TKm est de :

$$E = 1\,656 \cdot 10^6 / (104 - 20,5) \quad E = 20 \cdot 10^6 \text{ kep.}$$

Sachant que 1000 kep coûtent 600 Frs, l'économie réalisée est de 12 millions de francs.

- Gains sur les émissions de pollution atmosphérique autoroutière:

Le coût de pollution du transport autoroutier de marchandises évité, en fonction du coût de pollution minimal par PL. km de 21 centimes, est de 29 millions de francs et en fonction du coût de pollution unitaire volontariste 84,3 centimes, est de 116 millions de francs.

- Conséquences en émissions polluantes du transport fluvial :

Nous procédons comme précédemment sachant que la consommation énergétique économisée est de $16 \cdot 10^6$ kep grâce au report de 138 millions de PL.km (1656 millions de Tkm / 104 Tkm/kep).

Polluant	Bilan des émissions (kg)	Coût en frs hypothèse mini. (normes suédoises 25%)	Coût en frs hypothèse volontariste (normes suédoises 100%)
CO	80 000	25 000	100 000
CO ₂	504,5.10 ⁵	3 153 100	12 612 500
HC	54 400	263 840	1 055 360
NO _x	432 000	4 190 400	16 761 600
SO ₂	32 000	232 800	931 200
Total		8 MF	31,5 MF

Les coûts de pollution engendrés par le transport fluvial avec un report de 15% du trafic sont de 8 et 31,5 millions de francs selon les normes de monétarisation plus ou moins fortes.

De ce fait le coût de pollution évité globalement pour la collectivité par ce report modal est de 21 millions de francs dans la première hypothèse (29 MF - 8 MF) et de 84,5 millions de francs dans la seconde (116 MF - 31,5 MF).

VI.3.C Les effets sur la congestion

Pour donner une estimation des impacts que pourrait avoir un report modal en termes de décongestion du réseau autoroutier A7 - A9, notre méthodologie repose sur l'hypothèse que le report de trafic sur la voie d'eau ferait gagner à la circulation routière des points de vitesse ainsi que du temps pour les véhicules restants, surtout les véhicules légers. Ce report aura également un autre avantage sur la circulation routière, qui sera de permettre le passage à plus de véhicules légers.

Comme nous l'avons constaté, l'axe autoroutier A7-A9 n'est pas saturé la majorité du temps mais connaît des périodes de contraintes de circulation assez nombreuses. La fluidité du trafic est contrainte à partir du seuil de circulation de 35 300 véh/jour et bloquée à partir de 57 400 véh/jour. Or actuellement le taux moyen journalier annuel se trouve entre ces deux seuils avec 50 000 véh/jour dont environ 23% de PL.

Ces niveaux de saturation risquent d'être atteints beaucoup plus rapidement et plus souvent dans les années à venir, si la croissance du trafic tous véhicules compris se poursuit sur les autoroutes du Sud de la France. La proportion de poids lourds a tendance à augmenter également. Un recours plus soutenu aux autres infrastructures de transport disponibles sur l'axe peut donc avoir des effets positifs sur la fluidité du trafic futur.

(a) Reports de 1%, 5 % et 15%

- Effets sur les coûts moyens de congestion autoroutière :

Le coût unitaire de congestion pour les poids lourds a été évalué pour 1992 à **25,6 centimes par PL.km** dans l'hypothèse minimale de valorisation et à **34,4 centimes** dans l'hypothèse volontariste pour un trafic exacte de 920 millions de PL.km en 1992.

- Le coût évité grâce au report de 9,2 millions de PL.km (1 % du trafic) serait donc de **2,36 millions de francs** dans l'hypothèse minimale et de **3,2 millions de francs** dans l'hypothèse volontariste.

- Le report de 46 millions de PL.km (5 % du trafic poids lourds autoroutier) correspond à une diminution du coût moyen de congestion PL de **11,8 millions de francs** dans l'hypothèse minimale et de **16 millions de francs** dans l'hypothèse volontariste.

- Dans le troisième scénario (report de 15% soit 138 millions de PL.km), le coût de congestion PL évité serait de **35,3 millions de francs** dans la première hypothèse et de **47,5 millions de francs** dans la seconde.

- Effets sur le transport fluvial:

Les gains sur les coûts de congestion sont nets du fait qu'il n'y a aucune conséquence sur le fleuve en termes de congestion. Le seuil de saturation est loin d'être atteint comme nous l'avons vu précédemment dans le cas des effets sur l'insécurité.

Le report qu'il est possible d'envisager techniquement (1% ou 5% maximum) sur le fleuve ne permettra pas de diminuer de façon significative les problèmes de congestion autoroutière. Cependant dans le troisième scénario les chiffres sont élevés et un total de 138 millions de PL.km en moins par an sur l'autoroute A7 - A9 peut en termes monétaires, et d'après nos calculs, offrir des gains importants sur les coûts externes du transport pour la collectivité. Même si la congestion reste surtout un effet externe "inter-VL", il est possible de penser que dans ce dernier cas un effet se fasse ressentir.

Il est également possible de déterminer le temps et la vitesse gagnés par les véhicules restants, surtout les voitures particulières qui recherchent sur l'autoroute la qualité de service conférée à une infrastructure autoroutière (cf. annexe 4).

VI.3.D Les effets sur le bruit

L'évaluation de la nuisance sonore sur l'axe A7-A9 a révélé la faible implication des poids lourds comparée à celle des véhicules légers. La part des poids lourds a été dissociée cependant dans le temps. Effectivement nous avons remarqué que la gêne sonore provenant des poids lourds se faisait plus fortement ressentir la nuit.

Le coût unitaire du bruit du trafic PL autoroutier a été évalué pour 1992 à **2 centimes par PL.km dans l'hypothèse minimale** et à **16 centimes dans l'hypothèse volontariste**.

- Report de 1%

Le coût moyen du bruit que l'on pourrait imputer au transfert de trafic de 9,2 millions de PL.km est d'après les valeurs unitaires de **184 000 francs dans l'hypothèse minimale** et de **1,5 millions de francs dans l'hypothèse volontariste**.

- Report de 5%

L'hypothèse selon laquelle 46 millions de PL.km seraient transférés sur le fleuve permettrait une diminution du coût monétaire de congestion PL de **920 000 francs** dans le premier cas et de **7,4 millions de francs** dans le second cas de valorisation.

- Report de 15%

La baisse du coût externe de la nuisance sonore des poids lourds sur l'axe A7 - A9 serait de **2,76 millions de francs** dans l'hypothèse minimale et de **22 millions de francs** dans l'hypothèse volontariste.

Cependant nous ne pouvons pas évaluer la baisse d'intensité sonore équivalente à ces trafics transférés en unités physiques. En intensité, la gêne sonore auprès des riverains ne sera pas modifiée car le bruit provient essentiellement du trafic de voitures particulières.

Nous pouvons tout de même souligner que les dépenses en protection évitées seront définitives puisque la nuisance sonore est inexistante dans le transport fluvial.

VI.3.E Bilan des gains sur les coûts sociaux**Gains sur les effets externes d'un report modal de 1% et de 5%**

Effets sur les coûts externes	Coût externe de la route évité mini./volont.	Coût externe du fluvial ajouté mini./volont.	Coût externe de la route évité mini./volont.	Coût externe du fluvial ajouté
	report de 1%		report de 5%	
- effets sur la sécurité	480 000 F / 883 000 F	0	2,4 M.F./ 4,42 M.F	0
- effets sur la cons. d'énergie (différence)	800 000 F.		4 M.F.	
- effets sur la pollution	1,93 M.F./ 7,8 M.F.	500 000 F / 2 MF	9,66 M.F./ 38,8 M.F.	2,6 M.F / 10,5 MF
- effets sur la décongestion	PL : 2,36 M.F / 3,2 M.F	0	PL : 11,8 M.F / 16 M.F	0
-effets sur le bruit	184 000 F / 1,5 M.F	0	920 000 F / 7,4 M.F	0
Bilan	Gain de environ :	5,2 MF/an. / 12,2 MF/an	gain de environ :	26,2 MF/an. / 60,1 MF/an

- Gains sur les effets externes d'un report modal de 15%

Effets sur les coûts externes	Coût externe de la route évité mini./volont.	Coût externe du fluvial ajouté
- effets sur la sécurité	7,2 M.F./ 13,2 M.F	0
- effets sur la cons. d'énergie (différence)	12 M.F.	
- effets sur la pollution	29 M.F./ 116 M.F.	8 M.F / 31,5 MF
- effets sur la décongestion	PL : 35,3 M.F / 47,5 M.F	nécessite investissements techniques et organisationnels
-effets sur le bruit	2,76 F / 22 M.F	0
Bilan	gain de environ :	78,3 MF/an. / 179,2 MF/an

Ces calculs traduisent les avantages certains sur le plan environnemental d'un transfert d'une partie du trafic poids lourds sur le fleuve, plus ou moins importants selon les valeurs monétaires des dommages pris en compte. Les écarts de valeurs que nous obtenons selon le scénario de valorisation dans lequel nous nous plaçons souligne les difficultés qui demeurent pour évaluer le plus objectivement possible les dommages causés à l'environnement. Entre les valeurs minima les plus proches des valeurs pertinentes et les valeurs maxima potentielles on se rend compte que si comme les suédois nous étions prêts à donner une considération forte aux dégradations de l'environnement alors le transport fluvial notamment pourrait jouer un rôle fondamental dans la mise en place d'une politique des transports intégrant davantage les possibilités de chaque mode disponible sur les plans économique et environnemental.

De plus nous soulignons que les gains d'un report modal sur le fleuve peuvent s'étendre et, comme le montrent les tableaux précédents, se poser en termes d'économie d'énergie.

Ces scénarios montrent que les gains peuvent être importants en valeurs monétaires quand le report modal est massif (report de 15 % du trafic) mais également en unités physiques car nous avons vu précédemment les accidents corporels qu'il serait alors possible d'éviter.

CONCLUSION

Au terme de cette étude, nous pouvons mesurer le chemin parcouru en reprenant la question fondamentale qui nous était posée à l'heure où la prise de conscience des coûts externes des transports s'accroît et en s'efforçant de situer ce débat en une zone particulière, la vallée du Rhône, une source de réduction des effets externes ne résiderait-elle pas dans un meilleur usage de la voie d'eau, qui existe d'une part et est peu productrice d'effets externes négatifs d'autre part ?

Après avoir comparé les coûts externes relatifs des modes fluvial et routier, nous avons pu chiffrer ce que serait le gain pour la collectivité d'un transfert partiel de trafic. Même pour un mouvement d'ampleur modeste dans ce sens, on aboutit à des résultats non négligeables. Bien évidemment, ces résultats sont tributaires des hypothèses retenues, en matière de valeurs tutélaires de certains coûts externes d'une part, en ce qui concerne l'évolution du trafic autoroutier d'autre part. Suivant les hypothèses de croissance de trafic prises en compte, il est indéniable que la forte croissance attendue des poids lourds pourrait avoir des effets non négligeables sur les courbes débits/vitesses. Mais contrairement à ce que l'on pourrait penser en première analyse, le fait que l'évaluation des coûts externes aboutisse à une fourchette assez large d'estimations ne réduit pas la crédibilité des résultats. Ceux-ci n'ont pas en effet la prétention de dire les coûts, qui devraient donner naissance à des prix. Ils constituent une étape dans le processus qui permet à la nation de définir ses préférences collectives.

Pour reprendre une formule chère aux économistes, nous sommes ici dans une logique de "tâtonnement". De même que dans le principe de fonctionnement d'un marché, il existe une phase où le crieur de prix, appelé aussi commissaire priseur, s'approche graduellement du prix d'équilibre ; de même en matière de coûts externes, il revient au calcul économique d'afficher des évaluations qui permettent à la collectivité d'établir ses choix en connaissance de cause. Or on sait qu'en matière de transport en général, et pour le transport de marchandises dans la vallée du Rhône en particulier, la collectivité se trouve en présence d'une situation que notre étude a mis en valeur : la logique actuelle de développement du transport routier et autoroutier nous expose à une progression inexorable de la congestion, et donc à la croissance des coûts externes liés au bruit, à l'insécurité et surtout à la pollution.

En matière de coût d'insécurité, nous avons pu remarquer que le taux d'implication des poids lourds en vallée du Rhône (17 %) était sensiblement supérieur à la moyenne nationale (6 %). De même, en fonction de la définition retenue pour l'implication des poids lourds dans les accidents, nous avons estimé le taux à 33 %. En termes de congestion, le ratio du temps perdu peut varier de 3 à 10 selon le niveau de trafic retenu. Là encore, ces estimations entraînent un "tâtonnement" vers une connaissance plus précise du coût de la congestion. Pour conclure, nos estimations nous permettent d'évaluer, de 1992 à 2010, un coût externe global à la tonne.km qui peut varier de 1 à 4,8 selon les hypothèses de départ retenues. Nos fourchettes d'évaluation nous amènent à considérer un coût global à la tonne.km compris entre 0,045 Frs en 1992 (hypothèse minimale) et 0,22 Frs en 2010 (hypothèse maximale).

Ces résultats correspondent à une croissance des coûts qui peut aller de 24 % à 80 % d'ici à 2010 suivant les hypothèses retenues.

Dans cette perspective, notre principale conclusion ne consiste pas à montrer du doigt le transport routier de marchandises pour vanter les mérites de la voie d'eau. Comme nous l'avons dit dès le départ, celle-ci n'a pas vocation à se substituer entièrement à celui-là ni même à le concurrencer dans une perspective de jeu à somme nulle. Notre travail voudrait au contraire souligner que nous sommes dans une logique de jeu à somme positive. Compte tenu de l'accroissement quasi certain du trafic et des coûts externes croissants qui lui sont liés, une évidente complémentarité existe entre le mode routier et le mode fluvial dans la vallée du Rhône. En déchargeant la route d'une partie, fut-elle modeste, du trafic, non seulement le mode fluvial réduit les coûts externes supportés par la collectivité, mais il offre la possibilité de développer une double réflexion :

— d'une part, le meilleur usage d'une infrastructure existante contribue à éviter que la progression du trafic se heurte à l'impossibilité d'étendre encore l'emprise routière et autoroutière dans un corridor déjà lourdement chargé d'infrastructures ;

— d'autre part, sur le type de trafic qui pourrait être prioritairement réorienté et à partir de quels aménagements logistiques. Là encore c'est dans une perspective de complémentarité entre les modes routier et fluvial que d'autres travaux devraient se développer. Complémentaires du nôtre, ils montreront sans doute qu'il est moins coûteux de modifier quelques maillons de la chaîne logistique que de développer des infrastructures nouvelles.

ANNEXES

ANNEXES 1

Synthèse des murs anti-bruit à réaliser sur le tronçon Vienne - Bollène

(kilomètre de murs anti-bruit à réaliser pour un sens)

VIENNE	3,2 kilomètres (km)
PEAGE de ROUSSILLON	2,7 km
SALAISE sur SANNE	0,3 km
CHANAS	0,7 km
SAINT RAMBERT d'ALBON	0,3 km
SAINT BARTHELEMY de VALS	0,5 km
CHANTEMERLE-les-BLES	0,3 km
MECUROL	0,5 km
LA ROCHE de GLUN	0,5 km
VALENCE	3 km
PORTES les VALENCES	1 km
ETOILE sur RHONE	0,5 km
LIVRON sur DROME	0,3 km
SAULCE sur RHONE	0,3 km
LES TOURETTES	0,7 km
BOLLENE	1,5 km
Total	16,4 km de murs anti-bruit à réaliser/1sens pour les 130 km de réseau

Source : Etude bruit 1987 menée par M. Sampic, CETE de l'Isle d'Abeau; Etude et calcul des distances réalisés en fonction des relevés cartographiques et des photos pris des différents points noirs sur la portion Vienne - Montélimar sud (130 km environ).

ANNEXE 2

COÛTS EXTERNES du TRANSPORT de MARCHANDISES

Nature des coûts	Rail	Route	Voie Navigable
Pollution atmosphérique	0,19	1,37	0,20
Pollution du sol	0,00	0,40	0,00
Pollution sonore	0,68	0,35	0,00
Accidents	0,12	1,78	0,01
Effets de coupure	0,00	0,06	0,00
Consommation foncière	0,02	0,06	0,00
Total	1,01	4,02	0,21

Coûts en Pfennig/TKm.

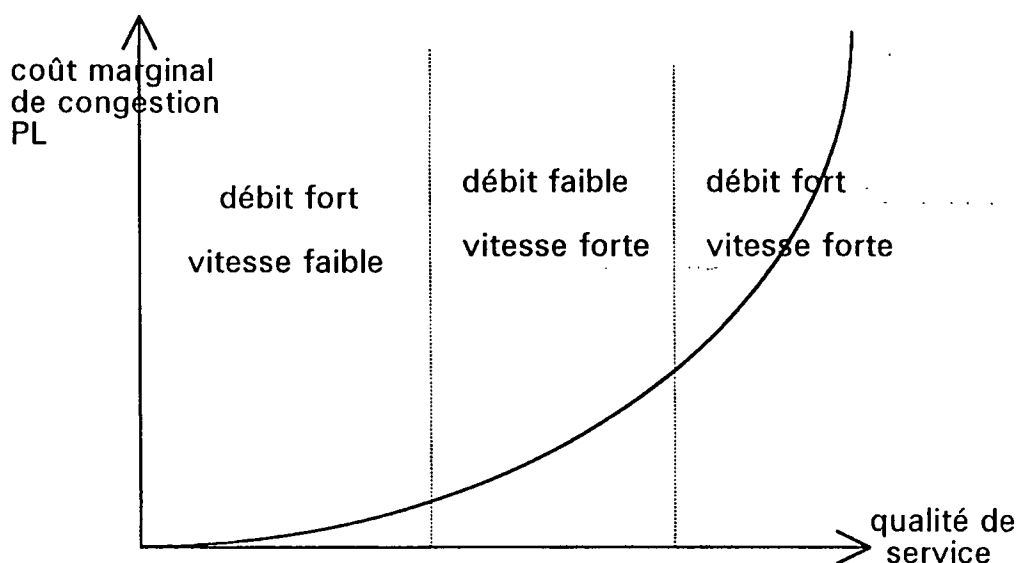
Source: Rapport Planco, Coûts externes du trafic rail, route, voie navigable, Essen, 1991

ANNEXE 3**Quand les poids lourds sont-ils les plus gênants?**

Nous avons vu que l'évaluation des pertes de temps causées par les poids-lourds aux autres véhicules nécessitait selon une approche marginale rigoureuse d'avoir recours à la modélisation et à la simulation. Parallèlement, l'observation des encombrements sur le réseau A7/A9 avait permis une évaluation des pertes subies.

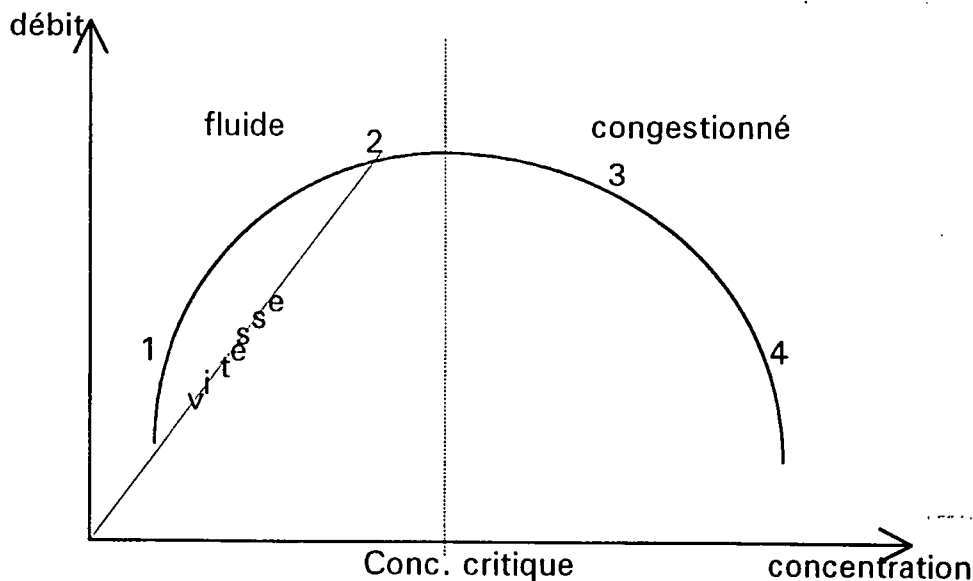
A l'intersection de ces deux approches, il est possible de mesurer la gêne causée par les poids-lourds en observant des données de trafic judicieusement choisies et en recherchant des corrélations entre par exemple le taux de poids-lourds et la vitesse des véhicules légers. C'est ce que nous allons maintenant présenter.

Pour cela il faut opposer des effets de pointe qui donnent lieu à une réelle saturation et qui sont plus le fait des voitures particulières et une présence constante des poids lourds dans le trafic, source d'une gêne variable selon l'importance du trafic VL. Cette gêne est sans doute aussi croissante avec le taux de poids-lourds.



Pour comprendre ce graphique, il faut non pas raisonner en moyenne mais à un instant donné. En effet, seule une approche instantanée peut permettre d'appréhender les phénomènes de gêne entre poids-lourds et VL qui sont par essence des phénomènes ponctuels et éphémères.

Ainsi, dire que le coût marginal de congestion PL augmente avec la qualité de service, revient tout simplement à dire que l'apparition d'un PL dans un flux de véhicules légers est d'autant plus gênante que ce flux circule avec un fort débit (conditions de dépassement plus complexes) et une forte vitesse (perte de vitesse plus importante). Dans le cas d'un débit faible et d'une vitesse forte, la perte potentielle de vitesse reste importante mais les conditions de dépassements sont plus aisées, il est plus facile d'éviter la gêne. Enfin, en cas de débit fort et de vitesse faible c'est à dire de bouchon, VL et PL ayant quasiment la même vitesse, le surcoût poids-lourds en devient négligeable.



Cette hypothèse peut être également justifiée en considérant la courbe débit-concentration classique. On peut voir que si l'on excepte les phases de congestion forte, c'est à dire les bloquages (4), une faible diminution de la vitesse (par exemple engendrée par la présence de poids lourds) peut suffire à faire passer d'une situation d'optimum de fluidité (2) à une situation congestionnée (3). Et le point 2 correspond précisément à un débit fort et à une vitesse forte.

D'ailleurs les travaux réalisés par l'ASF prouvent que la gêne due aux poids-lourds est maximale à la mise en charge de la chaussée jusqu'à l'obtention du régime capacitif, c'est à dire aux alentours de la concentration critique. L'influence du pourcentage de poids-lourds est illustrée dans le graphique suivant qui présente la courbe $Q = f(T_o)$ pour différentes valeurs du taux de poids-lourds.

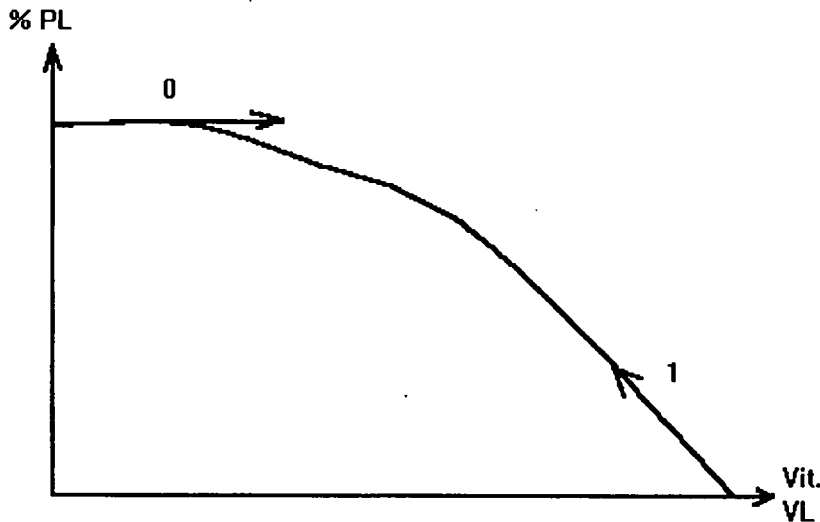
On voit bien qu'en écoulements libre et saturé (T_o inférieur à 10% et supérieur à 21%) ces courbes sont relativement confondues alors qu'elles se séparent nettement en écoulements fluides et capacitifs (T_o compris entre 10% et 21%) montrant une grande sensibilité du trafic à la présence de poids-lourds.

Construction d'une courbe Vitesse $VL = f(\text{Debit}/\% \text{ PL})$

L'indicateur qui nous intéresse le plus est bien entendu la vitesse des véhicules légers car elle seule peut nous permettre d'évaluer des pertes de temps et ainsi de quantifier la gêne PL en dehors de toutes considérations "psychologiques" sur le sentiment d'insécurité par exemple. Plus précisément il serait intéressant de corréler cette vitesse avec le taux de poids-lourds pour obtenir une courbe où se distingueraient différents seuils de saturation poids-lourds par niveaux de vitesse VL observés.

Un travail de cet ordre a été effectué dans le cadre de l'étude menée conjointement par la SNCF, la DTT et l'USAP, "Contribution des transports combinés à une meilleure régulation des flux de marchandises"⁴². La courbe a été obtenue à partir de mesures effectuées sur l'A6 au niveau d'Auxerre.

⁴²(1) SNCF-USAP-DTT-DATAR-AFME-EDF, "Contribution des transports combinés à une meilleur régulation des flux de marchandises sur les axes français Nord/Sud-est à vocation européenne." BCEOM, mai 1991



La première caractéristique est qu'au fur et à mesure que le taux de PL augmente, la vitesse des VL diminue plus vite. La pente de cette courbe est proche de zéro pour des taux de poids-lourds élevés ce qui montre que quelques PL supplémentaires diminuent fortement la vitesse des VL en leur réduisant l'interdistance entre PL. Pour des taux de poids-lourds faibles, il y a quasiment indifférence entre VL et PL ce qui se traduit par une pente proche de 1.

Schéma d'analyse de la gêne poids-lourds.

objectifs

- dénombrer des "incidents poids-lourds": dépassements, formation de peloton etc...
- rechercher une corrélation entre débits poids-lourds et vitesse VL.
- aboutir à des classes de contraintes permettant de quantifier les pertes de temps pour les VL.

données

Au vu des objectifs précités une certaine finesse des données est nécessaire.

- données par voies agrégées à 6 mn (format unitaire sous lequel sont généralement stockés les statistiques de trafic).
- 3 points de mesure.
- 15 jours d'observation.
- Déb.PL, Déb.VL, Vit.PL, Vit.VL sur chaque voie.

méthode

On traite ces données par une méthode d'analyse multidimensionnelle du type analyse factorielle ou analyse aux composantes principales suivie d'une procédure de classification.

Le résultat escompté est une représentation du trafic sur une plan factoriel, mettant en évidence des classes de trafic caractéristiques chacune d'un certain taux de poids-lourds moyen et d'une certaine vitesse VL moyenne. Ce résultat n'est pas improbable compte tenu de phénomènes de seuils dans la répartition des poids-lourds sur les deux voies qui leur sont accessibles.

Supposons que l'on aboutisse à trois classes C1, C2 et C3, nous pourrions alors avoir les données suivantes:

	débit PL moyen	débit VL moyen	vit. VL moyenne	nb. d'heures
C1	n1	d1	v1	h1
C2	n2	d2	v2	h2
C3	n3	d3	v3	h3

calculs possibles

Supposons C3 optimale, on peut alors calculer le coût kilométrique K1 (resp K2) de l'heure passée en classe C1 (resp C2):

soit p le prix du temps.

$$K1 = p.(1/v1 - 1/v3)$$

$$K2 = p.(1/v2 - 1/v3)$$

D'où un coût kilométrique de perte de temps pour les usagers VL:

$$K = K1.d1.h1 + K2.d2.h2$$

On peut également se demander quel est le nombre r de poids lourds à retirer du trafic pour passer de h3 à h3+dh3.

Pour cela il faut qu'on passe de h2 à h2-dh2 et de h1 à h1-dh1 avec dh1+dh2=dh3.

$$\text{et alors } r = dh2.(n2-n3) + dh1.(n1-n3)$$

Il n'a pas été possible de mener cette analyse compte tenu de l'impossibilité d'obtenir des données de vitesse différenciées entre VL et PL. (Les corrélations observées entre la vitesse moyenne des véhicules et le taux de poids-lourds sont évidentes et ne présentent aucun intérêt). Il semblerait que les moyens de recueil de données dont dispose l'ASF ne permettent pas cette différenciation mais qu'elle soit prévue dans le système de mesure SIREDO actuellement en cours d'élaboration par les services de l'équipement.

ANNEXE 3 : SUITE**UNE OBSERVATION des ENCOMBREMENTS**

Comme nous l'avons déjà vu, c'est essentiellement la période estivale qui génère les plus importants phénomènes de congestion sur l'axe Lyon-Méditerranée. Et nous avons également déjà souligné que cette congestion saisonnière était essentiellement le fait des VL puisque le débit PL chute légèrement alors que le débit VL est multiplié par deux. Il est réaliste de parler alors de saturation dans la mesure où des bouchons se forment et où l'on atteint parfois des valeurs de débits proches de 6.000 véh/h. Afin d'évaluer l'ampleur de ces bouchons le SETRA a utilisé le programme d'affectation automatique du trafic ARIANE 04 qui, outre les courbes débit-vitesse, introduit la notion de probabilité d'apparition d'un point dur kilométrique. La probabilité obtenue est de 1 tous les 150 km environ sur autoroute à 2x3 voies. Le H.C.M précisant par ailleurs qu'entre deux points durs, les véhicules progressent à une vitesse moyenne de 50 km/h, il était alors possible, en utilisant le temps moyen d'attente en bouchon, de calculer la vitesse moyenne des véhicules gênés. Ces différents indicateurs permettent de distinguer quatre niveaux de service définis dans le tableau suivant:

Indicateurs de saturation - période été:

	<i>nb d'h. saturées</i>	<i>nb de j. avec sat.</i>	<i>% de véh gênés</i>	<i>nb de véh gênés</i>	<i>tmp moy. d'attente / bouchon</i>	<i>vit. moy. véh. gênés</i>	<i>vit. moy. de tous les véhicules</i>
<i>faiblement gêné 850000</i>	<i>20 h</i>	<i>5 j</i>	<i>2,6%</i>	<i>200.000</i>	<i>4 mn</i>	<i>50 Km/h</i>	<i>92 Km/h</i>
<i>fortement gêné 100000</i>	<i>130h</i>	<i>18j</i>	<i>16,5 %</i>	<i>1.000.000</i>	<i>20 mn</i>	<i>45 Km/h</i>	<i>83 Km/h</i>
<i>saturé 110000 bloqué</i>	<i>240 h</i>	<i>25 j</i>	<i>27,7 %</i>	<i>2.000.000</i>	<i>40 mn</i>	<i>40 Km/h</i>	<i>75 Km/h</i>

- Le seuil de 85.000 véhicules par jour correspond au trafic actuel sur l'autoroute A7.

- Le seuil de 100.000 véhicules par jour a été choisi car, à ce niveau de trafic on comptabilise 18 jours de saturation, ces 18 jours correspondant à peu près au nombre de week-end et fêtes que l'on trouve en juillet et août. Cela signifie que jusqu'à ce seuil de trafic on arrive à peu près à prévoir quand vont se produire les bouchons.

- Enfin le seuil de 110.000 véhicules par jour correspond à une situation intolérable où plus d'un quart des usagers sont victimes de bouchons, bouchons se produisant un jour sur deux pendant tout l'été.

Le tableau précédent nous permet de mener les calculs suivants:

Pour un débit moyen de 85000 véh/j, un véhicule gêné passe en moyenne 4 mn à 50 km/h. Il est donc gêné sur une distance de $50 \times 4 / 60$ km soit 3,33 km.

Distinguons maintenant le cas des VL et des PL:

- *S'il s'agit d'un VL*

S'il avait effectué cette distance de gêne à la vitesse des VL non gênés (94 km/h) il l'aurait parcourue en $3,33 \times 60 / 94 = 2,125$ mn d'où une perte de temps de 1,875 mn par véhicule gêné.

- *S'il s'agit d'un PL*

S'il avait effectué cette distance de gêne à la vitesse des PL non gênés (70 km/h) il l'aurait parcourue en $3,33 \times 60 / 70 = 2,854$ mn d'où une perte de temps de 1,146 mn par PL gêné.

Les résultats de ce calcul pour les différents seuils de trafics sont présentés dans le tableau suivant:

Pertes de temps par véhicule gêné dans un bouchon

débit moyen	temps moy. d'attente	vit. moy. des véh. gênés	distance de gêne	vit. moy. VL non gênés	vit. moy. PL non gênés	perte de temps/VL	perte de temps/PL
85000	4 mn	50 km/h	3,33 km	94 km/h	70 km/h	1,875 mn	1,146 mn
100000	20 mn	45 km/h	15 km	91 km/h	67,5 km/h	10,11 mn	6,67 mn
110000	40 mn	40 km/h	26,66 km	88 km/h	65,5 km/h	21,83 mn	15,58 mn

Ce calcul a été effectué en supposant que VL et PL ont la même vitesse lorsqu'il sont pris dans les bouchons ce qui, nous l'avons déjà fait remarquer constitue une hypothèse assez réaliste.

A ce stade, d'autres hypothèses sont nécessaires pour achever le calcul:

- quelle est la part des PL dans les véhicules gênés?

- quelle valeur du temps adopter compte tenu du fait que ces bouchons sont causés par l'afflux de vacanciers?

Pour répondre à la première question, nous avons utilisé les données horaires de débits et de vitesse dont nous disposons concernant trois jours particulièrement chargés du mois d'août 1993 et nous avons calculé, sur ces trois jours, le pourcentage moyen de poids lourds aux heures où la vitesse étaient inférieure à 50 km/h. Le chiffre obtenu est de l'ordre de 4%. Ce chiffre très bas reflète bien la faible implication des poids lourds dans les problèmes de congestion saisonnière.

La deuxième question est plus délicate. En effet les valeurs du temps prises en compte dans l'évaluation coût-avantages des investissements routiers (76 FF/h pour les VL et 132 FF/h pour les PL) sont des valeurs tutélaires fixées pour l'ensemble du réseau routier et autoroutier. Mais dans le cas précis, il serait difficile d'estimer si des valeurs révélées conduiraient à une augmentation ou à une diminution des valeurs de l'heure.

De manière générale ce coût devrait être plus important sur autoroute que sur le reste du réseau du fait de l'exigence de qualité des usagers vis à vis d'une infrastructure payante. Mais en période estivale il est moins élevé que le reste de l'année. On voit ainsi, qu'en l'absence d'enquêtes sérieuses, toute supposition quant à la valeur du temps serait fantaisiste. Aussi garderons nous les valeurs tutélares.

Ventilation des pertes de temps entre PL et VL

(avec une part de 4% de poids lourds dans les véhicules gênés)

TMJE	nb. de véhicules gênés	nb. d'heures perdues VL	nb. d'heures perdues PL	TOTAL des heures perdues
85000	200.000	6000	152,8	6152,8
100000	1.000.000	161.760	4.447	166207
110000	2.000.000	698.560	20.773	719333

Valorisation des pertes de temps

(Valeur de l'heure: 76,85 FF/VL et 132,85 FF/PL)

TMJE	VL	PL	TOTAL
85000	461.100 FF	20.300 FF	481.400 FF
100000	12.431.256 FF	590.784 FF	13.022.000 FF
110000	53.684.336 FF	2.759.693 FF	56.444.000 FF

On constate que pour 85.000, le coût des bouchons reste relativement modeste (environ 500.000 FF). Mais il croit très vite quand le TMJE atteint 100 puis 110000.

D'autre part 95% de ce coût peut être imputé aux VP.

On peut réaliser le même calcul sur la période hors été:

Indicateurs de saturation - période hors été

	nb d'h. saturées	nb de j. avec sat.	% de véh. gênés	nb de véh. gênés	tmp moy. d'attente bouchon	vit. moy. véh. gênés	vit. moy. de tous les véhicules
<i>faiblement gêné</i> 50000	20 h	5 j	1,8 %	200.000	12 mn	47 Km/h	78 Km/h
<i>fortement gêné</i> 60000	80 h	13 j	3,5 %	600.000	28 mn	43 Km/h	76 Km/h
<i>saturé</i> 65000 <i>bloqué</i>	140 h	20 j	3,5 %	1.000.000	38 mn	42 Km/h	74 Km/h

Pertes de temps par véhicule gêné dans un bouchon

débit moyen	temps moy. d'attente	vit. moy. des véh. gênés	distance de gêne	vit. moy. VL non gênés	vit. moy. PL non gênés	perte de temps/VL	perte de temps/PL
50000	12 mn	47 km/h	9,4 km	97 km/h	79 km/h	6,185 mn	4,86 mn
60000	28 mn	43 km/h	20 km	89 km/h	77 km/h	14,516 mn	12,41 mn
65000	38 mn	42 km/h	26,6 km	87 km/h	74 km/h	19,655 mn	16,43 mn

Ventilation des pertes de temps entre PL et VL

(avec une part de 6,5% de poids lourds dans les véhicules gênés)

TMJHE	nb. de véhicules gênés	nb. d'heures perdues VL	nb. d'heures perdues PL	TOTAL des heures perdues
50000	200.000	19.276	1.053	20.329
600000	600.000	135.724	8.066	143.790
650000	1.000.000	306.290	17.800	324.090

Valorisation des pertes de temps

(Valeur de l'heure: 76,85 FF/VL et 132,85 FF/PL)

TMJHE	VL	PL	TOTAL
50000	1.481.360 FF	139.891 FF	1.621.251 FF
60000	10.430.389 FF	1.071.568 FF	11.501.957 FF
65000	23.538.386 FF	2.364.730 FF	25.903.116 FF

Pour notre calcul nous ne garderons que les coûts calculés pour un TMJE de 85.000 et un TMJHE de 50.000 ce qui correspond au trafic actuel.

Les seuils supérieurs résultent de simulations et sont donc nettement moins fiables. On peut néanmoins constater que si le trafic atteignait 60.000 véh/jour hors été et 100.000 véh/jour en été, le coût de la congestion estivale dépasserait celui du reste de l'année.

Si l'on ramène les coûts obtenus au véh.km, on obtient avec les hypothèses suivantes :

- été: 85.000 véh/jour et 10% PL, soit 1,8 mds.VP.km et 0,2 mds.PL.km.
- hors été: 50.000 véh/jour et 23% PL, soit 4,7 mds.VP.km et 1,4 mds.PL.km.
- Longueur du réseau A7/A9: 400 km

Coûts unitaires de congestion en F/véh.km (coût variable moyen)

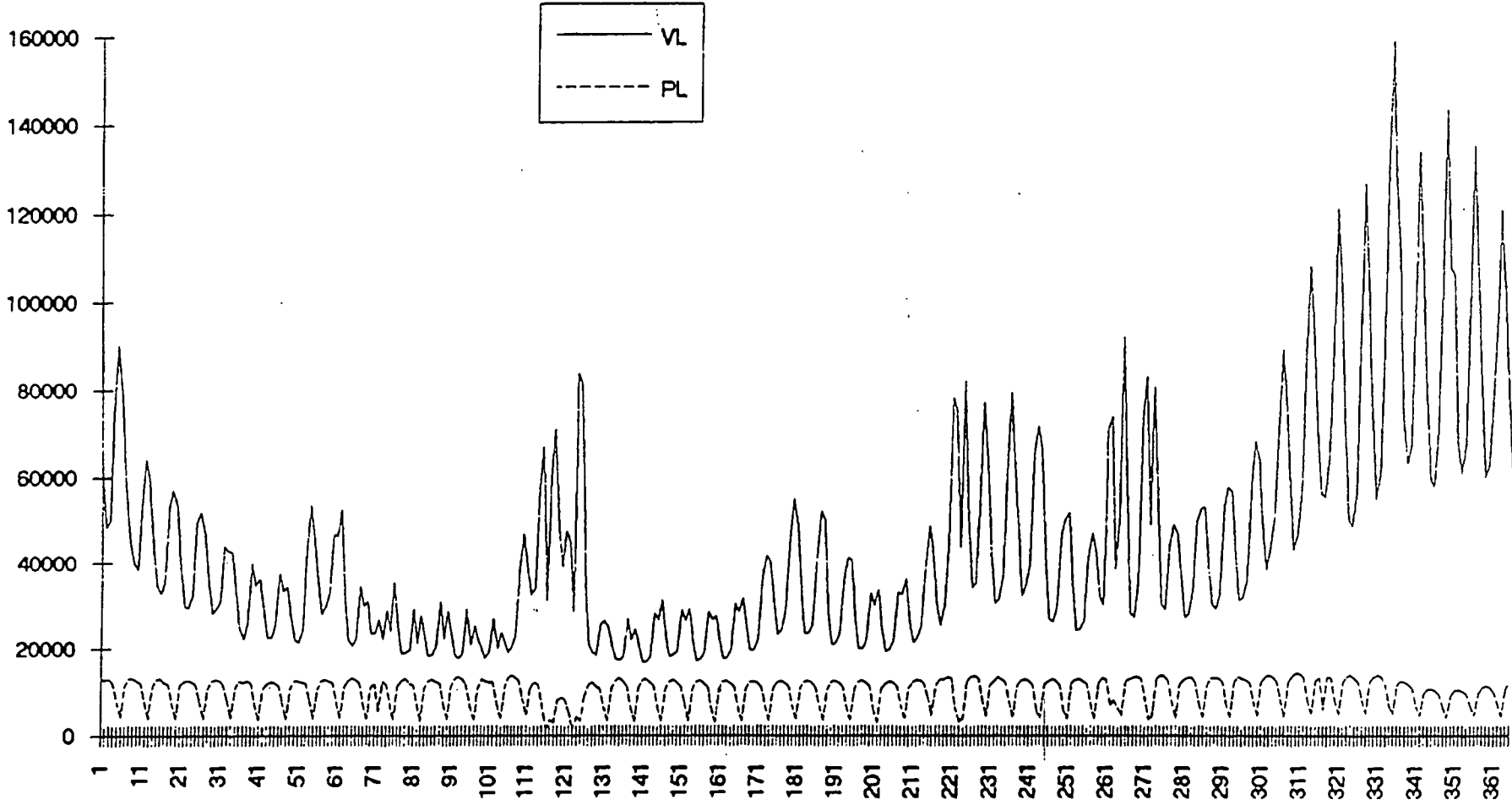
	PL.km	VL.km
été	0,963	2,43
hors été	1	3,17
congestion PL/VL hors été	10,6 F/PL.km	---

Rappelons que ces chiffres représentent les pertes subies par les PL et les VL et non les pertes causées. Ainsi, le coût de congestion supporté par les poids-lourds est environ trois fois moins élevé que celui supporté par les véhicules légers.

Mais ces chiffres sont à considérer avec prudence étant donné les gros risques d'erreur à chaque étape du calcul.

ANNEXE 3 : SUIITE

fig. 4 : débits annuels comparés VL/PL



courbe des débits classés (1PL=3VL)

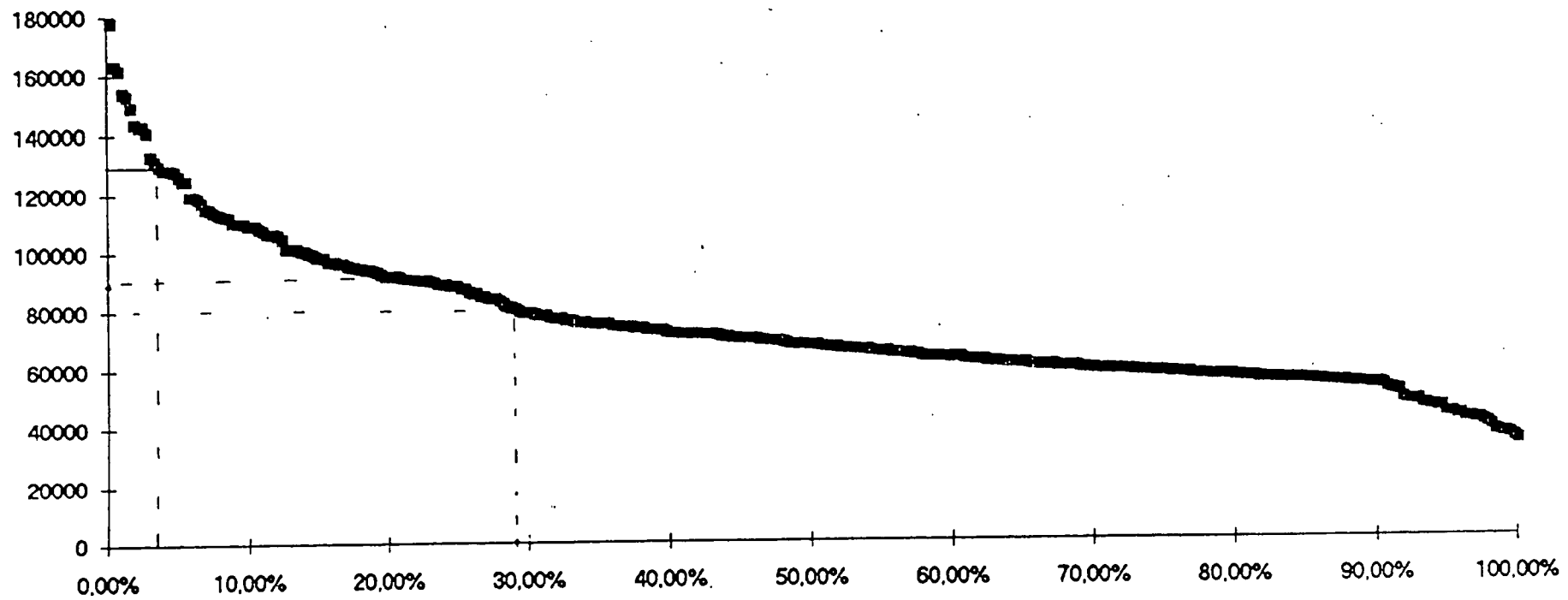
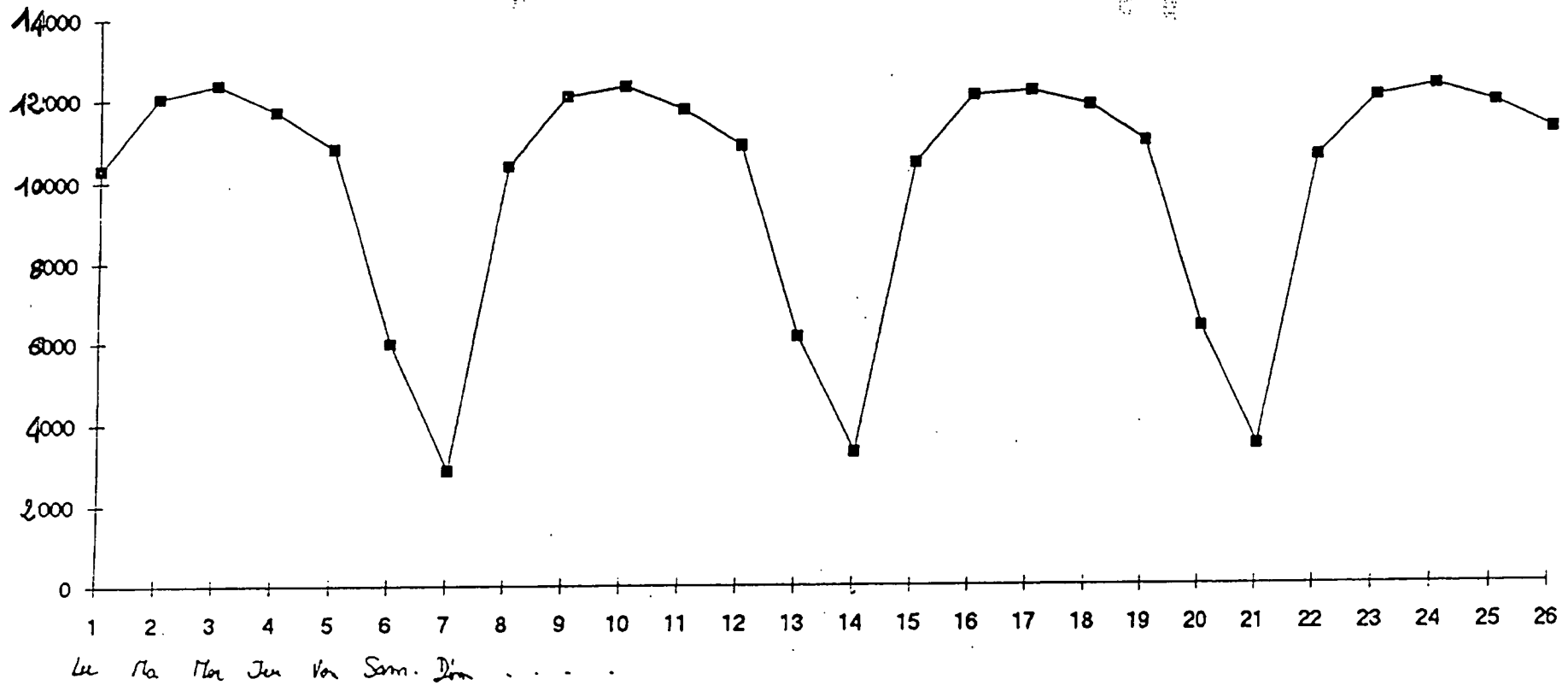


Fig. 3 débits hebdomadaires caractéristiques du trafic PL



ANNEXE 4

Temps et points de vitesse gagnés pour les véhicules restant sur l'axe

La question de la qualité de service conduit à poser l'hypothèse que le report de n% de PL sur le fleuve permettra à plus de véhicules légers d'emprunter l'autoroute. Dans ce cas le nombre de VL va augmenter mais les répercussions sur les autres véhicules ne sont pas de la même nature que celles d'un trafic PL.

Effectivement la présence de quelques VL supplémentaires ne fait pas chuter la vitesse moyenne et ne pose pas de problèmes particuliers de dépassement et d'insécurité.

A partir des données sur les coûts de congestion et sur les trafics moyens journaliers annuels il est possible de déterminer le gain de décongestion permis grâce au report de trafic poids lourds sur le fleuve..

Soient C_{vl} et C_{pl} les taux marginaux de congestion VL et PL.

Soient I_{vl} et I_{pl} les vitesses moyennes.

Le TMJA pour 92 est de 50 000 véh/j dont 23% de PL.

Le coût de congestion est: $C = C_{vl} * I_{vl} + C_{pl} * I_{pl}$.

L'hypothèse est que la suppression d'un poids lourd va permettre le passage de e véhicules particuliers supplémentaires⁴³ sans qu'il n'y ait de modifications dans la fluidité du trafic. (C_{pl} et C_{vl} restent constants).

On obtient le coût suivant: $C(e,n) = [I_{vl} + e * (n/100) * I_{pl}] * C_{vl} + [1 - n/100] * I_{pl} * C_{pl}$.

Nous intéressons au gain entre C et $C(e,n)$:

$$[(C(n,e) - C) / C].100 = n.D_{pl} [(e.C_{vl} - C_{pl}) / (D_{vl}.C_{vl} + D_{pl}.C_{pl})]$$

avec: - D_{vl} et D_{pl} , les trafics moyens journaliers de la période.

- $e=3,1$ et les trafics suivants: 50 000 veh/j, 23% de PL,

- $C_{vl}=0,021$ F et $C_{pl}=0,344$ F (francs 90)

Pour 1% de poids lourds reportés le gain en congestion est de 0,67%.

L'impact des poids lourds étant plus faible dans le phénomène de congestion que l'impact des véhicules particuliers entre eux, le fait de retirer un certain pourcentage de poids lourds se traduit par un pourcentage de décongestion plus faible.

⁴³ coefficient d'équivalence entre PL et VL. $e=3,1$

ANNEXE 5

EVOLUTION DES TRAFICS entre 1970 et 1990 : une progression rapide vers la saturation autoroutière ?

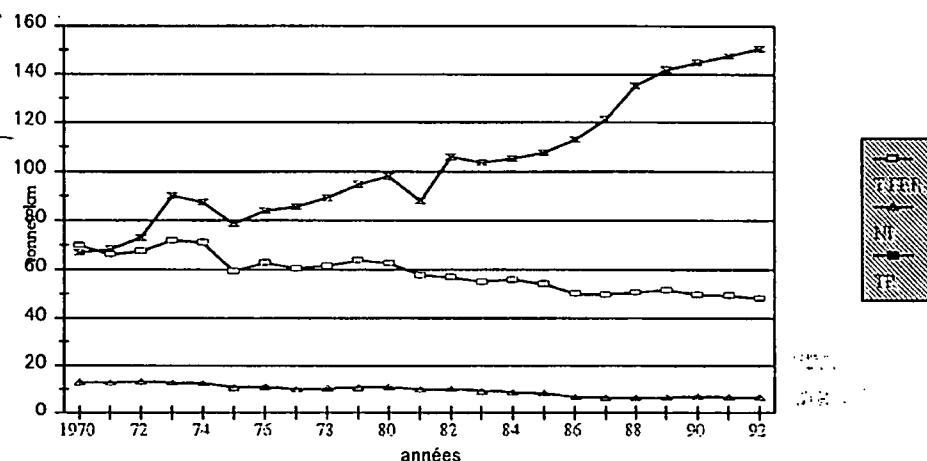
L'analyse de l'évolution des trafics de marchandises est intéressante à plus d'un titre dans la mesure où la période 1970-1990 a vu un certain nombre de mutations notamment au niveau de l'appareil productif. Ces mutations ont eu des répercussions non négligeables sur le développement de certains modes de transport non seulement en matière de répartition modale mais aussi en matière de localisation des entreprises.

L'évolution contrastée des différents réseaux de transport

On constate, en effet, sur cette période une véritable explosion des trafics et plus particulièrement des trafics routiers de marchandises. Nous tenterons donc d'envisager les raisons qui ont conduit à une telle croissance des trafics de marchandises en tenant compte à la fois des évolutions internes au système de transport et des changements intervenus au niveau de l'appareil industriel.

Evolution des trafics de marchandises depuis 1970

en tonnes kilomètre



Le transport de marchandises en France est aujourd'hui largement dominé par la route. Le graphique précédent et le tableau ci-dessous montrent de façon explicite que la route a été le grand bénéficiaire des évolutions récentes du système de transport et qu'il est devenu le principal mode d'acheminement des produits, avec plus de 73% de part de marché. Nous verrons un peu plus loin les facteurs explicatifs de cette répartition. Mais on peut d'ores et déjà constater que le transport routier a absorbé l'ensemble de la croissance des trafics enregistrée ces vingt dernières années.

En fait, c'est depuis la reprise de 1986 que la prédominance de la route apparaît de façon flagrante. A partir de cette année là, le taux de croissance moyen de ce mode atteint les 6,3% par an soit des taux bien supérieurs à ceux du PIB.

On constate ainsi, sur le tableau suivant que le transport ferroviaire a perdu près de 20% de part de marché, la voie d'eau près de 6% et que la route a absorbé l'essentiel du trafic supplémentaire en gagnant plus de 25 points.

Répartition des trafics de marchandises en 1992 (en tonnes kilomètres)

1992	trafics (tk)	part de marché en %	comparaison part de marché en 1970
T.Fer	48,2	23,4%	43%
T.Fluv.	6,9	3,4%	9%
T.Route	150,6	73,2	47
Rappel trafic total en Tkm			

Source : Comptes Transports

En fait si une tendance lourde se dégage à la prédominance du transport routier, il paraît intéressant, pour mieux comprendre comment la répartition modale a pu être à ce point modifiée d'aborder rapidement l'évolution des différents modes de transport concernés.

(a) le transport ferroviaire

Le transport ferroviaire de marchandises connaît une lente dégradation de ses parts de marché tout au long des deux décennies et ne représente actuellement plus que 23% des trafics nationaux de marchandises. Mais l'évolution globale masque en fait des évolutions très contrastées selon le type de prestation ferroviaire. Ainsi, le transport par train entier reste relativement compétitif et stabilise son trafic alors que le wagon isolé connaît un effondrement dramatique et ne représente plus que 36% du trafic marchandises de la SNCF en tonnes kilomètres (mais 55% du chiffre d'affaires). A l'inverse le transport combiné se développe de façon constante depuis le milieu des années 70 surtout sur le transport international mais sans pour autant compenser les pertes enregistrées sur le transport par wagon isolé puisqu'il ne représente actuellement que 15% du trafic fret.

En fait, contrairement au transport routier qui nous le verrons plus loin voit ses trafics évoluer en fonction de l'activité économique, on s'aperçoit que le transport ferroviaire suit un schéma inverse, c'est à dire qu'il arrive globalement à maintenir ses parts de marché en période de ralentissement de l'activité économique mais qu'il ne parvient pas à capter les trafics supplémentaires induits par une reprise économique. La rigidité du mode est sans doute à l'origine de son incapacité à s'adapter rapidement à une variation de la demande.

(b) le transport fluvial

Le transport fluvial apparaît comme le grand sinistré de ces vingt dernières années avec une désaffection croissante des chargeurs pour ce mode de transport. Il ne représente en 1992 qu'un peu plus de 3% des tonnes-kilomètre transportées contre 9% en 1970. Mais la voie d'eau doit gérer un lourd handicap lié à la fois à un réseau mal adapté où les connexions sont rares entre les canaux et à une mauvaise organisation de la profession qui ne peut guère concurrencer les pavillons étrangers. Cependant le trafic international résiste mieux que le trafic intérieur et assure près de 60% des recettes totales.

Cette désaffection de la demande pour la voie d'eau n'est pas une caractéristique française mais concerne tous les pays européens en dehors des Pays-Bas où la volonté politique affirmée de soutien et de développement de ce mode de transport lui a permis de mieux résister face à ses concurrents.

(c) le transport routier

Le transport routier a été le grand bénéficiaire des évolutions survenues ces vingt dernières années, en France, et a capté l'ensemble des trafics nouveaux enregistrés sur la période au détriment de ses concurrents. On peut raisonnablement parler d'explosion des trafics routiers puisque la route absorbe maintenant plus de 73% des trafics marchandises (en tonnes-kilomètre) alors qu'elle ne n'assurait pas 50% des trafics en 1970.

Nous aborderons un peu plus loin les grandes tendances des vingt dernières années qui ont conduit à une telle prédominance du transport routier sur ces concurrents. Mais avant cela il n'est pas inintéressant de nous arrêter sur les tendances récentes.

En fait, l'analyse conjoncturelle des trafics sur les années récentes semble montrer un certain infléchissement des tendances évoquées précédemment et conduit certains analystes à considérer que l'on ne connaîtra plus les taux de croissance vertigineux des décennies antérieures.

Globalement, si en 1992 les trafics marchandises ont enregistré une croissance encore positive de l'ordre de 1%, il apparaît qu'ils ont reculé de un point en 1993 par rapport à l'année antérieure. Cependant, tous les modes n'ont pas connu la même évolution. En fait, c'est surtout le transport ferroviaire qui enregistre de mauvais résultats puisqu'il affiche une diminution de son trafic marchandises de 2,9% en 1992 et de 12% sur les six premiers mois de 1993.

Par contre, le transport routier de marchandises a mieux résisté. Il n'enregistre pas de baisse de son trafic mais un ralentissement des taux de croissance.

En effet, si l'on s'intéresse aux variations du trafic marchandises sur autoroute enregistrées entre 1991 et 1992 les taux de croissance se sont considérablement ralentis mais restent cependant positifs, comme le montre le tableau ci-dessous. En fait, si l'on s'intéresse plus particulièrement aux statistiques récentes sur autoroutes, c'est que ce sont les seules données à peu près fiables dont nous disposons sur les trafics routiers de marchandises. En effet, si ce type de transport a toujours posé problème au statisticien, l'écueil n'en est que plus grand depuis l'ouverture des frontières communautaires et la disparition des documents douaniers.

Trafic sur le réseau autoroutier évolution 1990-1992

	VL	PL	Total
1992	19 887	45 443	24 430
1991	19 422	4 503	23 925
taux de variation 1991/1992	+ 2,4%	+ 0,9%	+ 2,1%
taux de variation 1991/1990	+ 5,8%	+ 4,3%	+ 5,5%

Source : bulletin des autoroutes françaises

Ainsi, tout le problème est de savoir s'il s'agit d'un retournement de tendance généralisé ou d'une simple expression de l'enlèvement dans la crise économique. Pour mieux répondre à ce questionnement, il apparaît nécessaire de comprendre les facteurs susceptibles de modifier la demande à long terme.

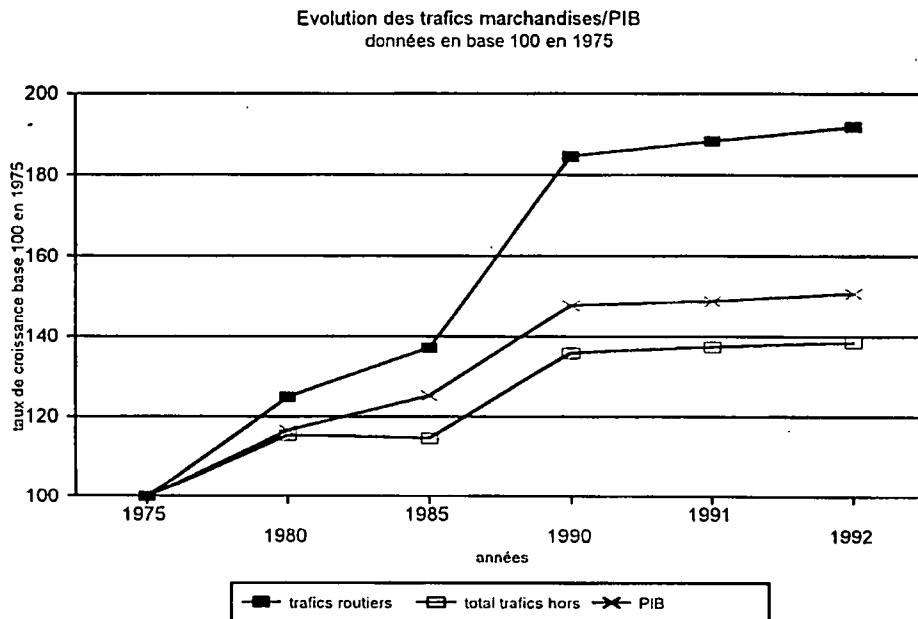
Les facteurs qui agissent sur la demande de transport

Classiquement on admet que deux facteurs principaux agissent sur la demande de transport. Tout d'abord le niveau de l'activité économique et dans un deuxième temps le prix des carburants.

En fait, si le niveau du prix des carburants agit bien évidemment sur le développement ou le ralentissement des flux de transport, on constate cependant qu'un prix des carburants élevé en période de croissance économique n'aura que peu d'impacts pour limiter la hausse des trafics.

En effet, la donnée fondamentale qui influence directement le développement ou non des trafics routiers reste le niveau de l'activité économique. De fait, il apparaît clairement si l'on observe l'évolution des trafics ces dernières années qu'il existe une corrélation entre leur développement et l'évolution du PIB sur la période.

Cette corrélation s'explique très logiquement par le fait que lorsque l'activité économique se développe, les échanges de marchandises comme de personnes se multiplient. Cependant on constate (voir graphique), pour ce qui concerne le transport routier de marchandises que sa croissance a été plus forte que celle du PIB pendant les périodes de reprise économique et que par contre les périodes de ralentissement de l'activité n'ont pas eu d'influence significative à la baisse sur les trafics routiers de marchandises. En bref, les trafics routiers de marchandises ont pour caractéristique d'amplifier le phénomène de reprise économique et de maintenir des taux de croissance élevés en cas de ralentissement de l'activité.



Ainsi, globalement on constate que les trafics ont connu une forte croissance entre 1975 et 1980 ainsi que sur la période 1985-1990 et qu'à l'inverse la récession des années 1980-1985 s'est répercutée sur les trafics mais dans une moindre mesure.

En fait, il apparaît que d'autres facteurs ont pu jouer sur la demande de transport et sont venus à la fois renforcer les périodes de reprise économique et mettre un frein aux baisses de trafics dans les périodes de ralentissement. Parmi ces facteurs on trouve notamment l'intégration européenne qui joue un rôle stimulant sur la demande de transport et notamment

en ce qui concerne l'axe Nord-Sud, mais aussi, la restructuration de l'appareil de production, le développement de la logistique et des flux tendus multipliant les livraisons de chargement peu volumineux, la baisse des prix du transport routier de marchandises à partir de 1986, la faiblesse des taxes prélevées sur ce mode de transport etc... nombres de raisons expliquent ainsi que la croissance enregistrée ces dernières années ait plus particulièrement favorisé le transport routier, mieux à même que ses concurrents à s'adapter aux nouvelles exigences de la demande de transport.

Quelle saturation des réseaux à l'horizon 2010 ?

L'axe Nord-Sud, Lille-Paris-Lyon-Marseille, semble à l'heure actuelle au bord de l'asphyxie. Il concentre la majorité de la circulation des marchandises tant sur route et autoroute que sur fer.

les infrastructures routières et autoroutières

Le trafic actuel sur l'axe atteint environ 50 000 véhicules par jour en moyenne avec des pointes pouvant aller jusqu'à 170 000 véhicules en période estivale sur certains axes particulièrement encombrés comme l'autoroute A7. Ce trafic sur autoroute devrait à l'horizon 2010 se situer, selon les estimations, dans une fourchette allant de 66 000 à 90 000 véhicules par jour en moyenne annuelle. Sachant que les moyennes d'été devraient pour leur part se situer entre 110 000 et 158 000 véhicules contre 86 000 en 1989.

Les données ci-dessous donnent les trafics en 1989 de poids lourds et les prévisions de trafics à l'horizon 2005 sur les principales relations de l'axe Nord-Sud, mais elles devraient être réévaluées à la hausse pour tenir compte à la fois des mesures prises en 1994 par la Suisse pour limiter la circulation des poids lourds en interdisant le trafic de transit sur son territoire et de l'entrée de nouveaux pays dans l'espace communautaire. On peut en effet considérer comme acquis qu'un certain nombre de véhicules qui transitaient par la Suisse passera désormais par la France et que l'entrée de nouveaux pays dans la Communauté européenne stimulera les échanges avec ces pays.

Le tableau ci-dessous résume les perspectives de croissance pour les principales liaisons concernant l'axe Nord-Sud.

Relations	Nbr de PL. par JOM * en 1989	Nbr de PL. par JOM en 2005	Taux de croissance annuel en. %
Paris-Lille	3 794	9 028	5,6
Dijon-Lyon	1 408	2 570	3,8
Paris-Lyon	1 340	2 786	4,7
Paris-Dijon	1 002	1 992	4,4
Dijon-Narbonne	720	2 122	7,0
Paris-Avignon	682	1 418	4,7
Metz-Lyon	596	1 542	6,1
Lille-Lyon	572	1 362	5,6

* Jour Ouvrable Moyen

Ainsi, si certaines relations (Beaune-Mulhouse, Arras-Belgique, Narbonne-Espagne ou Paris-le Havre) ont encore des réserves de capacité, Lille-Paris-Lyon-Marseille-Nice est déjà saturé à certains endroits et cette situation ne peut que s'aggraver compte tenu de la forte proportion de poids lourds sur ces tronçons. Notons par exemple qu'ils représentent 26% sur l'axe Paris-Lille, 23% sur Beaune-Lyon et 18% sur Lyon-Marseille.

Le tableau ci-dessous donne les trafics et les taux de croissance annuels des principaux tronçons de l'axe Nord-Sud ainsi que les normes internationales des seuils de capacité des autoroutes selon leur nombre de voies (35 000 véhicules par jour pour une autoroute 2 fois 2 voies et 55 000 pour une 2 fois 3 voies).

Trafic journalier sur les principales liaisons de l'axe Nord/Sud en 1990 et taux de croissance par rapport à l'année précédente

TRAJETS	Km de réseau	Véhicules légers		Poids lourds		Ensemble du trafic		% PI	Seuil de saturation
		1990	%	1990	%	1990	%		
Paris-Lille	155	34 031	6,8	12 326	3,8	46 357	6,0	226,6	55 000
Paris-Beaune	260	26 233	0,8	6 665	1,4	32 883	0,9	220,2	35 000
Beaune-Lyon	140	36 778	2,5	11 270	5,7	48 048	3,2	223,5	55 000
Lyon-Aix-Marseille	273	36 691	4,7	8 252	6,8	44 943	5,0	118,4	55 000
Aix-Menton	205	31 203	7,5	5 515	9,5	36 718	7,8	115	35 000
Orange-Narbonne	192	28 348	3,8	7 252	5,6	35 599	4,1	220	35 000 à 55 000
Narbonne-Le Perthus	88	15 323	- 1,7	4 443	6,3	19 766	0	22,5	35 000
Lyon-Chambéry	88	25 785	2,5	4 298	3,3	30 082	2,6	14,3	35 000
Beaune-Dijon	40	13 919	- 2,3	4 729	10,5	18 647	0,6	25,4	35 000

Source la vie du rail n°2310 page 14

On constate à la lecture de ce tableau que les poids lourds constituent une part importante du trafic autoroutier avec notamment, plus de 26% pour la liaison Paris-Lille, de 23% pour Beaune-Lyon et de 18% pour Lyon-Marseille.

les autres infrastructures

En ce concerne les infrastructures ferroviaires, elles sont également proches de la saturation sur cet axe. Selon les sources de la SNCF les trafics ferroviaires de marchandises sur l'axe sont respectivement au niveau des coupures principales de 9,7 milliers de tonnes pour Paris Nord, de 15,1 pour Paris Sud et de 17,4 pour Lyon Sud. Pourtant, ces infrastructures sont d'une qualité remarquable, les itinéraires sont tous électrifiés et permettent des vitesses de 160 km/h sauf sur la Grande Ceinture de Paris. Toutes ces lignes sont à doubles voies et même à quatre voies aux abords des agglomérations parisienne et lyonnaise. Mais différents types de trafics coexistent sur cette infrastructure, des trains rapides express, des trains de transport

combiné et des trains classiques de fret qui ont des vitesses très différentes allant de 100 à 160 km/h. Or, ces vitesses différentes induisent une utilisation de l'infrastructure ferroviaire non homogène qui ne permet pas une utilisation optimale de l'infrastructure, d'autant que la demande se concentre sur certaines plages horaires qui sont rapidement saturées. Le niveau de trafic est donc très variable selon les heures de la journée et on atteint une quasi-saturation de l'axe principal pendant la nuit.

Contrairement aux autres infrastructures, les voies navigables possèdent comme nous l'avons déjà évoqué de larges réserves de capacité encore non utilisées qui s'élèvent, comme le montre le tableau ci-dessous à environ 145 milliers de tonnes par an.

	trafic 1989	capacité
Canal Dunkerque-Valenciennes	5,0	10
	5,7	21,8
Oise	6,5	15
Moselle	15	15
Seine en aval de Paris	11,2	56,7
Rhône-Saône	1,2	20
Rhin (Canal d'Alsace)	8,2	60

On voit bien en effet que la voie d'eau possède une réserve de capacité non négligeable permettant sous certaines conditions de contribuer à désengorger l'axe Nord-Sud.

BIBLIOGRAPHIE

Transport. Généralités

BERNADET Maurice, LASSERRE Jean-Claude. *Le Secteur des Transports, Concurrence-Compétitivité*, Economica, Paris, 1985, 369p.

CROZET Yves. *Analyse économique de l'Etat*, Armand Colin, 1991, 192p.

OEST. MEMENTO. Statistiques: Résultats 92, Ministère de l'Équipement, des Transports et du Tourisme, 1993.

OBSERVATOIRE REGIONAL DE LA SECURITE ROUTIERE, *statistiques d'insécurité autoroutière en Vallée du Rhône*, 1992

OBSERVATOIRE REGIONAL DE LA SECURITE ROUTIERE, Les accidents de poids lourds en Région Rhône-Alpes, Direction Régionale de l'Équipement et CETE de Lyon, mai 1992

ASF, Direction de la Circulation et de la Sécurité, *effet des poids lourds sur l'écoulement du trafic autoroutier sur A7 - A9*, 1993

CREDOC, *collection des rapports : Opinions des français sur les transports*, phase XI: automne 1988, Françoise Boscher

Les coûts externes

BEAUMONT René. " L'apport des grandes liaisons fluviales à l'environnement. Qui prétend mieux faire?", *Navigation Ports & Industries*, 10 Décembre 1989, n°21, pp 660-662.

BONNAFOUS Alain. "Comment valoriser et maîtriser les effets externes", *Economie et Statistique*, n°258-259, Octobre-Novembre 92, pp.121-128..

CEMT. *Environnement et infrastructures de transport*, Table Ronde 79, 1989.

CHAUSSE Alain et alii. *Evaluation des effets externes du secteur des transports*, Etude réalisée par le Laboratoire d'Economie des Transports sous la direction d'Yves Crozet (Etude LET), Juin 92, 160p.

CENTRE TECHNIQUE NATIONAL d'ETUDES et de RECHERCHES sur les HANDICAPS et les INADAPTATIONS, *Bilan économique et social de l'insécurité routière*, Tome I et II, Novembre 1992

COMMISSARIAT GENERAL AU PLAN, Prix de la vie humaine, Tome 1, Calcul par la méthode du capital humain compensé, application à l'évaluation du coût économique de l'investissement routier, Michel LE NET, 2^e édition actualisée, février 1994, ENPC, 178 p.

COMMISSARIAT GENERAL AU PLAN, GROUPE TRANSPORT, "Prospective de la Demande", Tome 1, 25 mars 1992

COMMISSARIAT GENERAL AU PLAN, *Transport 2010*, Rapport du groupe présidé par le Commissaire au Plan, La documentation française, Paris, juin 1992, 516 p.

CONSEIL GENERAL des PONTS et CHAUSSEES, Rapport du M. Christian BROSSIER, *"Nouvelle étude de l'imputation des coûts d'infrastructure de transport"*.

GROUPE TRANSPORT 2000 Plus "Transport in a fast changing Europe", décembre 1990

INRETS, *Impact des transports terrestres sur l'environnement : méthodes d'évaluation et coûts sociaux*, septembre 1993

INRETS, *Enquête nationale sur le bruit des transports en France*, rapport INRETS N°=71, juillet 1988

LAMBERT Jacques. LAMURE Claude. *Impact des transports terrestres sur l'environnement*, INRETS, Septembre 1993, 101p.

LEVILLY Bruno, *Sécurité routière et Economie en Rhône- Alpes : essai d'évaluation de l'activité des différents partenaires*, ENTPE, travail de fin d'études, juin 1992

PEREZ Marc. *Coûts externes du transport de marchandises*, DEA d'économie des transports, LYON II, Juin 92, 112p.

QUINET Emile. *Le coût social des transports terrestres*, Comité de l'Environnement, OCDE, Décembre 1989, 50p.

QUINET Emile. *Les coûts sociaux des transports: Evaluations et liens avec les politiques d'internalisation des effets externes*, Séminaire conjoint OCDE/CEMT sur l'internalisation des coûts externes des transports, Octobre 93, 45p.

Rapport PLANCO. *Coûts externes du trafic rail, route, voie navigable*, Essen, 1990.

Le transport fluvial

ACT consultants. *Etude de désaturation de l'axe Rhône-Saône: le potentiel de trafics fluvialisables*, Rapport d'étude, Ministère des Transports, Direction des Transports Terrestres, Février 92, 71p +ann.

CAUDE Geoffroy, LE LOSTEC Eric, PERRIER Fabienne. "Contribution de la DTT à l'étude de désaturation du couloir rhodanien", *La Note d'Information de la Direction des Transports Terrestres*, n°126, Sous-direction des Affaires Economiques, DTT, Octobre 92, pp.16-21.

Commission Roger GREGOIRE. *Le transport fluvial. Schéma de développement du transport fluvial et Schéma Directeur des voies navigables*, Rapport au Ministre des Transports et au Ministre du Plan et de l'Aménagement du Territoire, La Documentation Française, Coll. des Rapports Officiels, Mars 83, 104p.

DUBOIS Paul. *Désaturation de l'axe routier de la vallée du Rhône: transfert sur la voie d'eau. Objectif 2000-2010*, CNR, Janvier 92, 16p.

GUIHERY Laurent. *Les grandes infrastructures de transport en Allemagne de l'Est : à la reconquête de l'espace allemand*, Document de travail, LET, février 1995.

RISSOAN Jean-Pierre. *La navigation fluvio-maritime en France*, LET, Lyon, 1993, 132p.

SAPPEY Myriam (dir). *Quel marché pour le transport de produits chimiques sur le Rhône?*, Ministère de l'Équipement, du Logement, des Transports et de la Mer, OEST, Décembre 90, 118p.

SPIRAL. *Le transport de matières dangereuses dans l'agglomération lyonnaise*, Livre blanc, Version provisoire, 21 Septembre 93, 80p.

VNF, DRE. *Le transport fluvial sur l'axe Rhône-Saône*, Juin 93, 90p.

VNF. *Contribution des voies navigables à la désaturation du sillon rhodanien*, Direction Régionale de Lyon, 11 Février.1993, 45p.

VNF. *Statistiques annuelles 93 et 94*.

Répartition modale et filières de transport intermodales

BERNADET Maurice. *L'évolution de la répartition modale en transports terrestres de marchandises*, Programme n°3: Les transports, classeur Prospective et Territoires, DATAR.

BERNADET Maurice. *Portée et contenu d'une politique d'harmonisation à l'intérieur et entre les modes de transport*, Communication du LET, Lyon, Avril 89, 11p.

BERNADET Maurice. *Succès du mode routier: effet de la production ou effet de la compétition?*, Communication du LET, Lyon, Juillet 92, 7p.

DEMANGE Jean-Marie, VALLON Pierre. *Les réponses offertes par les nouvelles technologies de transport aux problèmes de la saturation des axes Nord-Sud*, Rapport de l'Office Parlementaire d'Évaluation des Choix Scientifiques et Technologiques, Sénat, Assemblée Nationale, Avril 94, 141p.

MEISTERMANN Claude. *L'état actuel du transport combiné fluvio-routier, l'apport du transport combiné*. Colloque du 14 Mars 1991, l'aménagement des couloirs Nord Sud pour le transport plurimodal, 1991, 9p.

PLANCO-Consulting. *Évaluation macro-économique des investissements dans les infrastructures de transport, Méthodes d'évaluation appliquées dans le cadre du Plan*, Publication du Ministre Fédéral des Transports, Cahier 72, Essen Bonn, Juin 93.

SETRA. DTT. Direction des Routes. *L'axe A7-A9 à l'horizon 2010. Propositions intermodales*, Avril 92.

SNCF, USAP, DTT, DATAR, AFME, EDF. *Contribution des transports combinés à une meilleure régulation des flux de marchandises, sur les axes français Nord/Sud-Est à vocation européenne*, Mai 91, 23p.

LISTE DES ABREVIATIONS

ADEME	Agence De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie
ADN	Accord européen relatif au transport de matières dangereuses par voie de navigation intérieure
A.S.F.	Autoroutes du Sud de la France
CEMT	Conférence Européenne des Ministres des Transports
CETE	Centre d'Etudes Techniques et d'Equipement
CCI	Chambre de Commerce et d'Industrie
CNR	Compagnie Nationale du Rhône
DRE	Direction Régionale de l'Equipement
EVP	Equivalent Vingt Pieds (20')
INRETS	Institut de la REcherche sur les Transports et la Sécurité
KEP	Kilogramme Equivalent Pétrole
OCDE	Organisation de Coopération et de Développement Economique
OEST	Observatoire Economique et Statistique des Transports
PIB	Produit Intérieur Brut
PL	Poids Lourds
PL.km	nombre de Poids Lourds x nombre de Kilomètres
PTAC	Poids Total Autorisé en Charge
RO-RO	Transport roulier Roll-On / Roll-Off
SAPRR	Société des Autoroutes Paris-Rhin-Rhône
SETRA	Service d'Etudes Techniques des Transports sur les Routes et Autoroutes
SMNLR	Service Maritime et de la Navigation du Languedoc-Roussillon
SNCF	Société Nationale des Chemins de Fer Français
SPIRAL	Secrétariat permanent pour la Prévention des Pollutions Industrielles et des Risques dans l'Agglomération Lyonnaise.
TEU	Twenty Equivalent Unit (traduction anglaise de EVP)
TIPP	Taxe Intérieure sur les Produits Pétroliers
TKm	Tonnes x Kilomètres