

CENTRE
DE RECHERCHES ÉCONOMIQUES

LA CONGESTION
ROUTIÈRE
EN EUROPE

T A B L E
R O N D E
110

CONFÉRENCE EUROPÉENNE DES MINISTRES DES TRANSPORTS

© OCDE, 1999

© Logiciel, 1987-1996, Acrobat, marque déposée d'ADOBE.

Tous droits du producteur et du propriétaire de ce produit sont réservés. L'OCDE autorise la reproduction d'un seul exemplaire de ce programme pour usage personnel et non commercial uniquement. Sauf autorisation, la duplication, la location, le prêt, l'utilisation de ce produit pour exécution publique sont interdits. Ce programme, les données y afférentes et d'autres éléments doivent donc être traités comme toute autre documentation sur laquelle s'exerce la protection par le droit d'auteur.

Les demandes sont à adresser au :

Chef du Service des Publications,
Service des Publications de l'OCDE,
2, rue André-Pascal,
75775 Paris Cedex 16, France.

CENTRE DE RECHERCHES ÉCONOMIQUES

RAPPORT DE LA
CENT DIXIÈME TABLE RONDE
D'ÉCONOMIE DES TRANSPORTS

tenue à Paris les 12 et 13 mars 1998
sur le thème :

LA CONGESTION ROUTIÈRE EN EUROPE

CONFÉRENCE EUROPÉENNE DES MINISTRES DES TRANSPORTS

CONFÉRENCE EUROPÉENNE DES MINISTRES DES TRANSPORTS (CEMT)

La Conférence Européenne des Ministres des Transports (CEMT) est une organisation intergouvernementale, créée par un Protocole signé à Bruxelles le 17 octobre 1953. La CEMT constitue un forum de coopération politique au service des Ministres responsables du secteur des transports, plus précisément des transports terrestres; elle leur offre notamment la possibilité de pouvoir discuter, de façon ouverte, de problèmes d'actualité concernant ce secteur et d'arrêter en commun les principales orientations en vue d'une meilleure utilisation et d'un développement rationnel des transports européens d'importance internationale.

Dans la situation actuelle, le rôle de la CEMT consiste surtout à :

- faciliter la mise en place d'un système paneuropéen intégré des transports qui soit économiquement et techniquement efficace, dont les performances relatives à la sécurité et à la protection de l'environnement correspondent aux plus hautes exigences possibles et dont la dimension sociale occupe pleinement la place qu'elle mérite;
- aider également à l'établissement d'un pont, sur le plan politique, entre l'Union Européenne et les autres pays du continent européen.

Le Conseil de la Conférence réunit les Ministres des Transports des 39 pays suivants qui sont Membres à part entière de la Conférence : Albanie, Allemagne, Autriche, Azerbaïdjan, Bélarus, Belgique, Bosnie-Herzégovine, Bulgarie, Croatie, Danemark, Espagne, Estonie, ERY Macédoine, Fédération de Russie, Finlande, France, Géorgie, Grèce, Hongrie, Irlande, Islande, Italie, Lettonie, Lituanie, Luxembourg, Moldova, Norvège, Pays-Bas, Pologne, Portugal, République slovaque, République tchèque, Roumanie, Royaume-Uni, Slovénie, Suède, Suisse, Turquie et Ukraine. Cinq pays ont un statut de Membre associé (Australie, Canada, États-Unis, Japon, Nouvelle-Zélande) et trois, un statut de Membre observateur (Arménie, Liechtenstein et Maroc).

Les travaux du Conseil sont préparés par un Comité des Suppléants, composé de hauts fonctionnaires représentant les Ministres. Ce comité est assisté dans sa tâche par des groupes de travail auxquels sont confiés des mandats spécifiques.

Parmi les questions étudiées présentement au sujet desquelles les Ministres sont appelés à prendre des décisions, on peut citer l'élaboration et la mise en oeuvre d'une politique paneuropéenne des transports, l'intégration des pays d'Europe centrale et orientale dans le marché européen des transports, les questions spécifiques liées aux transports par chemins de fer, par routes et par voies navigables, les transports combinés, les transports et l'environnement, les coûts sociaux des transports, les tendances en matière de transports internationaux et les besoins en infrastructures, les transports pour les personnes à mobilité réduite, la sécurité routière, la gestion du trafic, l'information routière et les nouvelles technologies de communication.

Des analyses statistiques concernant l'évolution des trafics, des accidents de la route et des investissements sont publiées régulièrement et permettent de connaître sur une base trimestrielle ou annuelle la situation du secteur des transports dans les différents pays européens.

Dans le cadre de ses activités scientifiques, la CEMT organise régulièrement des Symposiums, des Séminaires et des Tables Rondes sur des sujets relevant de l'économie des transports. Les résultats de ces travaux sont examinés par les instances appropriées de la Conférence, sous l'autorité du Comité des Suppléants, et servent de base à l'élaboration de propositions de décisions politiques à soumettre aux Ministres.

Le service de Documentation de la CEMT dispose de nombreuses informations sur le secteur des transports. Ces informations sont notamment accessibles sur le site Internet de la CEMT.

Le Secrétariat de la CEMT est rattaché administrativement au Secrétariat de l'Organisation de Coopération et de Développement Économiques (OCDE).

Also available in English under the title:
TRAFFIC CONGESTION IN EUROPE

Des informations plus détaillées sur la CEMT sont disponibles sur Internet à l'adresse suivante :
<http://www.oecd.org/cem/>

TABLE DES MATIÈRES

RAPPORTS INTRODUCTIFS

ALLEMAGNE

SCHALLABÖCK, K.-O. et PETERSEN, R.....5

FRANCE

GERONDEAU, C.....51

PAYS-BAS

BOVY, P. et SALOMON, H.93

ROYAUME-UNI

DARGAY, J.M. et GOODWIN, P.B.173

AUTRES COMMUNICATIONS.....223

SYNTHÈSE DE LA DISCUSSION

(Débats de la Table Ronde sur les rapports)239

Liste des participants255

ALLEMAGNE

Karl Otto SCHALLABÖCK
Rudolf PETERSEN
Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie
Wuppertal
Allemagne

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION.....	9
2. LA CONGESTION DE LA CIRCULATION ET SES CAUSES	13
2.1. Définition.....	13
2.2. Les différents types de congestion et leurs causes	15
2.3. Influence de la vitesse	16
2.4. Travaux, accidents et autres causes.....	18
3. VOLUME DES ENCOMBREMENTS	19
3.1. Introduction	19
3.2. Densité du trafic sur les différents types de routes.....	21
3.3. Différenciation plus fine des régimes de circulation.....	25
3.4. Différenciation suivant les catégories de véhicules	28
3.5. Conclusion.....	33
4. ÉVALUATION DES CONSÉQUENCES DE LA CONGESTION	33
4.1. Généralités	33
4.2. Conséquences écologiques	34
4.3. Conséquences économiques	37
4.4. Conséquences sociales et autres	39
4.5. Conclusion.....	41

5. STRATÉGIES EN VUE D'UNE RÉDUCTION DE LA CONGESTION ET DE SES CONSÉQUENCES NÉFASTES	42
BIBLIOGRAPHIE	46

Wuppertal, janvier 1998

1. INTRODUCTION

Au cours de la décennie écoulée, l'Union Européenne a connu un développement rapide des transports motorisés -- notamment les transports routier et aérien -- qui devrait se poursuivre, selon les prévisions, à brève échéance. Une étude récente prévoit les tendances présentées ci-après (voir Tableau 1) concernant tous les modes de transport.

Tableau 1. **Scénario d'évolution des transports en Europe (1)**

Mode de transport	Volume du trafic 1995	Croissance 1970-1995	Croissance 1995-2020
<i>Voyageurs</i>	<i>Milliards v-km</i>		
Voitures particulières (2)	3 590	125 %	50 %
Air	400	250 %	200 %
Autocars et autobus (2)	370	50 %	30 %
Rail	290	40 %	20 %
<i>Marchandises</i>	<i>Milliards t-km</i>		
Poids lourds	1 150	160 %	100 %
Rail	240	- 5 %	0 %
Voies navigables	120	10 %	10 %

(1) 15 États membres de l'Union Européenne + Norvège, Suisse, Turquie.

(2) Turquie non comprise.

Source : Dreborg, Karl *et al.* : *Images of Future Transport in Europe* ; Version finale septembre 1997 ; p. 15 ; projet financé par la Commission Européenne dans le cadre du programme spécifique de recherche, de développement et de démonstration dans le domaine des transports du Quatrième Programme-cadre de la Communauté Économique Européenne pour des actions communautaires de recherche, de développement technologique et de démonstration.

Dans le transport routier, l'un des éléments déterminants est l'accroissement des parcs de voitures particulières et de camions (voir Tableau 2). Le développement de l'infrastructure routière des pays européens n'a pas suivi le même rythme (Tableau 3), d'où une réduction de l'espace routier disponible par voiture et par camion dans tous les pays européens (Tableau 4).

**Tableau 2. Évolution du parc automobile dans les pays européens
(en millions)**

Pays	Voitures particulières			Camions		
	1975	1985	1995	1975	1985	1995
Autriche	1.720	2.469	3.480	0.146	0.233	0.290
Belgique	2.577	3.300	4.239	0.235	0.348	0.433
Danemark	1.297	1.440	1.685	0.225	0.253	0.275
Finlande	0.996	1.474	1.901	0.128	0.194	0.272
France	15.520	20.800	25.100	2.150	3.310	4.926
Allemagne (1)	18.161	25.378	40.499	1.231	1.844	2.251
Grèce	0.414	1.155	2.205	0.197	0.589	0.884
Irlande	0.511	0.711	0.955	0.052	0.092	0.121
Italie	15.061	20.888	31.700	1.128	1.792	5.050
Luxembourg	0.117	0.152	0.229	0.011	0.014	0.015
Pays-Bas	3.400	4.818	5.633	0.316	0.405	0.578
Norvège	0.954	1.430	1.685	0.138	0.214	0.350
Portugal	0.873	1.136	2.560	0.168	0.346	0.866
Espagne	4.807	8.874	14.212	1.001	1.610	2.937
Suède	2.760	3.081	3.631	0.157	0.224	0.308
Suisse	1.794	2.552	3.229	0.167	0.204	0.262
Royaume-Uni	13.747	19.088	24.307	1.776	2.718	3.157
Total	84.709	118.745	167.249	9.227	14.388	22.975

(1) 1975 et 1985, ancienne République Fédérale d'Allemagne seulement ; 1995, ensemble de l'Allemagne.

Source : Compilation des données par Holger Dalkmann, Institut de Wuppertal, d'après FRI 1978, FRI 1987, VDA 1990 et calculs de l'Institut de Wuppertal.

**Tableau 3. Évolution de la longueur du réseau routier
dans les pays européens
(en milliers de kilomètres)**

Pays	Autoroutes			Ensemble du réseau routier		
	1975	1985	1995	1975	1985	1995
Autriche	0.651	1.261	1.596	102.787	104.461	130.023
Belgique	1.018	1.456	1.666	93.596	127.956	143.175
Danemark	0.345	0.593	0.830	66.137	70.093	71.420
Finlande	0.180	0.205	0.394	73.552	76.105	77.723
France	3.401	6.438	9.140	794.690	805.038	892.700
Allemagne (1)	6.200	8.350	11.190	464.000	491.250	641.860
Grèce	0.091	0.092	0.420	96.573	108.092	116.440
Irlande	0.000	0.008	0.070	89.005	92.408	92.430
Italie	5.431	5.955	8.860	291.081	299.255	314.360
Luxembourg	0.025	0.058	0.123	4.465	5.258	5.136
Pays-Bas	1.530	1.975	2.300	87.582	112.775	120.800
Norvège	0.165	0.074	0.105	77.101	85.774	90.366
Portugal	0.066	0.196	0.687	46.241	63.996	68.732
Espagne	1.135	1.977	7.747	284.532	311.777	343.197
Suède	0.692	0.939	1.231	125.490	130.639	137.464
Suisse	0.662	1.054	1.540	61.635	70.654	71.055
Royaume-Uni	2.026	2.838	3.200	343.088	348.338	370.300
Total	23.618	33.469	51.099	3 101.555	3 303.869	3 687.181

(1) 1975 et 1985, ancienne République Fédérale d'Allemagne uniquement ;
1995, ensemble de l'Allemagne.

Source : Compilation des données par Holger Dalkmann, Institut de Wuppertal, d'après FRI 1978, FRI 1987, VDA 1990 et calculs de l'Institut de Wuppertal.

Tableau 4. **Évolution de la longueur de routes disponible par véhicule dans les pays européens (en mètres)**

Pays	Par voiture particulière			Par camion		
	1975	1985	1995	1975	1985	1995
Autriche	59.8	42.3	37.4	703.8	449.3	447.9
Belgique	36.3	38.8	33.8	397.7	368.2	331.0
Danemark	51.0	48.7	42.4	293.7	277.4	259.7
Finlande	73.8	51.6	40.9	572.6	392.3	285.4
France	51.2	38.7	35.6	369.6	243.2	181.2
Allemagne	25.5	19.4	15.8	376.8	266.4	285.1
Grèce	233.2	93.6	52.8	490.7	183.5	131.7
Irlande	174.3	130.0	96.8	1 699.6	1 009.9	763.9
Italie	19.3	14.3	9.9	258.1	167.0	62.2
Luxembourg	38.3	34.7	22.4	423.6	383.8	333.5
Pays-Bas	25.8	23.4	21.4	277.2	278.5	209.0
Norvège	80.8	60.0	53.6	556.8	400.6	258.6
Portugal	52.9	56.3	26.8	276.1	185.0	79.4
Espagne	59.2	35.1	24.1	284.2	193.6	116.9
Suède	45.5	42.4	37.9	801.1	584.3	446.7
Suisse	34.4	27.7	22.0	368.3	347.0	270.8
Royaume-Uni	25.0	18.2	15.2	193.2	128.2	117.3
Total	36.6	27.8	22.0	336.2	229.6	160.5

Source : Tableau établi à partir des Tableaux 2 et 3.

Cette situation amène à s'interroger sur les possibilités de gérer la circulation de plus en plus intense sur un réseau dont l'extension est beaucoup plus lente que la croissance du trafic. Il serait intéressant de savoir à quel point la surcharge nuit au trafic actuel et quelles sont les incidences des problèmes qui se posent. On entend par surcharge une demande d'espace routier sur certains tronçons du réseau qui dépasse l'espace disponible. Elle a notamment pour conséquence la congestion, phénomène qui fait l'objet d'un large débat de nos jours dans le domaine des transports. Il s'impose d'élaborer une stratégie rationnelle pour l'avenir afin d'éviter les effets néfastes des encombrements.

Le présent document étudie le phénomène de la congestion en général et analyse, en particulier, certaines données concernant l'Allemagne. Dans ce pays, l'activité du secteur des transports est extrêmement forte en raison du taux de motorisation élevé et d'un trafic de transit considérable. Les conclusions du présent rapport devraient être pertinentes pour d'autres pays européens aussi.

Il y a lieu de noter que, malgré la grande importance accordée au problème des encombrements dans le débat politique, les données empiriques dans ce domaine sont relativement insuffisantes. La position adoptée dans le présent document doit donc en tenir compte : partant, il faut lui attribuer une valeur indicative et la considérer comme une simple tentative d'explication.

2. LA CONGESTION DE LA CIRCULATION ET SES CAUSES

2.1. Définition

On peut définir la congestion comme étant une situation où les usagers des transports ne peuvent pas se déplacer comme ils y sont habitués ou comme ils le souhaitent. Tous les véhicules, de même que les piétons, peuvent la subir. C'est un phénomène généralisé lorsque la capacité d'une infrastructure est saturée. Par définition, cette capacité correspond au nombre d'usagers par unité de temps qui transitent en un lieu déterminé.

On peut appeler flux de trafic une file d'usagers des transports se déplaçant dans la même direction. Si on l'assimile au débit d'un cours d'eau, il y a congestion quand la quantité habituelle ou souhaitée d'eau ne s'écoule pas dans une direction donnée. La diminution du débit, par rapport à la situation normale, peut être provoquée par plusieurs causes : le diamètre d'une conduite peut être réduit, voire complètement bloqué. Si on fait le parallèle avec le flux du trafic, il peut s'agir d'une voie fermée ou d'un accident à la suite duquel la route est complètement obstruée par des épaves de véhicules. L'analogie entre le flux du trafic et l'écoulement de l'eau n'a plus de sens si l'on envisage une autre cause d'encombrement, c'est-à-dire une forte demande d'espace routier due au nombre important de véhicules qui souhaitent l'emprunter. La circulation devient, de ce fait, plus dense et plus lente, pour finir éventuellement par un blocage complet de la route.

Il est très difficile de définir exactement la congestion -- le terme "durabilité" pose le même problème. L'intérêt du public pour l'une comme pour l'autre est très vif, mais on peut constater que ces sujets sont abordés dans les débats avec des intentions très différentes. Du point de vue des économistes, les encombrements entraînent des pertes économiques et il conviendrait de les éviter, notamment en augmentant la capacité de l'infrastructure. En revanche, les responsables de la planification des transports soulignent que cette politique a été suivie au cours de la décennie écoulée dans presque tous les pays et qu'elle n'a pas permis de résoudre le problème. La mise à disposition d'une capacité de transport accrue induirait une nouvelle demande de services de transport, au lieu d'amener à organiser différemment l'activité économique et sociale dans une région. Les économistes tendent à faire valoir que les gains de temps obtenus grâce à l'offre supplémentaire doivent être considérés comme profitables pour l'économie nationale. Dans cette logique, l'analyse coûts-avantages des projets concernant les transports mesure les gains de temps que réalisent les usagers de la route entre le point de départ et la destination de leur trajet. La plupart des modèles tablent sur l'hypothèse selon laquelle l'accroissement de l'espace routier n'induit pas de surcroît de trafic et les gains de temps que procure une vitesse moyenne supérieure représentent des avantages réels.

D'une manière générale, les débats sur les encombrements se cantonnent à la circulation de véhicules à moteur sur le réseau routier. Du point de vue des automobilistes, la congestion commence lorsqu'ils sont contraints de ralentir parce que les véhicules qui les précèdent roulent plus lentement. La réduction de la vitesse peut n'être qu'un ralentissement par rapport à une vitesse normale ou souhaitée, voire aller jusqu'à l'arrêt du véhicule. La succession incessante de phases d'arrêt et d'avancement est appelée circulation en accordéon ou discontinue. Vu d'avion, on peut constater la longueur de l'encombrement, c'est-à-dire la longueur de route sur laquelle le trafic se déplace plus lentement que d'habitude ou est même arrêté.

Hormis les encombrements de la circulation, il y a d'autres types de congestion dont il est rarement question : par exemple, des tramways en attente parce qu'une voiture est garée sur la voie ou des avions qui tournent en rond au-dessus d'un aéroport saturé. Même les piétons peuvent connaître la congestion, en cas de rétrécissement brutal de voies piétonnes bondées. Dans tous les cas, on observe un ralentissement de la vitesse de déplacement. Le phénomène se produit même sur ce que l'on appelle les autoroutes de l'information, lorsque les utilisateurs de l'Internet souhaitant communiquer sont trop nombreux. On pourrait donc donner la définition générale suivante de

la congestion : c'est une réduction de la qualité du service dans une infrastructure par suite d'une demande excessive ou pour d'autres motifs. Les usagers sont pénalisés par une réduction de la vitesse, c'est-à-dire des pertes de temps.

2.2. Les différents types de congestion et leurs causes

Dans le débat public, la congestion est avant tout considérée comme un phénomène unique non différencié, sans tenir compte des diverses natures et des différentes causes de la perte de qualité du service de transport qu'elle entraîne. Cependant, pour trouver des solutions appropriées et rationnelles aux problèmes associés à la congestion, il faut différencier les divers types de congestion et leurs origines, qui sont variées également. On peut citer à cet égard :

- une réduction de la capacité routière provoquée par un événement imprévu, par exemple, un accident où la voie est bloquée à cause des épaves ;
- une réduction prévue de la capacité due à la construction ou à l'entretien de la voie ;
- une demande de transport plus forte que la capacité maximum d'écoulement du trafic.

Ce dernier point semble le plus intéressant en raison de la complexité du processus qui l'induit. C'est aussi le cas de figure le plus souvent évoqué pour expliquer la congestion, car il est lié à des demandes politiques visant l'expansion du réseau routier. On entend par surcharge le fait que la quantité de véhicules se déplaçant dans une direction déterminée est supérieure à ce que peut absorber un tronçon donné du réseau. Lorsqu'en un certain lieu le nombre de véhicules pouvant passer est inférieur au nombre de ceux qui veulent l'emprunter, il se forme une queue, qui s'allonge rapidement dans le sens du point d'origine du flux de véhicules. On peut citer le cas typique où le nombre de voies est réduit en un point déterminé, ou bien celui où plusieurs routes ou rampes d'accès aboutissent à un tronçon du réseau dont la capacité est insuffisante pour que s'écoule le nombre accru de véhicules qui s'y dirigent.

La dynamique de la congestion a fait l'objet de bon nombre d'évaluations et de simulations au moyen de programmes informatiques. Lorsque le flux de véhicules dépasse 70 ou 80 pour cent de la capacité théorique, on se trouve dans une situation pré-critique. La circulation s'écoulera à une vitesse

légèrement réduite, mais le service sera encore de bonne qualité. Dans cette situation, même de petits incidents risquent d'entraver gravement l'écoulement du trafic et les véhicules roulant dans la direction opposée peuvent pâtir d'une perturbation qui va en empirant. La dynamique impressionnante de la congestion montre que de petits incidents peuvent aller jusqu'à stopper totalement le trafic en un point très éloigné de la cause du ralentissement et aussi du véhicule qui a occasionné le problème. Lorsque la situation pré-critique devient réellement critique, et qu'il en résulte une circulation en accordéon, il faut beaucoup de temps pour que le phénomène disparaisse.

Différentes phases ont été évoquées ci-dessus : dans une situation critique, on constate une baisse sensible de la vitesse ainsi que des arrêts et des déplacements lents (circulation discontinue). En termes quantitatifs, ces phases de congestion peuvent se décrire en fonction de la vitesse effective des véhicules. Il peut se révéler nécessaire d'appliquer des critères différents pour la circulation sur les autoroutes, sur d'autres routes hors agglomérations et en milieu urbain. Selon une hypothèse générale retenue par de nombreuses études, on peut dire que la situation d'arrêts et de circulation discontinue correspond à une plage de vitesses comprise entre 0 et 10 km/h. La phase critique sur autoroute pourrait intervenir lorsque les vitesses se situent entre 10 et 25 km/h. On pourrait définir, par ailleurs, une phase pré-critique comme étant celle où les vitesses sont supérieures à 25 km/h, mais inférieures à celles d'un débit optimal, compte tenu du flux maximum de circulation sur un axe routier donné.

2.3. Influence de la vitesse

En théorie, la capacité d'une route dépend des paramètres de sa conception, c'est-à-dire le nombre et la largeur des voies. Dans des conditions réelles de circulation, la capacité (débit maximum) est fonction des types de véhicules, de la vitesse et des écarts de vitesse entre les véhicules. Si l'on postule dans un premier temps que tous les véhicules roulent à une vitesse égale et constante sur un tronçon donné, le nombre de véhicules qui passent par une section routière est déterminé par la distance qui sépare deux véhicules qui se suivent. Pour maintenir un certain niveau de sécurité, les distances entre véhicules doivent beaucoup augmenter par rapport à l'accroissement de la vitesse. Ceci suppose qu'il existe une vitesse optimale permettant à un nombre maximum de véhicules par unité de temps de franchir la section routière en question. En cas de dépassement de cette vitesse optimale, la distance de

sécurité nécessaire au maintien d'une norme comparable provoquerait un étirement de la file de véhicules plus important que ce que pourrait compenser au niveau du débit l'augmentation de la vitesse.

Vu sous un autre angle, les lois de la physique font qu'il est impossible de maintenir un débit optimal si les véhicules roulent à des vitesses plus élevées. Ce débit peut être atteint si les véhicules sont contraints de ralentir pour rouler à une vitesse qui assure une utilisation optimale de la capacité. En revanche, les véhicules qui roulent trop lentement par rapport à ce niveau optimal devraient accélérer. Normalement, sur les autoroutes, le nombre maximum de véhicules franchissant une section par unité de temps peut être atteint à des vitesses comprises entre 60 et 80 km/h.

Les différences de vitesse entre véhicules qui se déplacent dans le même sens n'influent pas sur le débit lorsque la demande est faible. Quand le trafic devient plus dense, les écarts de vitesse provoquent des réactions des conducteurs -- ralentissement ou changement de voie -- qui ont des effets sur le comportement des autres automobilistes. En fin de compte, ces réactions entraînent une diminution de la vitesse moyenne et du débit. Les véhicules beaucoup plus rapides et beaucoup plus lents que la moyenne du flux causent des problèmes et peuvent provoquer des encombrements.

Les bases théoriques de la relation entre la vitesse des véhicules et la capacité d'une voie de circulation ont été étudiées dans les années 30 aux États-Unis et des recommandations ont été formulées dans le manuel "*Highway Capacity Manual*", ouvrage dont s'inspirent encore aujourd'hui les responsables de la politique des transports dans le monde entier. Les conditions optimales de circulation se caractérisent par des véhicules roulant à une vitesse relativement lente (comparée à celle que l'on observe dans certains pays européens), mais avec des écarts de vitesse entre eux aussi faibles que possible. Cette conclusion a conduit à limiter la vitesse à 55 miles par heure (soit 88.5 km/h environ) pour tous les types de véhicules.

En Europe, la vitesse autorisée est supérieure, en moyenne, et la limite de 55 mph n'est plus en vigueur aux États-Unis depuis plusieurs années. A la suite des pressions des constructeurs automobiles et des automobiles clubs, les États sont désormais compétents pour fixer eux-mêmes les limites de vitesse.

En tout état de cause, pour éviter la congestion, on installe actuellement un nombre croissant de systèmes de gestion de la circulation sur le réseau routier allemand, lesquels imposent des limitations de vitesse et abaissent les vitesses maximales autorisées parallèlement à l'augmentation du trafic. On peut ainsi parvenir au débit optimal pour maximiser l'utilisation de la capacité.

L'optimisation de la vitesse de circulation peut contribuer à éviter les encombrements dans certains cas seulement : si la demande dépasse largement la capacité nominale, de tels encombrements surviendront inéluctablement. C'est souvent le cas dans les grandes agglomérations et dans des circonstances particulières, par exemple, au début des vacances. Il est impossible d'éviter, en l'occurrence, la congestion et les pertes de temps, même en recourant aux systèmes les plus modernes de gestion de la circulation, dès lors que l'espace routier est purement et simplement insuffisant. Il ne serait pas efficace par rapport aux coûts de mettre à disposition des infrastructures routières d'une capacité permettant de faire face à toutes les situations. Dans les zones les plus densément peuplées, cela n'est pas souhaitable non plus pour des raisons de protection de l'environnement.

2.4. Travaux, accidents et autres causes

La présente section s'efforce de donner des exemples de réduction du débit de la circulation routière liés à des problèmes inhérents à l'infrastructure elle-même ou aux véhicules. En ce qui concerne l'infrastructure routière, l'une des causes à mentionner tient aux travaux de construction ou d'entretien nécessaires pour préserver la qualité du revêtement routier, qui obligent souvent à fermer une ou plusieurs voies de circulation. De même, les travaux effectués en bordure des routes, qui ne créent pas d'obstacle matériel, obligent toutefois à réduire la vitesse pour des raisons de sécurité des travailleurs, d'où un risque d'encombrements en cas de trafic dense. Les travaux d'accroissement de la capacité routière par l'adjonction de nouvelles voies peuvent être différemment perçus, l'ironie de la situation étant que des améliorations prévues pour l'avenir sont susceptibles d'occasionner de graves problèmes sur le moment. On ne dispose pas d'informations sur l'ampleur de la congestion provoquée par les activités normales d'entretien et de remise en état du réseau, d'une part, ou par les travaux d'extension, de l'autre. Quoi qu'il en soit, leurs incidences sur l'écoulement du trafic sont plus néfastes dans les périodes de forte demande de circulation que dans celles où la demande est faible.

Parmi les problèmes de congestion liés aux véhicules, on peut citer les accidents, les pannes et les convois exceptionnels particulièrement encombrants et/ou très lents. Il n'existe pas non plus de données sur l'ampleur des encombrements causés par ces problèmes.

Enfin, on peut citer d'autres raisons qui expliquent la congestion, notamment les contrôles routiers et les formalités douanières, ces dernières posant un grave problème, en particulier pour les poids lourds qui se dirigent vers l'Europe centrale et orientale. Les intempéries peuvent aussi entraîner des encombrements.

3. VOLUME DES ENCOMBREMENTS

3.1. Introduction

Dans la présente section, nous analyserons l'importance des encombrements à partir de l'exemple du réseau routier allemand. Il n'existe encore aucune étude exhaustive de la congestion, différenciée en fonction de son étendue, de ses caractéristiques et de ses causes. Dans le débat public, son ampleur ainsi que ses conséquences écologiques et économiques provoquent une vive controverse. Ainsi, la Fédération de l'Industrie Automobile allemande (VDA), dans le dernier rapport annuel qu'elle a publié, a estimé que 14 milliards de litres de carburant avaient été gaspillés par suite des encombrements. Elle évalue à environ 23 pour cent de la consommation de carburant les économies réalisables si ces encombrements étaient évités. La VDA laisse par ailleurs entendre que de telles économies pourraient se concrétiser en investissant dans la construction routière et la télématique appliquée aux transports.

La VDA ne mentionne pas ses propres études sur ce thème, mais renvoie à une étude du constructeur automobile allemand BMW. Selon celle-ci, l'augmentation de la consommation de carburant due à la congestion, que certaines mesures permettraient d'éviter, se monterait à 12 milliards de litres annuels et les pertes de temps à 5 milliards d'heures par an. Toutefois, BMW n'a en réalité, réalisé aucune étude exhaustive véritable analysant en détail la situation de la circulation, ni examiné des mesures possibles ou les chances de réussite des stratégies de réduction. L'étude susmentionnée ne comporte que de simples hypothèses et des calculs sommaires. Par exemple, elle postule que la

vitesse moyenne dans les agglomérations allemandes est de 20 km/h et qu'un passage à 30 km/h entraînerait un gain de temps de 2.33 milliards de véhicules-heures, ce qui représente déjà la moitié du total du temps perdu dans les embouteillages.

L'étude n'examine pas à fond comment pourrait se concrétiser cette augmentation de la vitesse moyenne. En simplifiant également, le document table sur des augmentations des vitesses moyennes hors agglomération et sur les routes à grande circulation, pour arriver finalement à calculer le gain de temps total de 5 milliards d'heures cité plus haut.

Les effets des encombrements sur la consommation totale de carburant en Allemagne ne sont pas solidement étayés non plus. La source est citée en ces termes : *“des tests comparatifs ont montré que les obstacles évitables freinant la circulation augmentaient la consommation de carburant d'environ 20 pour cent par rapport à une circulation fluide (13)”*. Sous la référence n°13 de l'étude de BMW, on peut lire : *“Dr. Ing. Metz, Technische Universität München, Vorlesungsreihe Auto un Umwelt”* (M. Metz, Université technique de Munich, série de conférences sur l'automobile et l'environnement). M. Metz est un collaborateur de BMW et il a, semble-t-il, mentionné ce chiffre dans ses conférences sans indiquer aucune source pour le vérifier.

La méthode de calcul des effets des encombrements est, il faut le dire, assez surprenante, surtout si l'on considère que de très importantes associations de constructeurs automobiles, et d'autres associations du secteur des transports, fondent sur une base aussi peu solide leur position à l'égard de la politique relative au climat et de la politique des transports -- y compris dans une déclaration publique faite à la Conférence de Kyôto sur le climat.

Faute d'études fiables sur l'étendue de la congestion et ses conséquences, nous avons développé notre propre modèle mathématique. Il doit nous servir à déterminer au moins un ordre de grandeur pour le phénomène de la congestion, ainsi que pour les effets sur la consommation d'énergie et les émissions. Il s'appuie principalement sur le modèle de transport *“Tremod”* et sur un ouvrage intitulé *“Handbook of Emission Factors”* (Manuel des coefficients d'émission). Ces instruments ont été créés par des administrations fédérales allemandes, en particulier l'Office fédéral allemand de protection de l'environnement, et on peut considérer qu'ils représentent la base disponible la plus fiable.

3.2. Densité du trafic sur les différents types de routes

Nous privilégierons d'abord le trafic hors agglomération, car les régimes de circulation et les éventuelles perturbations y sont liés à des contextes et influences différents de ceux du trafic en milieu urbain. En Allemagne, environ 30 pour cent de la circulation automobile a lieu sur les autoroutes, qui ne représentent qu'environ 2 pour cent de la longueur totale du réseau routier. Le trafic journalier moyen (TJM) sur autoroutes est, bien entendu, nettement plus élevé que sur les axes secondaires. Nous supposons donc, dans la suite du texte, que ces volumes importants du trafic sur autoroutes sont à l'origine des encombrements. Hormis le réseau autoroutier lui-même, il faut tenir compte des routes fédérales qui présentent des caractéristiques de conception similaires à celles des autoroutes : environ 10 pour cent ont une largeur supérieure à 12 mètres, ce qui laisse place à plus d'une voie par sens de circulation.

La forte densité du trafic sur le réseau autoroutier ne concerne en fait qu'une partie de ce réseau dont on peut présumer, en fait, qu'il s'agit des tronçons susceptibles de subir des encombrements importants.

Le modèle *Tremod* et le manuel sur les facteurs d'émissions présentent des types de routes, des situations de circulation et des types de véhicules très différenciés. Nous avons procédé à une agrégation de ces situations pour obtenir le système présenté au Tableau 5. Selon ces statistiques, sur les 641 milliards de véhicules-kilomètres (v-km) qui transitent par le réseau routier allemand au total, 257 milliards de véhicules-kilomètres représentent le trafic sur les routes hors agglomération, 205 milliards de véhicules-kilomètres le trafic en milieu urbain, et environ 180 milliards de véhicules-kilomètres le trafic autoroutier.

Sur ces 180 milliards de véhicules-kilomètres parcourus sur autoroutes (année de référence 1995), seuls 3 milliards de véhicules-kilomètres correspondent à une circulation discontinue, avec une vitesse moyenne de 8.8 km/h. Dans ces encombrements sur autoroutes, la consommation de carburant atteint au total 505 000 tonnes. Ce chiffre est à mettre en regard avec un total de 46.2 millions de tonnes de carburant consommées dans l'ensemble du réseau routier allemand. (Comme nous l'avons expliqué plus haut, les données concernant les véhicules-kilomètres et la consommation d'énergie dans ces statistiques diffèrent quelque peu des données provenant d'autres sources. Il faudra élucider ces écarts dans les travaux futurs.)

Tableau 5. Kilométrage, consommation, émission et temps de trajet par type de véhicule et de trafic

Type de véhicule	Régime de circulation (3)	Km parcourus km	Vitesse km/h	Consom. g/km	Em.NOx g/km	Em.HC- g/km	Temps passé Mio h	Consom. t	Em.NOx t	Em.HC t
Motos, cycles	A fluide SLV	1,091,735,494	123.3	42.982	0.502	2.072	8.854	46,925	548.087	2,261.902
	A fluide ALV	528,447,357	105.1	38.022	0.361	2.513	5.027	20,093	190.685	1,328.019
	A dense	186,883,311	80.2	33.102	0.252	2.237	2.330	6,186	47.089	418.094
	A discontinue	28,940,174	19.0	56.708	0.110	4.786	1.523	1,641	3.183	138.508
	HA	7,250,515,748	61.1	28.879	0.181	2.595	118.729	209,387	1,310.773	18,813.734
	EA RP fluide	52,207,693	39.9	22.805	0.082	3.302	1.310	1,191	4.262	172.369
	EA RP perturbée	2,328,010,644	31.5	24.481	0.069	3.334	73.864	56,992	159.649	7,762.267
	EA RS	550,192,537	21.2	30.681	0.061	3.695	25.980	16,881	33.641	2,033.103
	EA discontinue	46,132,869	19.5	33.737	0.056	4.199	2.368	1,556	2.562	193.698
Total	12,063,065,827	50.3	29.914	0.191	2.746	239.985	360,852	2,299.931	33,121.694	
Voit. tourisme	A fluide, SLV	86,242,580,920	130.0	64.045	1.344	0.233	663.404	5,523,383	115,896.669	20,074.905
	A fluide, ALV	39,147,959,499	110.7	55.060	0.997	0.207	353.636	2,155,477	39,017.649	8,109.549
	A dense	14,571,803,407	84.9	44.218	0.625	0.174	171.577	644,336	9,108.178	2,536.394
	A discontinue	2,360,461,253	9.5	87.875	0.395	1.119	248.470	207,426	932.528	2,642.176
	HA	217,009,435,120	75.4	45.511	0.819	0.354	2,879.472	9,876,274	177,739.308	76,760.008
	EA RP fluide	2,933,863,717	58.4	43.603	0.645	0.430	50.237	127,926	1,891.588	1,261.471
	EA RP perturbée	138,407,959,561	35.2	56.744	0.697	0.582	3,936.453	7,853,818	96,481.729	80,544.143
	EA RS	33,488,407,248	18.6	84.302	0.753	0.941	1,800.452	2,823,128	25,202.424	31,501.801
	EA discontinue	2,733,572,263	5.3	151.079	0.646	2.480	515.768	412,984	1,765.892	6,778.117
	Total	536,896,042,987	50.6	55.178	0.872	0.429	10,619.471	29,624,751	468,035.966	230,208.566

Tableau 5. (suite)

UL (1)	A fluide, SLV	7,335,804,999	115.0	106.531	1.686	0.269	63.790	781,490	12,368.308	1,974.117
	A fluide, ALV	3,348,115,992	108.8	99.881	1.609	0.259	30.773	334,413	5,385.674	868.158
	A dense	1,242,981,403	84.9	72.341	1.292	0.235	14.635	89,918	1,606.151	292.452
	A discontinue	199,590,579	9.5	100.738	1.015	1.223	21.010	20,106	202.553	244.056
	HA	16,785,671,005	75.3	75.262	1.358	0.342	222.877	1,263,316	22,793.901	5,748.364
	EA RP fluide	224,789,449	58.4	67.882	1.117	0.448	3.849	15,259	251.141	100.676
	EA RP perturbée	10,493,498,169	35.2	83.510	1.199	0.667	298.448	876,315	12,580.830	7,003.503
	EA RS	2,156,956,838	18.6	122.437	1.441	1.160	115.965	264,091	3,108.704	2,501.629
	EA discontinue	205,617,261	5.3	168.952	1.535	2.487	38.796	34,740	315.615	511.396
	Total	41,993,025,694	51.8	87.625	1.396	0.458	810.142	3,679,649	58,612.877	19,244.351
GU (2)	A fluide, SLV	14,260,517,222	85.8	258.306	8.394	0.821	166.139	3,683,581	119,704.667	11,701.185
	A fluide, ALV	6,778,490,980	85.0	257.007	8.374	0.830	79.730	1,742,118	56,763.064	5,625.178
	A dense	668,352,590	77.7	250.280	8.161	0.899	8.602	167,275	5,454.697	600.711
	A discontinue	353,146,674	5.8	745.038	35.896	7.279	60.887	263,108	12,676.421	2,570.568
	HA	14,495,790,545	70.0	205.807	6.775	1.002	207.133	2,983,336	98,204.951	14,521.545
	EA RP fluide	195,013,665	52.5	201.274	6.681	1.299	3.716	39,251	1,302.805	253.326
	EA RP perturbée	8,390,459,827	28.9	266.905	9.617	2.260	290.103	2,239,453	80,690.571	18,961.249
	EA RS	903,271,957	15.1	341.956	12.411	4.249	59.819	308,879	11,210.585	3,837.973
	EA discontinue	152,255,213	5.8	661.673	26.464	10.160	26.251	100,743	4,029.278	1,546.964
	Total	46,197,298,673	51.2	249.533	8.443	1.291	902.379	11,527,744	390,037.040	59,618.699

Tableau 5 (suite)

AA (4)	A fluide, SLV	627,031,789	85.6	221.066	8.298	0.844	7.327	138,615	5,203.324	528.941
	A fluide, ALV	312,465,293	83.6	219.585	8.248	0.870	3.738	68,613	2,577.280	271.712
	A dense	29,872,462	70.5	209.034	7.868	1.044	0.424	6,244	235.048	31.193
	A discontinue	15,690,215	5.8	829.677	33.730	11.190	2.705	13,018	529.227	175.578
	HA	1,429,192,441	56.8	213.837	8.468	1.116	25.145	305,614	12,101.934	1,594.435
	EA RP fluide	26,835,430	42.4	239.358	10.431	1.204	0.632	6,423	279.927	32.297
	EA RP perturbée	1,276,473,870	22.7	324.829	14.563	2.236	56.264	414,636	18,588.994	2,854.166
	EA RS	137,538,086	13.2	447.065	19.880	3.831	10.443	61,488	2,734.291	526.899
	EA discontinue	25,198,500	5.8	767.511	33.279	9.117	4.345	19,340	838.575	229.747
	Total	3,880,298,086	35.0	266.472	11.104	1.609	111.023	1,033,992	43,088.600	6,244.967
TOTAL	A fluide, SLV	109,557,670,423	120.5	92.864	2.316	0.334	909.513	10,173,994	253721.055	36541.050
	A fluide, ALV	50,115,479,121	106.0	86.215	2.074	0.323	472.905	4,320,714	103934.352	16202.616
	A dense	16,699,893,173	84.5	54.729	0.985	0.232	197.568	913,960	16451.163	3878.844
	A discontinue	2,957,828,896	8.8	170.834	4.849	1.951	334.595	505,299	14343.913	5770.886
	HA	256,970,604,858	74.4	56.963	1.215	0.457	3453.356	14,637,927	312150.867	117438.086
	EA RP fluide	3,432,709,954	57.5	55.364	1.087	0.530	59.745	190,050	3729.724	1820.139
	EA RP perturbée	160,896,402,070	34.6	71.109	1.296	0.728	4655.132	11,441,214	208501.773	117125.327
	EA RS	37,236,366,667	18.5	93.308	1.136	1.085	2012.660	3,474,467	42289.645	40401.406
	EA discontinue	3,162,776,104	5.4	180.020	2.198	2.928	587.527	569,364	6951.922	9259.922
	Total	641,029,731,267	50.5	72.114	1.501	0.544	12683.001	46,226,988	962074.414	348438.277

(1) UL = Utilitaires légers; (2) GU = Gros utilitaires; (3) A = Autoroute, (4) AA = Autocars et autobus.

HA = Hors agglomération ; EA = En agglomération, SLV = Vitesse non limitée ; ALV = Vitesse limitée ;

RP = Route principale ; RS = Route secondaire.

La consommation totale de carburant en agglomération est estimée à 16 millions de tonnes environ, dont quelque 570 000 tonnes pour la circulation discontinue, laquelle, en milieu urbain, affiche une vitesse moyenne de 5.4 km/h. Quant à la part de la circulation discontinue dans le trafic hors agglomération, elle est encore plus faible que sur les autres types de routes.

Dans l'ensemble, on peut en déduire que sur un total de 46.2 millions de tonnes de carburant consommé dans la circulation routière, seulement 1.1 million de tonnes le sont dans les encombrements sur autoroutes et en agglomération, ce qui représente une part de 2 pour cent environ.

En ce qui concerne les pertes de temps, nos calculs sont fondés sur les vitesses moyennes indiquées pour les encombrements. La somme du temps de trajet passé dans des embouteillages, ainsi qu'il est indiqué plus haut, représente au total, selon nos estimations, 334 millions de véhicules-heures sur autoroutes et 587 millions de véhicules-heures en milieu urbain dans des régimes de circulation discontinue. D'après les statistiques, le temps total passé en trajets sur le réseau routier est estimé à 12.7 milliards d'heures. La somme des heures passées dans les encombrements sur autoroutes et en agglomération s'élève à 920 millions d'heures, soit 11 heures par habitant et par an, ce qui équivaut à 0.03 heure ou 1.8 minute par jour. Il est tout à fait plausible que même les piétons perdent encore plus de temps par jour en raison de la congestion, lorsqu'ils attendent que le feu passe au vert ou que la rue soit dégagée pour traverser.

Les chiffres de consommation de carburant et de temps de trajet imputables à la circulation discontinue donnent une idée du potentiel maximum envisageable si la congestion était évitée. On n'atteindrait cette valeur que si la circulation discontinue pouvait être totalement supprimée. On voit donc que les économies et gains de temps possibles sont relativement faibles par rapport à la consommation totale de carburant et au total des temps de trajet sur l'ensemble du trafic allemand.

3.3. Différenciation plus fine des régimes de circulation

Comme nous venons de le constater, seule une faible part des véhicules-kilomètres et de la consommation de carburant est liée aux encombrements. Pour le temps de trajet, la part revenant à la circulation

discontinue est un peu plus élevée, puisqu'elle représente environ 900 millions de véhicules-heures, sur un total de 12 700 millions. Une analyse plus poussée des régimes de circulation permet de tirer les conclusions exposées ci-après.

La part la plus importante des véhicules-kilomètres parcourus sur autoroutes (110 milliards sur 180) correspond à des régimes de circulation "fluide, sans limitation de vitesse", à une vitesse moyenne de 120.5 km/h, tous types de véhicules confondus. Pour les voitures particulières, la vitesse moyenne dans ces conditions de circulation est estimée à 130 km/h. Avec 50 milliards de véhicules-kilomètres, le deuxième cas le plus couramment observé sur autoroutes est la circulation "fluide, avec limitation de vitesse". La vitesse moyenne correspondante est de 106 km/h (110.7 km/h pour les voitures particulières). Le régime intermédiaire, qui se situe entre une circulation "fluide", d'une part, et "discontinue", de l'autre, que l'on appelle circulation "dense", concerne 16.7 milliards de véhicules-kilomètres ; ce chiffre est inférieur à 10 pour cent du total des véhicules-kilomètres parcourus sur autoroutes. Dans ce régime de circulation, la vitesse moyenne est chiffrée à 84.5 km/h, avec une légère différence pour les voitures particulières qui rouleraient en moyenne à 84.9 km/h. Ces vitesses plus faibles sont imputables à des densités de trafic plus élevées. En l'occurrence, si la demande augmente encore, il peut se produire des situations critiques de congestion et, au bout du compte, de circulation discontinue. La part attribuée au trafic "dense" ne peut pas être considérée comme une condition défavorable en ce qui concerne la consommation de carburant. Exprimé par kilomètre pour les voitures particulières, le trafic "dense" à une vitesse de quelque 85 km/h ne réclame qu'une consommation de carburant de 44.2 g/km, chiffre nettement plus favorable que dans le cas de la circulation "fluide avec limitation de vitesse" (55 g/km) et beaucoup plus avantageux que pour le régime "fluide sans limitation de vitesse" (64 g/km). Le flux de circulation "dense" est donc le plus économe en carburant sur autoroute.

Pour la circulation en agglomération, les statistiques distinguent, non seulement les catégories "artère principale fluide" et "artère principale perturbée", mais aussi le trafic sur les axes secondaires et la circulation discontinue précédemment évoquée. Plus des trois quarts des véhicules-kilomètres parcourus en agglomération entrent dans la catégorie "artère principale perturbée", avec une vitesse moyenne de 34.6 km/h (35.2 km/h pour les voitures particulières). Ce sont les régimes généralement

observés en milieu urbain. Une circulation fluide sur une artère principale est uniquement envisageable la nuit, lorsque les feux de signalisation sont clignotants et qu'il n'y a que peu ou pas de trafic aux carrefours.

Lorsque la circulation est fluide sur les artères principales, les statistiques indiquent une vitesse moyenne de 57.5 km/h (58.4 km/h pour les voitures particulières) ; cette catégorie ne concerne que quelque 3.4 des 200 milliards de véhicules-kilomètres parcourus au total en zones urbaines. Outre les deux catégories d'artères principales "artère principale fluide" et "artère principale perturbée", on peut mentionner les axes secondaires urbains, avec 20 pour cent environ de la circulation urbaine de véhicules. La densité du trafic, très faible sur ces axes, laisse supposer qu'il ne s'y produit pas de congestion représentant une part significative.

Cette analyse approfondie des données disponibles concernant le nombre de véhicules-kilomètres, la consommation de carburant et le temps passé dans les encombrements ne permettent en aucun cas de confirmer que la part de la consommation d'énergie liée à la congestion soit de l'ordre de 20 pour cent, chiffre cité à la section 3.1, émanant de l'industrie automobile. D'après nos conclusions, on peut estimer à 2 pour cent environ la consommation totale de carburant dans un régime de circulation discontinue. Les autres conditions de circulation, sur autoroutes et en agglomération, ne peuvent pas être qualifiées d'encombrements. Pour le moins, lorsque le volume du trafic est important sur les autoroutes, ce que nous avons défini comme étant une circulation "dense" ci-dessus, la consommation de carburant n'augmente pas. Si l'on résume nos conclusions, on ne voit pas de raison d'imputer à la congestion un ordre de grandeur significatif de gaspillage de carburant ou de temps perdu. Bien entendu, on observe une part relativement importante de trafic perturbé sur les grands axes urbains, mais à une vitesse moyenne plutôt élevée. Les perturbations tiennent au fait que, sur les artères urbaines, il y a des feux de circulation et des carrefours. Il est peu probable que l'on puisse prendre des mesures réalistes susceptibles d'éviter les arrêts aux feux et d'éliminer le trafic aux carrefours. La vitesse moyenne assez élevée observée dans la circulation urbaine dans cette catégorie ("artère principale perturbée"), à savoir 34.6 km/h, montre que ce régime n'est pas assimilable à la congestion.

De même, les pertes de temps dont il est question dans le débat politique semblent très surestimées. Bien entendu, il serait théoriquement possible d'accroître de quelque 20 km/h la vitesse moyenne sur autoroutes, par exemple en passant du régime de "circulation dense" (84.5 km/h, tous types de véhicules

confondus) à la catégorie “circulation fluide avec limitation de vitesse”. Cela permettrait, en théorie, d’économiser quelque 40 millions d’heures de temps de trajet par an. Cependant, faute d’une analyse coûts-avantages détaillée, tenant compte des investissements nécessaires et d’autres effets, tous ces calculs, quels qu’ils soient, seraient dénués de fondement et l’on ne pourrait en tirer aucune conclusion sérieuse. Il serait simpliste également de croire que l’on pourrait faire passer la vitesse moyenne de la catégorie “fluide avec limitation de vitesse” de 106 km/h à celle de la catégorie “fluide sans limitation de vitesse”, de 120 km/h. En Allemagne, les limitations de vitesse sur autoroutes ne sont appliquées qu’avec de très bonnes justifications, sur le plan de la sécurité routière notamment. On ne peut affirmer que des gains de temps et des réductions de coûts pour l’économie nationale découleraient simplement de l’augmentation de la vitesse moyenne. Comme le montre notre analyse, les principaux régimes de circulation ne sont pas assimilables à une situation de congestion et la part de la circulation réellement encombrée et discontinue est beaucoup plus faible que celle mentionnée dans les études mises en avant par l’industrie automobile.

3.4. Différenciation suivant les catégories de véhicules

Certaines différences entre les données moyennes concernant tous les véhicules confondus et les voitures particulières ont déjà été signalées plus haut. Les plus grands écarts de vitesse se produisent dans des régimes de circulation “fluide sur autoroute, sans limitation de vitesse” entre les poids lourds, autobus ou autocars, d’une part, dont les vitesses moyennes sont de 86 km/h, et les voitures particulières, de l’autre, qui roulent à 130 km/h. Les utilitaires légers atteignent une vitesse moyenne de 115 km/h. Dans les autres régimes de circulation, les différences sont d’autant plus réduites que la vitesse moyenne est moindre, en raison de la demande accrue. En agglomération, on observe naturellement un rapprochement des vitesses des différents types de véhicules. L’une des différences de vitesse que l’on remarque entre les autocars et les autres gros utilitaires dans la circulation hors agglomération est due aux arrêts. Ce cas excepté, la vitesse moyenne hors agglomération est de quelque 75 km/h, ce qui semble un niveau raisonnable.

Les coefficients d’émission indiqués dans les statistiques confirment, en les précisant, les conclusions très générales formulées à la section 4.2 : les émissions de NO_x augmentent généralement avec la vitesse et les émissions par kilomètre sont les plus faibles lorsque la circulation est discontinue. Ceci n’est pas valable pour les gros utilitaires, car la forte demande d’énergie pour

l'accélération d'un véhicule encombrant entraîne des émissions de NO_x très élevées dans la circulation discontinue, aussi bien sur autoroutes qu'en agglomération. Un bilan global des émissions de NO_x permet de constater que, sur un total de 1 million de tonnes, on ne peut imputer que 14 000 tonnes de NO_x à la circulation discontinue sur autoroutes et 7 000 tonnes à la circulation discontinue en agglomération. Les principaux régimes de circulation entraînant d'importantes émissions de NO_x sont les deux régimes de circulation fluide sur autoroutes et, ensuite, la circulation hors agglomération. Les encombrements n'ont donc pas d'influence sensible sur les émissions de NO_x imputables à la circulation routière.

S'agissant des émissions d'hydrocarbures, on observe que les conséquences des encombrements sont d'un ordre de grandeur à peu près aussi faible : la circulation discontinue sur autoroutes n'entraîne que quelques 6 000 tonnes d'émissions d'hydrocarbures, sur un total de 350 000 tonnes dans l'ensemble du trafic routier en Allemagne et, pour la circulation discontinue en agglomération, on les estime à environ 9 300 tonnes. Même s'il faut admettre que les coefficients spécifiques d'émissions sont relativement élevés dans des situations d'encombrement par rapport à la circulation fluide, on ne décèle pas de problème d'environnement généralisé qui soit imputable aux conditions de circulation dans l'ensemble en Allemagne.

Cette constatation s'applique également à la consommation d'énergie et aux émissions de CO_2 proportionnelles à cette consommation.

Le Tableau 6 présente, en pourcentages, des données sur les régimes de circulation, la consommation et les émissions, ainsi que sur les temps de trajet pour les différents régimes de circulation.

Tableau 6. Kilométrage, consommation, émissions et temps de trajet (en pourcentage)

Catégorie de Véhicule	Régime de circulation (3)	Km parcourus (a) %	Consommation		Em. NOx		Em. HC		Temps trajet		
			(b) %	(a) %	(b) %	(a) %	(b) %	(a) %	(b) %		
Motos, cycles	A fluide, SLV	9.1	0.2	13.0	0.1	23.8	0.1	6.8	0.6	3.7	0.1
	A fluide, ALV	4.4	0.1	5.6	0.0	8.3	0.0	4.0	0.4	2.1	0.0
	A dense	1.5	0.0	1.7	0.0	2.0	0.0	1.3	0.1	1.0	0.0
	A discontinue	0.2	0.0	0.5	0.0	0.1	0.0	0.4	0.0	0.6	0.0
	HA	60.1	1.1	58.0	0.5	57.0	0.1	56.8	5.4	49.5	0.9
	EA RP fluide	0.4	0.0	0.3	0.0	0.2	0.0	0.5	0.0	0.5	0.0
	EA RP perturbée	19.3	0.4	15.8	0.1	6.9	0.0	23.4	2.2	30.8	0.6
	EA RS	4.6	0.1	4.7	0.0	1.5	0.0	6.1	0.6	10.8	0.2
	EA discontinue	0.4	0.0	0.4	0.0	0.1	0.0	0.6	0.1	1.0	0.0
	Total	100.0	1.9	100.0	0.8	100.0	0.2	100.0	9.5	100.0	1.9
Voitures tourisme	A fluide, SLV	16.1	13.5	18.6	11.9	24.8	12.0	8.7	5.8	6.2	5.2
	A fluide, ALV	7.3	6.1	7.3	4.7	8.3	4.1	3.5	2.3	3.3	2.8
	A dense	2.7	2.3	2.2	1.4	1.9	0.9	1.1	0.7	1.6	1.4
	A discontinue	0.4	0.4	0.7	0.4	0.2	0.1	1.1	0.8	2.3	2.0
	HA	40.4	33.9	33.3	21.4	38.0	18.5	33.3	22.0	27.1	22.7
	EA RP fluide	0.5	0.5	0.4	0.3	0.4	0.2	0.5	0.4	0.5	0.4
	EA RP perturbée	25.8	21.6	26.5	17.0	20.6	10.0	35.0	23.1	37.1	31.0
	EA RS	6.2	5.2	9.5	6.1	5.4	2.6	13.7	9.0	17.0	14.2
	EA discontinue	0.5	0.4	1.4	0.9	0.4	0.2	2.9	1.9	4.9	4.1
	Total	100.0	83.8	100.0	64.1	100.0	48.6	100.0	66.1	100.0	83.7

Tableau 6 (suite)

UL (1)	A fluide, SLV	17.5	1.1	21.2	1.7	21.1	1.3	10.3	0.6	7.9	0.5
	A fluide, ALV	8.0	0.5	9.1	0.7	9.2	0.6	4.5	0.2	3.8	0.2
	A dense	3.0	0.2	2.4	0.2	2.7	0.2	1.5	0.1	1.8	0.1
	A discontinue	0.5	0.0	0.5	0.0	0.3	0.0	1.3	0.1	2.6	0.2
	HA	40.0	2.6	34.3	2.7	38.9	2.4	29.9	1.6	27.5	1.8
	EA RP fluide	0.5	0.0	0.4	0.0	0.4	0.0	0.5	0.0	0.5	0.0
	EA RP perturbée	25.0	1.6	23.8	1.9	21.5	1.3	36.4	2.0	36.8	2.4
	EA RS	5.1	0.3	7.2	0.6	5.3	0.3	13.0	0.7	14.3	0.9
	EA discontinue	0.5	0.0	0.9	0.1	0.5	0.0	2.7	0.1	4.8	0.3
	Total	100.0	6.6	100.0	8.0	100.0	6.1	100.0	5.5	100.0	6.4
Trucks (2)	A fluide, SLV	30.9	2.2	32.0	8.0	30.7	12.4	19.6	3.4	18.4	1.3
	A fluide, ALV	14.7	1.1	15.1	3.8	14.6	5.9	9.4	1.6	8.8	0.6
	A dense	1.4	0.1	1.5	0.4	1.4	0.6	1.0	0.2	1.0	0.1
	A discontinue	0.8	0.1	2.3	0.6	3.3	1.3	4.3	0.7	6.7	0.5
	HA	31.4	2.3	25.9	6.5	25.2	10.2	24.4	4.2	23.0	1.6
	EA RP fluide	0.4	0.0	0.3	0.1	0.3	0.1	0.4	0.1	0.4	0.0
	EA RP perturbée	18.2	1.3	19.4	4.8	20.7	8.4	31.8	5.4	32.1	2.3
	EA RS	2.0	0.1	2.7	0.7	2.9	1.2	6.4	1.1	6.6	0.5
	EA discontinue	0.3	0.0	0.9	0.2	1.0	0.4	2.6	0.4	2.9	0.2
	Total	100.0	7.2	100.0	24.9	100.0	40.5	100.0	17.1	100.0	7.1

Tableau 6 (suite)

AA (4)	A fluide, SLV	16.2	0.1	13.4	0.3	12.1	0.5	8.5	0.2	6.6	0.1
	A fluide, ALV	8.1	0.0	6.6	0.1	6.0	0.3	4.4	0.1	3.4	0.0
	A dense	0.8	0.0	0.6	0.0	0.5	0.0	0.5	0.0	0.4	0.0
	A discontinue	0.4	0.0	1.3	0.0	1.2	0.1	2.8	0.1	2.4	0.0
	HA	36.8	0.2	29.6	0.7	28.1	1.3	25.5	0.5	22.6	0.2
	EA RP fluide	0.7	0.0	0.6	0.0	0.6	0.0	0.5	0.0	0.6	0.0
	EA RP perturbée	32.9	0.2	40.1	0.9	43.1	1.9	45.7	0.8	50.7	0.4
	EA RS	3.5	0.0	5.9	0.1	6.3	0.3	8.4	0.2	9.4	0.1
	EA discontinue	0.6	0.0	1.9	0.0	1.9	0.1	3.7	0.1	3.9	0.0
	Total	100.0	0.6	100.0	2.2	100.0	4.5	100.0	1.8	100.0	0.9
Total	A fluide, SLV	17.1	17.1	22.0	22.0	26.4	26.4	10.5	10.5	7.2	7.2
	A fluide, ALV	7.8	7.8	9.3	9.3	10.8	10.8	4.7	4.7	3.7	3.7
	A dense	2.6	2.6	2.0	2.0	1.7	1.7	1.1	1.1	1.6	1.6
	A discontinue	0.5	0.5	1.1	1.1	1.5	1.5	1.7	1.7	2.6	2.6
	HA	40.1	40.1	31.7	31.7	32.4	32.4	33.7	33.7	27.2	27.2
	EA RP fluide	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5
	EA RP perturbée	25.1	25.1	24.8	24.8	21.7	21.7	33.6	33.6	36.7	36.7
	EA RS	5.8	5.8	7.5	7.5	4.4	4.4	11.6	11.6	15.9	15.9
	EA discontinue	0.5	0.5	1.2	1.2	0.7	0.7	2.7	2.7	4.6	4.6
	Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

(1) UL = Utilitaires légers ; (2) GU = Gros utilitaires ; (3) A = Autoroute ; (4) AA = Autocars et autobus ;
 HA = Hors agglomération ; EA = En agglomération ; SLV = Vitesse non limitée ; ALV = Vitesse limitée ;
 RP = Route principale ; RS = Route secondaire.

(a) Pourcentages pour la catégorie de véhicule concernée ; (b) Pourcentages pour tous les véhicules.

3.5. Conclusion

Les statistiques montrent que la congestion en Allemagne est faible par rapport à l'ensemble du réseau routier et au volume total du trafic. En revanche, les perturbations locales et régionales inévitables, notamment dans les agglomérations, peuvent sans conteste poser un problème grave à l'échelle régionale. Une première estimation des conséquences écologiques -- en termes d'émissions de substances nocives et de consommation d'énergie -- ainsi que des conséquences socio-économiques, estimées à partir du temps passé dans les embouteillages, donne à penser qu'il faut adopter une attitude relativement prudente à l'égard des affirmations selon lesquelles il serait urgent d'éliminer les encombrements afin de réduire de manière significative les coûts considérables qui en résulteraient pour l'ensemble de l'économie. Les analyses révèlent que les temps de trajet dans les encombrements sont en fait beaucoup plus faibles que les chiffres actuellement avancés dans le débat politique.

4. ÉVALUATION DES CONSÉQUENCES DE LA CONGESTION

4.1. Généralités

Les conséquences de la congestion peuvent être classées dans trois catégories :

- conséquences écologiques ;
- conséquences économiques ;
- conséquences sociales et autres.

Toutes ces conséquences sont relativement difficiles à chiffrer. Compte tenu des difficultés à définir la notion de congestion même, on ne peut pas calculer exactement l'étendue de la congestion dans le réseau routier. Il faudra le faire à l'avenir, sur la base de travaux reposant sur des données empiriques fondamentales.

4.2. Conséquences écologiques

Les conséquences écologiques des encombrements peuvent être différenciées selon qu'il s'agit des incidences sur le milieu naturel ou sur la santé humaine. L'impact des émissions d'échappement doit être examiné compte tenu des effets directs des polluants émis par les véhicules dans les encombrements, sur la santé des personnes et sur la végétation avoisinante, par exemple les effets toxiques directs du monoxyde de carbone sur la santé, ainsi que des effets néfastes des gaz à l'échelon régional ou international. Au niveau régional, la formation d'ozone à partir des oxydes d'azote et des hydrocarbures pose un problème grave qui risque d'empirer en raison de l'augmentation des émissions d'hydrocarbures. Les pluies acides peuvent aussi être une conséquence des encombrements et, enfin, à l'échelle mondiale, la congestion peut provoquer un accroissement de la concentration de gaz à effet de serre dans l'atmosphère.

Parmi les impacts sur l'environnement, on peut citer également le bruit de la circulation ainsi que la consommation de ressources non renouvelables. Certaines études excluent le bruit provoqué par la circulation de la catégorie des conséquences écologiques et le classent parmi les effets sociaux, mais cette question n'entre pas dans le cadre du présent rapport, où nous considérons que cet effet est néfaste pour l'environnement.

Dans une première analyse, si l'on compare aux effets d'une circulation normale les conséquences économiques de la réduction des vitesses et des régimes de circulation perturbée, on peut dégager les observations suivantes :

- La circulation perturbée entraîne une augmentation des émissions de monoxyde de carbone (CO) et d'hydrocarbures (HC) par kilomètre, tant pour les voitures particulières que pour les poids lourds. C'est la conséquence d'une proportion plus importante d'utilisation des moteurs à très bas régime, voire au ralenti (arrêt), régimes moteurs qui favorisent la formation de ces deux substances. Les émissions découlent d'une combustion incomplète, par rapport à des régimes moteurs plus élevés, c'est-à-dire des véhicules roulant à grande vitesse. Dans ce dernier cas, l'augmentation de température dans la chambre de combustion réduit les émissions de CO et d'hydrocarbures.
- Les émissions d'oxydes d'azote (NO_x) par kilomètre et par unité de temps diminuent lorsque la vitesse baisse. De même, la circulation discontinue entraîne moins d'émissions de NO_x qu'une vitesse de

référence plus élevée, car les sollicitations du moteur sont variables. Seule l'accélération des poids lourds au démarrage peut favoriser la formation d'émissions plus fortes de NO_x , mais les émissions spécifiques des voitures particulières dans les encombrements seraient inférieures à celles qui découleraient d'un régime de circulation fluide aux vitesses habituelles.

- La consommation d'énergie par kilomètre augmente en cas de circulation discontinue par rapport à d'autres vitesses, lorsque le moteur tourne au ralenti, ainsi qu'en deuxième ou en troisième. En effet, les régimes moteurs sont relativement faibles dans ces conditions de circulation et le rendement du moteur est très médiocre. Fondamentalement, plus la vitesse d'un véhicule est faible, moins il faut d'énergie pour le déplacer, mais le faible rendement du moteur à bas régime neutralise largement cette réduction de la consommation d'énergie à faible vitesse.
- Si l'on compare les moteurs à essence et les moteurs diesel, ces derniers sont plus avantageux dans les encombrements, car ils consomment moins au ralenti et leur rendement est supérieur à bas régime. Avec les moteurs à essence, on peut compenser partiellement cet inconvénient en coupant le contact à l'arrêt, mais ce n'est recommandé que pendant les arrêts de plus de 30 secondes ; pour les arrêts moins longs, le démarrage entraîne une consommation et des émissions de CO et d'hydrocarbures supérieures à celles que la coupure du moteur aurait permis d'éviter.
- Pour les riverains des voies encombrées, le niveau moyen de bruit sera inférieur à celui que produisent des véhicules roulant à plus de 50 km/h environ. Au-delà de cette vitesse, le bruit des pneus dépasse normalement celui du moteur. Dans certaines situations particulières, par exemple beaucoup de poids lourds roulant sur une pente, le bruit occasionné par la circulation discontinue peut être plus fort que celui de la circulation fluide.

Il n'est pas possible d'approfondir plus avant ces appréciations d'ordre général formulées dans la présente étude. Eu égard aux émissions de gaz d'échappement, il serait souhaitable d'établir une différenciation, non seulement entre les moteurs à essence et diesel, mais aussi en fonction de la technologie utilisée pour réduire les émissions. Si l'abaissement de la température des gaz d'échappement dans les encombrements réduit l'efficacité

des dispositifs catalytiques, le rendement des pots catalytiques en bon état reste satisfaisant lorsque le moteur est chaud, même s'il tourne au ralenti pendant un certain temps. Il en va différemment des pots catalytiques vieux ou endommagés.

Il importe de définir le scénario de référence pour examiner les émissions et la consommation d'énergie liées aux encombrements. Par kilomètre, dans un régime de circulation perturbée, celles-ci peuvent être plus élevées qu'en cas de vitesse constante ou presque, par exemple 100 km/h pour les voitures particulières ou 80 km/h pour les poids lourds, mais on peut voir la situation autrement si on compare ce régime de circulation avec une circulation fluide caractérisée par un trafic peu dense et des vitesses nettement supérieures. En Allemagne, sur les autoroutes sans limitation de vitesse, la circulation fluide peut entraîner des émissions et une consommation d'énergie par kilomètre plus importantes que les vitesses en situation pré-critique, voire critique. En général, on peut supposer qu'un régime de circulation à des vitesses optimales pour maintenir le débit maximum (60 à 80 km/h, comme on l'a mentionné plus haut) garantit probablement aussi une consommation optimale de carburant par kilomètre. Si l'on met en regard les émissions et la consommation d'énergie avec les unités de temps, les faibles vitesses donnent toujours de meilleurs résultats.

Fondamentalement, on peut décrire la relation entre la vitesse et les émissions d'échappement comme suit : les émissions de CO et d'hydrocarbures sont plus élevées à basse vitesse, en raison du faible régime moteur, ainsi qu'à l'arrêt et dans la circulation discontinue. Avec l'augmentation de la vitesse, les émissions de CO et d'hydrocarbures atteignent ensuite un minimum, qui se situe entre 60 et 100 km/h. Au-delà de cette vitesse, les émissions de CO et d'hydrocarbures augmentent à nouveau. Pour les moteurs à essence, où le mélange est enrichi à plein régime, les émissions peuvent être excessivement élevées à grande vitesse. Il en va de même pour les voitures particulières équipées de pots catalytiques à trois voies et à injection électronique. Au bout d'un certain temps, lorsque les véhicules roulent très vite, le rendement du pot catalytique diminue, ce qui entraîne un volume très important d'émission de gaz d'échappement.

Les émissions de NO_x augmentent systématiquement avec la vitesse, le régime et la température du moteur s'élevant du fait de l'accroissement de la demande d'énergie cinétique. L'accélération peut faire augmenter les émissions de NO_x car la demande d'énergie cinétique s'accroît, tandis que dans certains types de moteurs l'enrichissement des mélanges peut atténuer les émissions de

NO_x mais provoquer plus d'émissions de CO et d'hydrocarbures. L'augmentation des émissions de NO_x avec la vitesse vaut aussi bien pour les moteurs à essence que pour les moteurs diesel de conceptions différentes (avec ou sans pot catalytique, moteurs diesel à injection directe ou indirecte, moteurs à turbocompresseur, etc.). On constate donc une augmentation généralisée des émissions de NO_x avec la vitesse, quoique dans des proportions très différentes.

Par unité de temps, un véhicule à l'arrêt produit moins d'émissions, de NO_x en particulier, et consomme moins d'énergie qu'un véhicule qui se déplace, quel que soit le régime de circulation. Le moteur d'une voiture particulière consomme environ 1 litre de carburant par heure, et les moteurs diesel un peu moins. Dans un régime de circulation normale, une voiture particulière consommerait 8 litres de carburant par heure (à 100 km/h, cela équivaut à 8 litres aux 100 kilomètres). Si l'on attribue à certaines activités un budget temps de trajet constant (voir section 4.4), il en découlerait des distances parcourues réduites ou une diminution du nombre de déplacements, qui pourraient même, en fin de compte, entraîner des émissions et une consommation d'énergie moindres dans les encombrements que dans un régime de circulation fluide.

4.3. Conséquences économiques

Les pertes de temps dues aux encombrements font subir des pertes économiques directes aux usagers de la route. Nous n'analyserons pas, dans le cadre du présent document, si ces pertes de temps doivent être considérées comme des coûts externes ou pas : dans la documentation dont on dispose, les positions adoptées à cet égard sont différentes. En tout état de cause, si l'on compare deux scénarios dans lesquels des personnes et des marchandises effectuent les mêmes trajets, dans l'un avec encombrements et dans l'autre sans, le temps de trajet est plus long dans le premier. En appliquant le schéma d'évaluation utilisé dans les analyses coûts-avantages pour les projets d'infrastructures de transport du Gouvernement fédéral allemand, on peut dégager les facteurs de coûts suivants :

- Les coûts liés à la durée d'utilisation du véhicule dans le transport de marchandises et pour les déplacements à usage professionnel en voiture particulière ;
- Les charges d'exploitation, composées des coûts d'exploitation proprement dits et des coûts salariaux ; le calcul de ces derniers est en rapport direct avec le temps perdu dans les encombrements ; pour

calculer les coûts d'exploitation proprement dits, il faut prendre en considération la consommation de carburant par kilomètre qui, dans les encombrements, est généralement supérieure à la consommation aux vitesses de référence.

Dans les analyses coûts-avantages de la construction ou de l'extension d'une route, on procède en outre à l'évaluation et à l'estimation financière des aspects liés à la sécurité routière, aux émissions et aux nuisances sonores.

L'évaluation économique des pertes de temps dues aux encombrements pour les déplacements non professionnels pose un problème. En principe, on peut évaluer en termes monétaires les pertes de temps pour les déplacements domicile-travail, les achats, et même pour les voyages d'agrément. Cependant, la fiabilité de la méthode d'évaluation de ces pertes de temps est sujette à caution. On ne saurait mettre sur le même plan le temps de trajet et le temps de travail des migrants alternants parce que, d'une part, l'employé appréciera ce temps différemment et que, d'autre part, de nombreux migrants alternants choisissent leurs lieux de résidence et de travail en dépit des encombrements, c'est-à-dire des pertes de temps. Cela sous-entend qu'ils acceptent de se déplacer à une vitesse moyenne faible. Il serait très difficile de différencier les pertes liées à un surcroît de congestion. Quant aux déplacements pour les loisirs, les recherches sur la mobilité ont permis d'observer une régularité des temps de trajet journaliers moyens laissant supposer que les distances parcourues, à long terme, seraient plus longues sans encombrements que dans le cas contraire. Dès lors, évaluer les pertes ou les gains de temps n'a plus de sens.

La majoration des coûts liée aux encombrements par suite d'une consommation accrue de carburant, du coût plus élevé associé à une durée d'utilisation plus longue des véhicules et des coûts salariaux accrus, doit être imputée aux entreprises. En cas d'encombrements, pour une même activité de transport, il faut mettre à disposition plus de véhicules et plus de conducteurs. En envisageant la situation sous un angle opposé, on peut dire que s'il n'y avait pas d'encombrements, une partie des véhicules et des chauffeurs ne seraient pas utilisés, d'où des économies pour les entreprises. L'évaluation en termes monétaires pour l'économie nationale se justifierait si, pour l'ensemble de l'économie, il se produisait des pertes de productivité parce que des véhicules et des conducteurs ne seraient pas disponibles pour des activités productives. Cet argument ne serait valable que si l'on manquait de main-d'oeuvre, c'est-à-dire si la création de richesses diminuait proportionnellement.

On peut réellement se demander si toutes les régions européennes connaissent cet état de fait.

Les encombrements augmentent le prix des produits pour les clients en raison du surcoût que doivent supporter les entreprises. Cependant, la majoration du prix à la consommation est extrêmement faible. En supposant que le transport entre, en moyenne, pour 3 à 5 pour cent dans le prix de vente d'un produit et que la congestion n'entraînerait qu'une hausse de 1 pour cent environ des coûts de transport, la majoration liée aux encombrements correspondrait donc à 1 pour cent de ces 3 à 5 pour cent. On ne peut pas considérer que ce soit une perte économique pour l'économie nationale, dès lors que l'on table sur un volume constant de dépenses des consommateurs, avec ou sans encombrements. Ce n'est pas une différence décelable. Il se pose toutefois un problème réel de compétitivité pour les entreprises régionales, lorsqu'elles doivent supporter des augmentations de coûts dues aux encombrements dans leurs régions respectives. Nous ne pensons pas que cette influence soit sensible, mais seules des analyses *input-output* détaillées permettraient d'en estimer sérieusement l'étendue.

4.4. Conséquences sociales et autres

Indépendamment des conséquences écologiques et économiques, on peut citer toute une série d'autres effets de la réduction des vitesses de transport due aux encombrements, qui se traduit par une moindre accessibilité (mesurée en nombre de personnes que l'on peut arriver à rencontrer au bout d'un temps de trajet déterminé). Une réduction de la vitesse de déplacement peut conduire à diminuer les contacts sociaux au-delà de certaines distances, par exemple avec des parents ou des amis éloignés, si les temps de trajet que les personnes toléreraient étaient régulièrement dépassés à cause des encombrements. De même, dans le secteur du tourisme, on peut penser que la congestion aurait une influence, dès lors que certaines destinations situées à de plus grandes distances seraient moins fréquemment visitées. Les pertes de temps dues aux encombrements peuvent fondamentalement modifier l'implantation géographique de toutes les activités humaines. Les constructions d'habitations dans les zones rurales autour des grandes villes et agglomérations se sont multipliées au cours de ces dernières décennies, parce que l'automobile a rendu possibles des liaisons rapides entre ces zones et les lieux de travail, les centres commerciaux et les manifestations culturelles. L'accès des masses à l'automobile a permis l'extension des banlieues. Dans le même temps, l'augmentation du trafic motorisé a entraîné une surcharge des infrastructures

et la congestion, ce qui a détérioré les conditions d'accès aux divers centres d'activité. D'autres modes de transport, par exemple le rail, souvent ne peuvent pas offrir le même niveau de service de transport. On ne saurait s'attendre à une expansion future de la capacité des infrastructures routières dans les mêmes proportions que dans les décennies écoulées, en raison de contraintes financières et écologiques. En cas de détérioration de l'accessibilité due à l'augmentation permanente de la demande de transport dans les prochaines décennies, il se pourrait que le phénomène de suburbanisation s'atténue, ou que l'on assiste même à un renversement de la tendance. Une pareille évolution aurait des incidences notables sur la collectivité, elle frapperait plus rudement la population défavorisée que les plus riches -- ceux-ci pouvant probablement s'offrir des maisons en des endroits agréables à proximité des centres-villes.

Ces considérations théoriques sur les conséquences sociales partent de l'hypothèse selon laquelle l'augmentation des encombrements, qui ralentissent la vitesse, serait contrebalancée à long terme par une diminution des distances parcourues. Cette évolution peu paraître logique et, en fait, on a constaté que le temps de trajet est demeuré constant pendant des décennies, phénomène également observé dans des comparaisons internationales ; néanmoins, les changements d'implantation géographique envisagés plus haut ne se sont pas réellement produits. En outre, les vitesses moyennes sur autoroutes en Allemagne ont augmenté au fil des ans. A l'évidence, l'augmentation du nombre d'automobiles et de l'activité de transport en général *n'a pas* provoqué une réduction des vitesses sur le réseau autoroutier. Cette constatation quelque peu surprenante s'explique en partie, bien entendu, par l'accroissement important de la capacité du réseau autoroutier au cours de la décennie écoulée : il faut non seulement tenir compte de la longueur des routes, mais aussi du nombre de voies. Cette tendance à l'augmentation des vitesses malgré le nombre accru de véhicules tient peut-être aussi à la modification de la répartition des horaires de travail et d'achats. Une partie de la demande de transport s'est décalée vers des horaires dans lesquels elle était moins forte auparavant. A l'inverse des diagrammes journaliers de distribution du trafic marqués par un pic le matin et le soir il y a plusieurs décennies, on observe aujourd'hui une courbe plus lisse avec un volume de trafic important toute la journée.

4.5. Conclusion

Il est difficile de récapituler les conséquences des encombrements. D'une part, les augmentations des émissions et des coûts ont des effets néfastes sur l'environnement ainsi que sur l'économie. D'autre part, il faut admettre que les encombrements révèlent une structure de coûts très problématiques dans l'ensemble du transport routier. Étant donné que le prix du transport n'est pas réel puisqu'il ne tient pas compte des coûts externes, la demande de transport s'accroît alors qu'il faudrait que les entreprises et les ménages organisent leurs activités de manière à la réduire. Si les coûts de transport étaient plus élevés, les entreprises s'efforceraient, dans un souci d'économie, de le remplacer par d'autres facteurs de production : par exemple, elles pourraient recourir à d'autres modes de transport ou réorganiser l'implantation géographique des filières de production et de distribution. De même, les ménages choisiraient autrement leurs lieux d'habitation et d'implantation de leurs activités. Les encombrements, qui font augmenter les coûts pour les usagers des transports, les poussent à chercher des solutions de rechange.

Enfin, ces conséquences pourraient contribuer à revitaliser des lieux de travail aux niveaux local et régional, exemple souvent évoqué comme étant très bénéfique pour un développement durable en général. Les effets néfastes directs de la congestion sur l'environnement, imputables aux émissions et à la consommation de carburant, ne sont pas dramatiques. Si la société se prononce en faveur de mesures visant à accroître la capacité des infrastructures par des constructions très onéreuses -- sans tirer les conséquences des échecs de cette stratégie pendant les dernières décennies --, il pourrait en découler une demande de transport encore plus grande, induite par l'amélioration des conditions de circulation. En fin de compte, cela pourrait avoir des conséquences bien plus graves pour l'environnement et aussi faire peser, sur les budgets publics, un fardeau économique plus lourd que celui de l'impact des encombrements.

Les bases de données actuelles ne permettent pas d'apporter plus de précisions à ce débat en termes de calculs et de prévisions ; il faut reconnaître que l'interaction du secteur des transports avec l'aménagement de l'espace et le comportement social ne peut pas faire l'objet de calculs. Par ailleurs, la question du trafic induit par la suppression des encombrements ne peut pas être étudiée en faisant abstraction des coûts futurs des produits pétroliers et de l'utilisation des infrastructures routières.

5. STRATÉGIES EN VUE D'UNE RÉDUCTION DE LA CONGESTION ET DE SES CONSÉQUENCES NÉFASTES

La diversité des mesures possibles pour réduire la congestion fait écho à la variété de ses causes. Nous nous concentrerons dans cette section sur les encombrements résultant d'une demande de transport trop forte sur des tronçons dont la capacité n'est pas en rapport avec cette demande. Par ailleurs, certaines des mesures peuvent s'appliquer aux encombrements provoqués par des accidents et les travaux de voirie.

Pour commencer, après plusieurs décennies de planification de la politique des transports et du financement de l'extension des réseaux routiers, on n'a pas réussi à résoudre le problème de la congestion. Éviter que des véhicules ne se massent en certains points du réseau routier semble tout aussi impossible que d'empêcher la ruée des clients sur un produit attractif et économique. Quand les clients veulent acheter un produit, ils acceptent de faire la queue dans le magasin. Dans une économie de marché, un concurrent peut servir les clients plus rapidement ou le magasin employer plus de personnel pour améliorer le niveau du service. Il peut aussi augmenter le prix du produit de manière à réaliser un bénéfice optimal, en jouant sur la demande et sur la marge par unité vendue.

Le marché des transports n'est pas régi par des règles aussi simples. Si les encombrements sont le signe de conditions très attrayantes pour les usagers, c'est-à-dire qu'un grand nombre de voitures particulières et de poids lourds empruntent certains tronçons du réseau routier, on ne constate guère de réactions de la part de l'entreprise qui met à disposition l'infrastructure (l'État), ni de la part des entreprises concurrentes (éventuellement, le rail). Un automobiliste ou un chauffeur de poids lourds ne dispose guère d'alternative efficace, du moins à court terme. Il faut reconnaître que les voitures particulières et les poids lourds présentent des avantages en regard des solutions de rechange, même en cas d'encombrements, malgré la baisse de la vitesse moyenne. Le transport de marchandises par rail et celui des voyageurs par les transports publics ne constituent pas une solution attrayante pour remplacer les véhicules à moteur, sauf au centre des villes où les espaces de stationnement sont rares et très coûteux. Il faudrait admettre que le recours à ces moyens de transport n'a lieu que si les restrictions imposées au trafic routier pénalisent réellement les usagers. A défaut de prendre de nouvelles mesures de cette nature, on ne saurait s'attendre à une réduction des

encombres par un transfert massif vers les autres modes de transport. On peut en conclure qu'on ne réduira pas la congestion en se limitant à investir dans les autres modes.

Ainsi que le montrent bien des expériences dans nombre de villes européennes, il apparaît toutefois indispensable de développer les autres modes de transport. Un tel développement en effet freinerait pour le moins, la progression de la demande de transport en voiture particulière ou poids lourd. En outre, les améliorations de la qualité du service dans les autres modes instaurent un climat politique favorable à la prise de mesures restrictives à l'encontre de la circulation de voitures particulières et de poids lourds. C'est par rapport aux avantages de ces derniers qu'il faut évaluer la compétitivité des solutions de rechange ; une stratégie efficace serait donc d'associer des améliorations concernant un mode et des restrictions applicables aux autres. Dans la politique des transports urbains, on appelle cette stratégie "incitation-dissuasion".

D'une manière générale, on peut différencier toutes les mesures visant à atténuer la congestion selon qu'elles agissent sur l'offre ou sur la demande. En termes abstraits, la demande serait réduite si les résistances spatiales augmentaient sous l'effet soit d'une hausse des coûts -- en relevant les taxes sur les produits pétroliers ou la tarification routière --, soit d'un rallongement des temps de trajet. Comme nous l'avons vu plus haut, pour une partie des déplacements, on peut convertir directement les pertes de temps en surcoût ; dans d'autres secteurs du marché des transports, une telle conversion n'est pas possible. L'augmentation des coûts ou les pertes de temps contraindraient les usagers de la route à envisager des stratégies pour atteindre leurs objectifs, autrement qu'en se déplaçant, ce qui mettrait un frein à la demande de transport en véhicules motorisés. On a déjà évoqué certaines des stratégies que peuvent adopter les acteurs du marché. Si l'on admet que le transport est une demande dérivée, il faut alors centrer l'attention sur la demande socio-économique réelle qui la sous-tend. Une hausse des coûts de transport, un allongement des temps de trajet et d'autres mesures analogues rendraient très intéressant tout un éventail d'autres options. On peut supposer qu'une réduction de l'activité de transport ferait diminuer le nombre de véhicules à moteur empruntant des tronçons encombrés du réseau routier.

Parmi les instruments liés aux coûts, la tarification routière peut très précisément s'appliquer pour éviter les encombrements sur des tronçons routiers à très forte densité de circulation. Le péage de régulation peut varier en

fonction des plages horaires, voire commencer à augmenter parallèlement à l'accroissement de la densité du trafic. S'il était modulé en permanence pour éviter les surcharges et les situations critiques, ce serait un moyen très judicieux de permettre l'écoulement de la circulation sans aucun encombrement lié à la demande. Les usagers de la route s'efforceraient alors d'éviter les heures de pointe durant lesquelles le prix du péage serait très élevé -- ou même dissuasif en cas de risque imminent d'embouteillage.

Grâce à la télématique moderne appliquée aux transports, ce type d'instrument peut être utilisé sans engendrer de perturbations supplémentaires pour l'écoulement du trafic, contrairement à celles que peuvent provoquer les barrières de péage actuelles.

Le péage de maîtrise des encombrements semble la seule stratégie réaliste permettant de réduire les niveaux de congestion. Cet instrument est préconisé par les économistes depuis nombre d'années, mais il n'a jamais été mis en oeuvre. Il subsiste quelques incertitudes sur des effets secondaires peu souhaitables. A la longue, les conducteurs emprunteraient d'autres itinéraires pour éviter d'avoir à payer, ce qui ferait augmenter globalement la consommation de carburant et les émissions. Par ailleurs, si l'on appliquait des droits de péage seulement aux heures de pointe, la circulation se décalerait encore plus vers des horaires où la demande est moindre, d'où un risque d'aggravation du bruit de la circulation dans la soirée et dans la nuit, avec à la clé des nuisances sonores pour les riverains.

Pour ce qui est des effets sur la répartition des revenus, l'application d'un système de péage occasionnerait des inconvénients pour les ménages les plus défavorisés, comme il a été dit plus haut. En tout état de cause, tout dépend de l'usage qui est fait des fonds collectés. A l'évidence, vu que les sommes consacrées aux services de transport par les ménages les plus aisés sont plus élevées en termes absolus, ces ménages devraient supporter des coûts plus importants, en termes absolus également. Les groupes à faible revenu utilisent plus fréquemment les transports en commun et dépensent moins pour l'automobile : en conséquence, pour ces ménages, le surcoût moyen de la tarification routière en général, et des péages de maîtrise des encombrements en particulier, serait comparativement faible. Pour les personnes tributaires de l'automobile, l'importance relative de la charge supplémentaire serait plus grande que pour les autres groupes de la population. On pourrait modifier cette situation si une partie des montants perçus était directement affectée aux

groupes à faible revenu. Il n'est pas possible, dans le présent document, d'étudier plus avant les possibilités qu'offrent de telles stratégies de compensation. Quoi qu'il en soit, nous déconseillerions de consacrer les fonds perçus à la construction de nouvelles routes car, comme nous l'avons vu précédemment, cette stratégie du côté de l'offre s'est soldée par un échec.

BIBLIOGRAPHIE

Acutt, M. Z., Dodgson, J. S.(1997) : “*Controlling The Environmental Impacts Of Transport: Matching Instruments To Objectives*”, Transportation Research-D, Vol 2, No. 1, pp. 17-33.

Baum, H., Maßmann, C., Schulz, W.H. *et al.* (1992) : “*Rationalisierungspotentiale im Straßenverkehr I*”, Forschungsvereinigung Automobiltechnik e. V. (FAT), Dir. de publ., FAT Schiftenreihe Nr. 94, Francfort-sur-le-Main.

Bayerische Motorenwerke AG (BMW) (1998) : “*Umwelt und Verkehr: Abschätzung der volkswirtschaftlichen Verluste durch Stau im Strassenverkehr*”, non daté (communication personnelle WI et D. Frank et J. Sumpf 1998).

Bundesverband Güterkraftverkehr und Logistik (BGL) e. V. (1997) : “*Rapport annuel 1996/1997*”, Francfort-sur-le-Main, 1997.

Bundesverkehrsministerium (Bonn), Dir. de publ. (1997) : “*Verkehr in Zahlen 1997*”, Cologne. Adaptation par le Deutschen Institut für Wirtschaftsforschung, Berlin.

Dreborg Karl *et al.* (1997) : “*Images of Future Transport in Europe*”, Projet final, septembre, p.15.

Figé GmbH (1994) : “*Emissionsfaktoren für verschiedene Fahrzeugschichten, Straßenkategorien und Verkehrszustände (1)*”, Deuxième rapport provisoire, projet de recherche 105 06 044 pour l’Office fédéral de protection de l’environnement (Umweltbundesamt), Herzogenrath.

Figge GmbH (1997) : “*Maßnahmen orientiertes Berechnungsinstrumentarium für die lokalen Schadstoffemissionen des Kraftfahrzeugsverkehrs (Mobilev)*”, Documentation et manuel d’utilisation élaborés dans le cadre du projet de recherche 105 06 044, pour l’Office fédéral de protection de l’environnement, Herzogenrath, Berlin.

Haag, M., Hupfer, C (1995) : “*Wirkungen von Verkehrsmanagement – systematisch untersucht*”, Fachgebiet Verkehrswesen, Universität Kaiserslautern.

Hassel, D., Jost, P., Weber, F.-J., Dursbeck, F. *et al.* (1993) : “*Abgas-Emissionsfaktoren von PKW in der Bundesrepublik Deutschland*”, Abgasemissionen von Fahrzeugen der Baujahre 1986 bis 1990, Technischer Überwachungs-Verein Rheinland Sicherheit und Umweltschutz GmbH, Dir. de publ., pour l’Office fédéral de protection de l’environnement (Umweltbundesamtes), Cologne.

Heusch-Boesefeldt, Dir. de publ. (1995) : “*Entwicklung von Strategien zur Vermeidung von Verkehrsstaus auf BAB infolge des stark zunehmenden Lkw-Verkehrs*”, Rapport succinct, Aix-la-Chapelle, Berlin, Hambourg, Munich.

Hautzinger, H., Heidemann D. : “*Fahrleistungen und Unfallrisiko in der Bundesrepublik Deutschland*”, Internationales Verkehrswesen, n° 12/97, pp. 634-641.

Kellermann G. : “*Geschwindigkeitsverhalten im Autobahnnetz 1992*”, Strasse und Autobahn, n°5/95, pp. 283-287.

Knörr, W., Höpfner, U., Lambrecht, U., Nagel, H-J *et al.* (1998) : “*Daten- und Rechenmodell: Energieverbrauch und Schadstoffemissionen aus dem motorisierten Verkehr in Deutschland 1980 bis 2020*”, Institut für Energie- und Umweltforschung (IFEU), Heidelberg.

Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Dir. de publ. (1996) : “*Emissionsmindernde Maßnahmen im Straßenverkehr*”, Handbuch zur Beurteilung der Wirksamkeit, Karlsruhe.

Lensing, N. (1997) : “*Straßenverkehrszählung 1995*”, Jahresfahrleistungen und mittlere DTV-Werte, Bergisch Gladbach, Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Verkehrstechnik Heft V. 41.

MacKenzie, J.J., Dower, R.C., Chen, D.D.T. (1992) : “*The Going Rate: What it Really Costs to Drive*”, World Resources Institute, Dir. de publ., Washington.

Maennig, W., Sames, M., Tullius, K. : “*Verkehrsstaus im urbanen Raum -- Kosten und Lösungsmöglichkeiten am Beispiel Hamburgs*”, Internationales Verkehrswesen (49) 11/97, pp. 561-568.

Plowden, S., Hillman, M. (1996) : “*Speed Control and Transport Policy*”, Policy Studies Institute, Dir. de publ., Londres.

Teubel, U. : “*Verteilungswirkungen von Straßenbenutzungsgebühren in einem städtischen Ballungsraum*”, Internationales Verkehrswesen (49) 3/97, pp. 97-103.

Topp, H. H., Dir. de publ. (1995) : “*Leistungsfähigkeit innerörtlicher Hauptverkehrsstraßen im motorisierten Individualverkehr bei verschiedenen Geschwindigkeiten*”, Fachgebiet Verkehrswesen, Universität de Kaiserlautern.

U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration (1992) : “*Examining Congestion Pricing -- Implementation Issues. Searching for Solutions*”, A Policy Discussion Series, No. 6.

Umweltbundesamt, Dir. de publ. (1997) : “*Rapport annuel 1996*”, Berlin.

Umweltbundesamt, Dir. de publ. (1996) : “*Schadstoffemissionsberechnungen des Verkehrs mit dem Handbuch für Emissionsfaktoren*”, Möglichkeiten und Grenzen der Anwendung, speziell für Immissionsberechnungen nach § 40 Abs. 2 BImSchG, Block I, 438. FGU-Seminar, Berlin.

Umweltbundesamt, Dir. de publ. (1996) : “*Schadstoffemissionsberechnungen des Verkehrs mit dem Handbuch für Emissionsfaktoren*”, Möglichkeiten und Grenzen der Anwendung, speziell für Immissionsberechnungen nach § 40 Abs. 2 BImSchG, Block II, 438. FGU-Seminar, Berlin.

Umweltbundesamt, Dir. de publ. (1996) : “*Schadstoffemissionsberechnungen des Verkehrs mit dem Handbuch für Emissionsfaktoren*”, Möglichkeiten und Grenzen der Anwendung, speziell für Immissionsberechnungen nach § 40 Abs. 2 BImSchG, Block III(1), 438. FGU-Seminar, Berlin.

Umweltbundesamt, Dir. de publ. (1996) : “*Schadstoffemissionsberechnungen des Verkehrs mit dem Handbuch für Emissionsfaktoren*”, Möglichkeiten und Grenzen der Anwendung, speziell für Immissionsberechnungen nach § 40 Abs. 2 BImSchG, Block III(2), 438. FGU-Seminar, Berlin.

Verband der Deutschen Automobilindustrie e. V. (VDA), Dir. de publ. (1995) : “*Auto & Klima*”, Eine Präsentation des Verbandes der Deutschen Automobilindustrie zur UN-Klimakonferenz Berlin 1995, Francfort-sur-le-Main.

Verband der Deutschen Automobilindustrie e. V. (VDA), Dir. de publ. (1997) : “*CO₂: Automobilindustrie auf Reduktionskurs*”, Service de presse VDA, Francfort-sur-le-Main.

Verband der Deutschen Automobilindustrie e. V. (VDA), Dir. de publ. (1997) : “*Rapport annuel*”, Auto 1997, Francfort-sur-le-Main.

Verband der Deutschen Automobilindustrie e. V. (VDA), Dir. de publ. (1997) : “*VDA-Pressegespräch zu CO₂*”, le 1er décembre 1997, exposé par Dr. Bernd Gottschalk, Service de presse VDA, Francfort-sur-le-Main.

Verband der Deutschen Automobilindustrie e. V. (VDA), Dir. de publ. (1997) : “*VDA-Pressegespräch zu CO₂*”, le 1er décembre 1997, Exposé par Prof. Dr. Gunter Zimmermeyer, Service de presse VDA, Francfort-sur-le-Main.

Werkgroep ‘2duizend, Delft University, Free University Amsterdam (1996): “*Time to Tame our Speed?*”, A study of the socio-economic cost and benefits of speed reduction of passenger cars, Research Unit for Integrated Transport Studies, Dir. de publ., Amersfoort.

FRANCE

Christian GERONDEAU
Président
Union Routière de France
Paris
France

LA CONGESTION EN EUROPE DE L'OUEST

SOMMAIRE

INTRODUCTION.....	55
1. LES VOIES INTERURBAINES	58
1.1. Caractéristiques techniques : vitesses de parcours et capacité.....	58
1.2. Volumes de circulation constatés et perspectives	59
2. LES RÉSEAUX URBAINS.....	66
2.1. Caractéristiques techniques : vitesses de parcours et capacité.....	66
2.2. Volumes de circulation actuellement constatés et phénomènes de congestion	70
3. LE PÉAGE DE CONGESTION : UNE SOLUTION PEU RÉALISTE...	72
ANNEXE : CARTES DES PRINCIPALES AGGLOMÉRATIONS D'EUROPE.....	85

Paris, janvier 1998

INTRODUCTION

A l'exception de 3 pays méditerranéens (Espagne, Portugal, et Grèce) qui se sont engagés plus tardivement dans la généralisation de l'accès à l'automobile, les différents pays d'Europe de l'Ouest connaissent des volumes de trafic routier -- tous véhicules confondus -- très voisins, autour d'une moyenne de 7 500 à 8 000 kilomètres par an et par habitant [rapport du *Department of the Environment, Transport and the Regions (DETR), UK*, cf. Figure 1].

Il est particulièrement intéressant de noter que le volume de trafic par habitant varie très peu d'un pays à l'autre et paraît notamment indépendant des politiques suivies en matière d'infrastructure routière ou de taxation du transport routier [rapport DETR, Tableau 18, (Figure 2)].

Au total, l'OCDE estime le volume du trafic routier de l'Europe de l'Ouest en 1995 à 2 950 milliards de kilomètres dont 2 500 pour les automobiles, 295 pour les véhicules commerciaux légers et 155 pour les véhicules commerciaux lourds (réf. "Pollution des véhicules à moteur", OCDE, 1995) pour une population globale de 380 millions d'habitants.

Ce trafic correspond pour 30 pour cent environ à une circulation urbaine et pour 70 pour cent à des échanges interurbains, la frontière entre les deux étant toutefois imprécise et faisant l'objet de définitions variables d'un pays à l'autre, voire au sein d'un même pays.

Le trafic recensé ci-dessus s'écoule sur un réseau routier au sein duquel il est possible de distinguer pour l'essentiel cinq catégories de voies, dont deux en milieu interurbain, et trois en milieu urbain.

Il s'agit respectivement :

-- Pour le milieu interurbain :

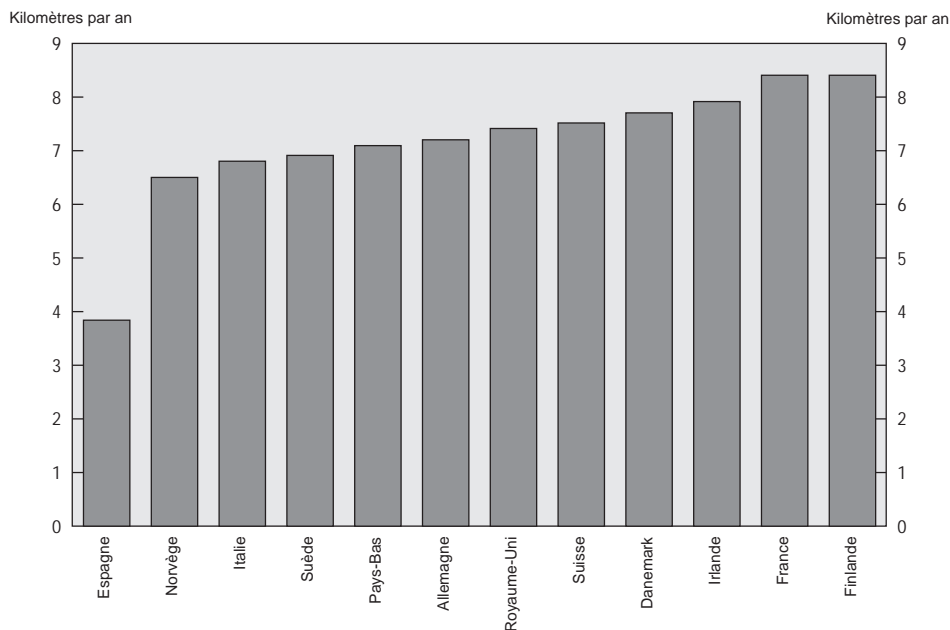
- des routes rurales classiques,
- des autoroutes et autres voies rapides interurbaines.

-- En milieu urbain :

- des rues traditionnelles,
- des avenues et des boulevards,
- des autoroutes et autres voies rapides urbaines.

Il est important d'en décrire tout d'abord les caractéristiques et les niveaux de fréquentation avant de cerner l'ampleur des phénomènes de congestion.

**Figure 1. Europe, kilométrage annuel par habitant en 1994
(tous véhicules confondus)**



Source : National Road Traffic Forecasts 1997 ; Department of the Environment, Transport and the Regions, London.

Tableau 1. Statistiques de base pour les prévisions nationales de trafic routier

	PNB par habitant: \$ 1994		Variation du PNB par habitant	Voitures par 1 000 habitants			Trafic voitures particulières			Trafic tous véhicules motorisés			Rapport des variations trafic/hab. et PNB/hab.	
	Aux prix du marché	En parité de pouvoir d'achat	1984- 1994*	1984	1994	Variations/h. 1984-94	Km/hab. (000s) 1984	Km/hab. (000s) 1994	Variations/h. 1984-94	Km/hab. (000s) 1984	Km/hab. (000s) 1994	Variations/h. 1984-94	Trafic voitures particul.	Tous trafics
RU	17 443	17 621	22%	297	372	25%	4.4	6.1	37%	5.5	7.4	35%	1.7	1.6
Belgique	22 687	20 314	19%	335	416	24%	4.2	5.4	27%	.	.	.	1.4	.
Danemark	28 043	20 438	18%	282	309	10%	4.5	6.2	38%	.	7.7	.	2.1	.
France	22 987	19 232	16%	378	430	14%	4.7	6.1	28%	6.3	8.4	33%	1.8	2.0
Allemagne	25 133	19 671	20%	365	488	34%	.	6.2	.	5.4	7.2	32%	.	1.6
Grèce	9 388	11 582	14%	116	188	61%
Rép.Irlande	15 099	15 794	53%	203	263	29%	.	6.4	.	.	7.9	.	.	.
Italie	17 768	18 648	21%	369	532	44%	3.6	5.6	54%	4.9	6.8	39%	2.6	1.9
Luxembourg	36 089	30 198	60%	399	567	42%	5.5	8.2	49%	.	.	.	0.8	.
Pays-Bas	21 896	18 723	22%	336	383	14%	4.9	5.8	19%	5.7	7.1	24%	0.9	1.1
Portugal	8 575	12 027	39%	127	263	108%	2.1	3.7	74%	.	.	.	1.9	.
Espagne	12 337	13 596	30%	232	343	48%	1.4	2.9	100%	2.0	3.8	91%	3.4	3.1
Finlande	19 186	16 274	8%	302	368	22%	5.1	7.0	36%	6.2	8.4	34%	4.4	4.1
Norvège	28 423	21 956	26%	345	381	10%	4.5	5.4	21%	5.2	6.5	24%	0.8	1.0
Suède	22 598	17 583	7%	370	409	11%	5.3	6.2	17%	.	6.9	.	2.6	.
Suisse	36 669	23 860	10%	392	450	15%	5.1	6.3	23%	6.7	7.5	12%	2.3	1.2
Australie	18 187	18 517	18%	439	460	5%	6.8	6.9	1%	.	.	.	0.1	.
Japon	37 509	21 171	33%	226	344	52%	2.2	3.3	50%	.	.	.	1.5	.
USA	25 512	25 512	18%	495	514	4%	8.3	9.8	18%	11.7	14.6	25%	1.0	1.4

* Établi à partir du PNB aux prix de 1990, source OCDE.

Notes: Royaume-Uni: Irlande du Nord, trafic non disponible en 1994; données de trafic basées sur les statistiques.

Allemagne: Les données de 1994 sont problématiques puisqu'elles ne comptent pas l'ex-Allemagne de l'Est. Les estimations de variation de PNB sont formulées pour l'ex-Allemagne de l'Ouest uniquement.

USA: La définition des voitures particulières a changé en 1991 et une série complète n'est pas disponible. Des ajustements ont été effectués pour permettre une estimation approchée des variations.

Source: *Department of Transport: International Comparison of Transport Statistics, 1970-1994* et information ultérieure publiée par le DETR.

1. LES VOIES INTERURBAINES

1.1. Caractéristiques techniques : vitesses de parcours et capacité

Les caractéristiques des deux différentes catégories de voies interurbaines sont les suivantes :

-- *Les routes rurales classiques*

Les routes rurales traditionnelles à 2 voies offrent des capacités limitées (en général moins de 10 000 véhicules/jour en condition normale de circulation). Par ailleurs, elles ne permettent le plus souvent que des vitesses moyennes relativement faibles, compte tenu à la fois des limitations de vitesse qui y sont imposées pour des raisons de sécurité, de leurs caractéristiques géométriques et de la fréquence des traversées de villages et d'agglomérations. Ces vitesses moyennes se situent en général dans une gamme de 40 à 70 km/h, voire moins dans certains cas.

Certaines routes interurbaines présentent des caractéristiques intermédiaires entre les routes rurales traditionnelles et les autoroutes. Elles doivent alors faire l'objet d'un traitement très attentif sur le plan de la sécurité.

-- *Les autoroutes et voies rapides interurbaines*

Les autoroutes et autres voies rapides interurbaines présentent une rupture complète avec les routes traditionnelles, tant dans le domaine de la capacité qu'elles offrent que dans celui des vitesses moyennes de circulation qu'elles permettent, ou de la sécurité.

La capacité journalière en moyenne annuelle des autoroutes interurbaines varie en fonction des caractéristiques techniques de ces dernières (pentes et rayons de courbure en plan), de la composition du trafic (proportion de poids lourds notamment), du caractère plus ou moins saisonnier du trafic, et du degré de gêne mutuelle des véhicules que l'on considère comme acceptable. Les valeurs suivantes moyennes peuvent néanmoins être retenues :

- 50 000 véhicules/jour pour deux fois 2 *voies* ;
- 80 000 véhicules/jour pour deux fois 3 *voies* ;
- 110 000 véhicules/jour pour deux fois 4 *voies*.

De tels niveaux correspondent à des circulations denses, et impliquent l'existence de phénomènes de gêne et de ralentissements épisodiques, en dehors même d'éventuels grands flux liés aux déplacements de loisirs (week-ends et vacances).

C'est pourquoi certains pays ont retenu des valeurs plus faibles pour leur politique de dimensionnement des infrastructures et élargissent leurs autoroutes interurbaines avant que de tels niveaux de trafic soient atteints (par exemple en passant à deux fois 3 voies dès 30 000 véhicules/jour), comme c'est le cas en France. Néanmoins, les ordres de grandeur cités ci-dessus, qui correspondent à environ 13 000 véhicules/jour par voie, sont généralement admis sur le plan international pour estimer la capacité des autoroutes interurbaines.

Pour leur part les vitesses de parcours sont fonction des réglementations en vigueur (en général de 100 à 130 km/h) pour les véhicules légers hors circonstances de congestion.

1.2. Volumes de circulation constatés et perspectives

-- Les routes interurbaines classiques

En ce qui concerne les routes classiques interurbaines à double sens existantes, certaines d'entre elles approchent ou excèdent dès à présent le niveau de circulation correspondant à leurs caractéristiques pour une exploitation satisfaisante (10 000 véhicules/jour environ). La solution réside alors, soit dans leur transformation en routes à deux fois 2 voies, soit dans la création de voies rapides ou d'autoroutes parallèles. Dans les deux cas, l'accroissement correspondant de capacité est considérable, et apte à faire face à une multiplication du volume de circulation par un facteur de l'ordre de 3 ou 4. Un kilométrage très important de routes interurbaines classiques est justiciable d'un tel traitement au niveau européen.

Il faut ajouter que de telles opérations, lorsqu'elles sont faites de manière appropriée, permettent une amélioration radicale du niveau de sécurité en divisant par un facteur de 3 à 4 les taux d'accidents corporels, et qu'il paraîtra choquant aux générations futures que l'on ait pu tolérer aussi longtemps la circulation de flux importants de véhicules sur des chaussées uniques à double sens.

-- *Les autoroutes interurbaines*

Les flux interurbains sont en règle générale beaucoup moins importants que les flux urbains. C'est ainsi que la circulation moyenne sur les autoroutes **interurbaines** d'Europe de l'Ouest peut être estimée à 30 000 véhicules/jour, niveau de trafic qui peut être aisément absorbé par une autoroute à deux fois 2 *voies*.

Sur les quelques 38 000 kilomètres d'autoroutes interurbaines d'Europe de l'Ouest, seuls environ 5 000 connaissent actuellement des trafics moyens supérieurs à 50 000 véhicules/jour, et environ 300 seulement (moins de 1 pour cent) connaissent des trafics moyens supérieurs à 80 000 véhicules/jour, dont une centaine en Allemagne, et un peu plus d'une centaine au Royaume-Uni. Aucune autoroute interurbaine n'a actuellement de trafic supérieur à 90 000 véhicules/jour en Europe.

Situation actuelle

Ainsi qu'on l'a vu précédemment, de tels trafics sont sensiblement inférieurs à la capacité d'une autoroute interurbaine à deux fois 4 *voies*. Il apparaît donc qu'il ne devrait se poser à l'heure actuelle aucun problème de congestion chronique sur les autoroutes interurbaines, à condition que leur dimensionnement soit adapté en cas de besoin au niveau du trafic à écouler. Il est en effet pratiquement toujours possible d'accroître la capacité des autoroutes interurbaines, soit en augmentant le nombre de leurs voies (par exemple en passant de deux fois 2 *voies* à deux fois 3 *voies*, ou de deux fois 3 *voies* (*lanes*) à deux fois 4 *voies*), soit en les "encadrant" exceptionnellement avec deux chaussées supplémentaires, ce qui peut se révéler plus économique et plus facile à mettre en oeuvre qu'un élargissement, du fait de l'absence de perturbations liées aux travaux sur l'ouvrage existant.

Il faut excepter bien entendu les phénomènes de pointe liés aux départs ou retours à l'occasion des week-ends de belle saison ou des vacances, en fonction desquels il ne serait pas justifié de dimensionner les réseaux, et qui sont d'autant plus acceptables qu'il s'agit de déplacements liés aux loisirs. Des politiques "d'étalement" des pointes peuvent d'ailleurs être mises en oeuvre avec succès pour en limiter l'ampleur, et la situation est ainsi actuellement en voie d'amélioration à cet égard dans plusieurs pays.

Si l'on excepte ces migrations de week-end ou de départs en vacances pour lesquelles il ne serait pas raisonnable de dimensionner les ouvrages, il existe (en dehors des périodes de travaux d'entretien ou d'élargissement) extrêmement peu d'autoroutes interurbaines qui soient victimes en Europe de l'Ouest de phénomènes chroniques d'encombrement. Ceux-ci ne concernent qu'un nombre très limité de pays, et que quelques centaines de kilomètres au plus.

Il serait possible d'y mettre fin à court terme par un dimensionnement approprié des ouvrages, qui apparaît d'autant plus justifié que l'existence d'une demande massive sur ces sections garantit une haute rentabilité économique et sociale aux travaux d'accroissement de capacité correspondant.

A ces quelques exceptions près, les phénomènes de congestion se produisent essentiellement pendant les migrations de week-end et de vacances. Il est intéressant de souligner qu'ils surviennent donc aux moments où la circulation des poids lourds est la plus réduite, voire inexistante. **Vouloir réduire les phénomènes de congestion survenant sur les autoroutes interurbaines en agissant sur la circulation des poids lourds est donc illusoire, puisque, sauf rares exceptions, la quasi-totalité des encombrements surviennent lorsque ces poids lourds sont partiellement ou totalement absents du réseau routier.** On verra plus loin que la situation se présente, de ce point de vue, d'une manière analogue pour les autoroutes urbaines.

Dans l'ensemble, la circulation est fluide sur les autoroutes interurbaines européennes, ce qui explique notamment le succès des procédures de "juste à temps" qui se sont développées de manière fulgurante dans l'industrie au cours de la décennie écoulée et ont transformé l'Europe en une seule et gigantesque usine.

Perspectives

La circulation sur les autoroutes interurbaines continue d'augmenter en général en Europe de l'Ouest. Toutefois, le taux moyen d'accroissement est désormais modéré, et se situe le plus souvent dans une gamme de 2 à 4 pour cent par an. Les estimations les plus récentes ont été formulées par le Ministère de l'Environnement, des Transports et des Régions du Royaume-Uni (*National Road Traffic Forecasts*, 1997). Elles font état de prévisions d'accroissement de 50 pour cent du volume **global** de la circulation sur l'ensemble des autoroutes interurbaines britanniques à échéance de 15 ans et de 100 pour cent à échéance

de 30 ans correspondant à un accroissement général du trafic, tous réseaux confondus, de 30 pour cent et 60 pour cent à ces échéances. Mais les hypothèses retenues sont mises en cause par d'autres sources britanniques, qui parlent d'accroissement global de 20 pour cent et 40 pour cent aux mêmes échéances (SMIT). Les estimations françaises aboutissent également à des chiffres plus faibles que ceux du Ministère britannique.

Il est évidemment impossible de savoir laquelle de ces hypothèses se réalisera, étant entendu qu'il est également possible de présenter les choses d'une autre manière, en faisant porter l'incertitude, non sur le niveau de trafic à une époque donnée, mais sur la date à laquelle un niveau donné de trafic sera atteint. Cette manière de voir relativise l'incertitude. Il n'est en effet pas essentiel de savoir aujourd'hui si, par exemple, un accroissement de trafic de 40 pour cent sera atteint en 2025 ou en 2030. Ceci ne change en effet rien aux décisions à prendre aujourd'hui.

Pour la suite de ce document, les hypothèses suivantes seront retenues pour la progression moyenne du trafic sur les autoroutes interurbaines européennes de l'Ouest par rapport à 1996 : 50 pour cent d'ici 15 ans (2011) et 100 pour cent d'ici 30 ans (2026).

Mais ceci ne signifie évidemment pas que le trafic doive suivre cette évolution sur **chacune** des autoroutes interurbaines considérées. Ceci est notamment le cas lorsqu'il est possible d'accroître le maillage du réseau autoroutier, ce qui amène l'accroissement du trafic à se répartir sur un kilométrage d'autoroutes plus important. Même s'il n'y a pas de modification de la composition du réseau, on peut prévoir que l'accroissement sera en général plus important sur les autoroutes les moins fréquentées.

Il faut donc s'attendre en général à ce que le rythme d'accroissement soit plus faible que la moyenne sur les autoroutes actuellement les plus fréquentées.

Même si l'on admettait que l'accroissement du trafic se fasse d'une manière homothétique sur le réseau autoroutier existant, ce qui est une hypothèse très haute, la situation serait la suivante dans 15 et 30 ans sur les autoroutes interurbaines d'Europe de l'Ouest existant actuellement, compte tenu des hypothèses précédemment retenues.

Tableau 2. Prévisions de trafic sur les différentes catégories d'autoroutes interurbaines

	Situation actuelle (1996)	Année 2011	Année 2026
Catégorie 1 (3 300 km)	moins de 50 000 véh/jour	moins de 75 000 véh/jour	moins de 100 000 véh/jour
Catégorie 2 (5 000 km)	De 50 000 à 80 000 véh/jour	de 75 000 à 120 000 véh/jour	de 100 000 à 160 000 véh/jour
Catégorie 3 (300 km)	Plus de 80 000 véh/jour	plus de 120 000 véh/jour	plus de 160 000 véh/jour

Il ressort de ce tableau que d'ici 15 ans, seuls quelques centaines de kilomètres pourraient éventuellement connaître un trafic supérieur à la capacité d'une autoroute théorique à deux fois 4 *voies*. A échéance de 30 ans, le kilométrage correspondant pourrait passer à 2 500 kilomètres environ, soit 6 pour cent de la longueur d'un réseau autoroutier interurbain européen de l'Ouest qui atteindra sans doute à cette époque environ 50 000 kilomètres de longueur.

A cette échéance, toute prévision précise est toutefois, comme on l'a vu, très difficile et revêt une large marge d'incertitude.

En fait, seules des études ponctuelles par itinéraires permettraient d'affiner ces ordres de grandeur, qui constituent sans doute un maximum, compte tenu des considérations qui ont été rappelées plus haut, et notamment du fait que le trafic a naturellement tendance à se répartir entre les itinéraires éventuellement concurrents, et donc à s'accroître moins rapidement sur les voies les plus fréquentées.

En tout état de cause, les travaux nécessaires pour élargir les autoroutes existantes à deux fois 3 *voies* ou deux fois 4 *voies*, ou pour éventuellement et exceptionnellement les doubler sur certaines sections très limitées sont d'un coût très faible en regard de l'enjeu économique et social que représente le bon fonctionnement du réseau qui assure l'essentiel des transports européens et joue un rôle capital dans la bonne marche de l'économie du continent.

Il est intéressant en effet d'indiquer que les sommes consacrées au transport par route par la collectivité (pouvoirs publics, entreprises, individus) s'élèvent à l'heure actuelle chaque année en Europe de l'Ouest à environ

900 milliards d'ECU. Or, les travaux d'accroissement de capacité des autoroutes interurbaines mentionnés ci-dessus représenteraient, sur une période de 30 ans, une dépense d'environ 150 milliards d'ECU, soit 5 milliards par an, c'est à dire **moins de 1 pour cent** du niveau actuel des dépenses de la collectivité pour le transport par route.

Il faut ajouter que, même si certaines sections limitées du réseau ne pouvaient faire l'objet des travaux souhaitables -- ce qui n'est nullement inéluctable -- ceci ne suffirait en rien à condamner le fonctionnement du système autoroutier interurbain. L'existence d'encombres chroniques sur une très faible fraction de sa longueur se traduirait par des pertes de temps regrettables, mais n'empêcherait nullement la très grande majorité de celui-ci de continuer à fonctionner correctement.

En effet, comme le montrera la partie de ce document consacrée aux autoroutes urbaines et suburbaines, les flux susceptibles d'emprunter une autoroute peuvent excéder de beaucoup les capacités théoriques indiquées ci-dessus, qui correspondent à des conditions relativement fluides de circulation.

En définitive, il n'existe aucune raison valable pour qu'à échéance de 30 ans, le réseau autoroutier interurbain européen de l'Ouest ne puisse, dans sa totalité ou dans sa quasi-totalité, fonctionner dans des conditions pleinement satisfaisantes, sous réserve que celui-ci fasse, là où c'est nécessaire, l'objet des travaux d'accroissement de capacité appropriés et justifiés sur le plan économique et social.

Ce n'est que dans l'hypothèse où le réseau autoroutier ne ferait, à tort, l'objet d'aucune amélioration ou seulement d'améliorations très insuffisantes que pourraient se développer des phénomènes injustifiés de pertes de temps et de congestion [rapport DETR, Tableau 3 (Figure 3)].

Tableau 3. Prévisions nationales de trafic par types de routes (estimations centrales)

	ROUTES INTERURBAINES				ROUTES URBAINES			
	Autoroutes	Routes principales (1)	Autres (2)	Total	Autoroutes	Routes principales (3)	Autres (4)	Total
1996 traffic (bn veh kms)	57.5	49.3	149.1	255.9	15.9	74.3	92.1	182.3
1996=100	100	100	100	100	100	100	100	100
2001	116	110	107	110	110	106	110	108
2011	152	129	122	130	129	116	132	125
2021	188	146	136	150	142	125	153	141
2031	217	159	146	165	150	131	170	152

Note : Les zones urbaines sont celles où le bâti continu domine tandis que les autres sont rurales. Les données de trafic qui en résultent diffèrent des statistiques de trafic publiées sur les zones construites et non construites, qui sont seulement déterminées par les limites de vitesse. Ainsi, les routes dans les zones urbaines qui ont une vitesse limite de 50 miles ou supérieure sont urbaines pour ces prévisions, mais non bâties pour les statistiques de trafic.

- (1) Routes à deux voies de classe A.
- (2) Routes à voie unique de classe A, routes de classes B et C, routes non classifiées.
- (3) Routes à une ou deux voies de classe A.
- (4) Routes de classes B et C ainsi que routes non classifiées.

Source : Report of the Department of the Environment, Transport and the Regions, Londres.

2. LES RÉSEAUX URBAINS

2.1. Caractéristiques techniques : vitesses de parcours et capacité

-- *Les rues traditionnelles*

Les caractéristiques des voies urbaines sont très différentes selon qu'il s'agit de rues traditionnelles, d'avenues et de boulevards, ou d'autoroutes et de voies rapides.

Les villes anciennes n'ont pas été conçues pour les véhicules routiers actuels, mais essentiellement en fonction de la marche à pied. C'est pourquoi les rues traditionnelles sont étroites, et occupent souvent une très faible partie du sol des quartiers qu'elles desservent (10 pour cent à 15 pour cent). Si l'on ajoute que leur dessin est en général irrégulier, on comprend qu'elles ne puissent offrir que de très médiocres conditions de circulation aux véhicules routiers actuels, que l'on se place sur le plan de la capacité ou sur celui des vitesses moyennes possibles.

Les rues traditionnelles ont en effet une capacité en général inférieure à 10 000 véhicules/jour, et la vitesse moyenne de circulation qu'elles permettent en dehors des heures nocturnes est souvent égale ou inférieure à 15 kilomètres/heure ; cet état de fait a parfois permis de dire, en passant à tort sous silence les autres catégories de voies, que la situation actuelle ne présentait pas dans le domaine des vitesses pratiquées de progrès réel par rapport à l'ère du cheval, ce qui est le plus souvent tout à fait erroné.

Il faut ajouter que l'existence des rues traditionnelles ne concerne pas seulement les villes anciennes, et que certaines banlieues sont uniquement desservies par des voies de cette nature, aux caractéristiques mal adaptées à la circulation automobile, et qui reprennent parfois le tracé irrégulier d'anciens chemins ruraux.

-- *Les avenues et boulevards*

Avant le 19^{ème} siècle, les voies urbaines qui dépassaient une largeur d'une dizaine de mètres étaient rares. C'est au 17^{ème} siècle, à Versailles, qu'apparurent pour la première fois des avenues rectilignes de très grande

largeur (près de 100 mètres de large), tracées dans le souci de créer des perspectives grandioses pour le château du "Roi-Soleil", et nullement pour répondre à une fonctionnalité sur le plan des transports.

Au cours du 18^{ème} siècle, un certain nombre de souverains européens s'inspirèrent de l'exemple versaillais et dotèrent leur capitale de larges avenues (Saint-Petersbourg par exemple). Mais de telles réalisations restèrent rares, et il fallut attendre le 19^{ème} siècle pour voir se multiplier dans de nombreuses villes d'Europe les avenues et boulevards rectilignes d'une largeur voisine ou supérieure à une trentaine de mètres entre façades.

Les premières réalisations prirent place à Londres au cours de la première moitié du siècle, mais ce fut à Paris que le réseau le plus complet et cohérent de boulevards et d'avenues fut créé à partir de 1850, par la volonté de l'empereur Napoléon III qui avait vécu auparavant pendant de nombreuses années dans la capitale britannique dont il s'inspira. A la suite de la capitale française, un nombre important de villes européennes se dotèrent de voies similaires, qui se révélèrent, au cours du 20^{ème} siècle, être remarquablement adaptées à la circulation automobile.

On peut considérer en effet que les avenues et boulevards permettent d'écouler des trafics souvent supérieurs à 30 000 véhicules/jour, et qui atteignent dans quelques cas des niveaux beaucoup plus élevés avec les techniques modernes d'exploitation.

Quant aux vitesses moyennes de circulation permises, elles peuvent atteindre ou excéder, sauf en périodes de congestion intense, une trentaine de kilomètres/heure.

La même chose peut être dite des voies suburbaines, lorsque celles-ci présentent des caractéristiques physiques voisines de celles des avenues et boulevards urbains.

-- *Les autoroutes et autres voies rapides urbaines et suburbaines*

L'apparition, d'abord aux États-Unis, puis en Europe de l'Ouest, des autoroutes et des autres voies rapides urbaines et périurbaines a marqué l'ouverture d'une ère entièrement nouvelle pour la circulation automobile, car ces voies sont les premières qui aient été expressément conçues pour celle-ci. Elles n'offrent presque plus rien de commun avec les rues traditionnelles, et

leurs potentialités sont très supérieures à celles des avenues et des boulevards, tant en ce qui concerne les capacités que les vitesses de parcours, sans même parler de la sécurité.

La capacité des autoroutes urbaines est de l'ordre du double de celle des autoroutes interurbaines, à la fois parce que les trafics sont plus régulièrement étalés tout au long de l'année et de la journée, et parce que, compte tenu des distances à parcourir, les vitesses de parcours peuvent y être plus faibles, ce qui permet des débits horaires plus élevés.

Plus précisément, dans les conditions qui prévalent en Europe de l'Ouest, les **capacités** par *voie* se situent dans la fourchette de 20 000 à 30 000 véhicules/jour en fonction de la répartition du trafic au cours de la journée. Le niveau de 30 000 véhicules/jour est toutefois très exceptionnel, et ne concernent pratiquement que l'agglomération de Paris et celle de Madrid.

De tels débits conduisent aux capacités suivantes :

Tableau 4. **Capacité quotidienne des autoroutes urbaines européennes**

<i>Capacité unitaire par voie de circulation</i>	<i>20 000 véh/jour</i>	<i>25 000 véh/jour</i>	<i>30 000 véh/jour</i>
2 fois 2 voies	80 000 véh/jour	100 000 véh/jour	120 000 véh/jour
2 fois 3 voies	120 000 véh/jour	150 000 véh/jour	180 000 véh/jour
2 fois 4 voies	160 000 véh/jour	200 000 véh/jour	240 000 véh/jour
2 fois 5 voies	200 000 véh/jour	250 000 véh/jour	
4 fois 3 voies	240 000 véh/jour	300 000 véh/jour	

Toutes les situations décrites dans le Tableau ci-dessus se rencontrent sur des sections plus ou moins longues des réseaux autoroutiers urbains et suburbains de différentes villes d'Europe de l'Ouest. Les ordres de grandeur

sont donc considérables, même si la capacité de la grande majorité des autoroutes urbaines européennes correspond aux cases entourées d'un trait renforcé dans le Tableau ci-dessus parce qu'elles comportent deux fois 2 *voies* ou deux fois 3 *voies*, et que les capacités quotidiennes par *voie* n'y excèdent pas 20 000 à 25 000 véhicules par jour. Il faut ajouter que les trafics effectivement constatés sont souvent inférieurs à ces capacités, faute de demande, car celle-ci est loin d'atteindre partout, en dehors de quelques brèves périodes, les niveaux correspondant à la saturation.

Quant aux vitesses moyennes pratiquées sur ces voies, elles n'ont rien de commun avec celles que permettent les rues traditionnelles, ou même les avenues et les boulevards.

De récentes études ont ainsi montré que la vitesse hebdomadaire moyenne s'élevait, en dehors même des périodes de vacances, à 53 km/h sur l'autoroute urbaine la plus chargée d'Europe où la densité moyenne de trafic est de 30 000 véhicules/jour par *voie*, soit 240 000 véhicules/jour pour deux fois 4 *voies* (il s'agit de la première rocade autoroutière de Paris - *inner ringroad* - qui porte improprement le nom de Boulevard Périphérique).

Les études conduites sur d'autres autoroutes de la Région Parisienne, qui ont pourtant des débits souvent de l'ordre de 25 000 véhicules/jour par *voie* (*lane*) ont conduit à y estimer les vitesses moyennes de parcours à un ordre de grandeur **de 70 km/h ou plus**. Il ne paraît pas y avoir de raison de penser que la situation soit sensiblement différente sur la plupart des autoroutes urbaines d'Europe de l'Ouest, d'autant plus que celles-ci supportent en général des trafics quotidiens sensiblement inférieurs à ceux qui sont constatés dans la partie centrale de la Région Parisienne.

Le fait qu'il y ait, aux heures de pointe des jours ouvrables, et en général dans un seul sens, une congestion évidente ne doit pas masquer que, pendant la plupart des heures de la journée, la circulation sur les autoroutes urbaines s'effectue sans difficulté majeure. Or, la circulation urbaine est presque étale sur un nombre d'heures quotidien qui peut atteindre 12 heures, voire plus. En d'autres termes, le trafic confronté aux encombrements sur les autoroutes et voies rapides urbaines et suburbaines n'est le plus souvent qu'une fraction très minoritaire de celui qui s'écoule normalement. Il faut aussi tenir compte du fait que les jours ouvrables représentent à peine plus de la moitié du nombre total de jours de l'année, ce qui explique que les vitesses moyennes de circulation sur l'ensemble de l'année excèdent le plus souvent 70 km/h sur les autoroutes urbaines et suburbaines d'Europe de l'Ouest.

2.2. Volumes de circulation actuellement constatés et phénomènes de congestion

C'est en milieu urbain et suburbain que se produisent la presque totalité des phénomènes de congestion survenant en Europe de l'Ouest.

Toutefois, le chiffrage de leur ampleur se heurte à un problème de définition. Le mot "congestion" est en effet un terme qui ne revêt pas le même sens pour tous (réf. : *Is our transport system sustainable?*, R. Prudh'omme *et al.*). Cinq définitions au moins peuvent être envisagées.

1. Pour certains auteurs le terme de congestion est associé à celui de gêne : il y a "congestion" dès que la circulation ne s'effectue pas de manière fluide, c'est-à-dire comme elle pourrait se produire, par exemple, à deux heures du matin.
2. Il est possible en deuxième lieu de définir arbitrairement une vitesse de circulation de référence, et de décréter qu'il y a "congestion" lorsque la vitesse tombe au-dessous de ce niveau.
3. Pour l'économiste, il y a "coût de congestion" lorsque le débit excède un niveau "optimal" qui se situe au point de croisement des courbes d'offre et de demande de circulation lorsque l'on fait payer à chaque usager les "coûts externes" qui résultent des pertes de temps qu'il engendre chez les autres usagers. Ce niveau optimal fluctue avec la demande, donc dans le temps et dans l'espace.
4. Pour les ingénieurs de transport, la congestion intervient à proximité de la capacité de la voie, c'est-à-dire au niveau du débit qui "bloque" la circulation, compte tenu de l'aspect particulier de la courbe vitesse-débit. Ces phénomènes d'instabilité et de "blocage" interviennent à partir d'un volume de trafic inférieur de 10 à 15 pour cent à la capacité de l'ouvrage.
5. Pour l'utilisateur enfin, la définition de la congestion sera essentiellement qualitative, et variera d'une personne à l'autre. La "congestion" sera alors située quelque part entre l'apparition d'une "gêne" ressentie et le "blocage" complet du réseau.

Il faut bien comprendre notamment que la première définition du terme "congestion" n'a pas de sens économique dans la mesure où il ne serait pas réaliste, ni justifié, de dimensionner le réseau routier pour que l'utilisateur y circule en toutes circonstances sans ressentir aucune gêne. En milieu urbain, une telle situation traduirait un surdimensionnement évident des infrastructures, et serait très éloignée de l'optimum économique.

Le "coût de congestion" pourra donc avoir des valeurs très différentes selon la définition du terme "congestion" que l'on adoptera, et il y a là une grande source de malentendus.

-- *La typologie des villes européennes*

Du point de vue des réseaux d'autoroutes et de voiries assimilées, les grandes concentrations urbaines européennes se présentent de manière très hétérogène. Les sept cartes données en Annexe représentent, pour des zones de dimensions identiques (63 kilomètres x 89 kilomètres), les réseaux d'autoroutes et de voies assimilées. Il s'agit des sept régions suivantes :

- Berlin (Allemagne), 6 millions d'habitants ;
- Ruhr (Allemagne), 10 millions d'habitants ;
- Randstad (Pays-Bas), 7 millions d'habitants ;
- Milan (Italie), 4 millions d'habitants ;
- Madrid (Espagne), 5 millions d'habitants ;
- Paris (France), 9 millions d'habitants ;
- Londres (Royaume-Uni), 7 millions d'habitants.

Les kilométrages d'autoroutes et de voies assimilées de même que le dessin des réseaux sont très variables de l'une de ces zones à l'autre, et l'on conçoit que les problèmes s'y posent de manière très différente, qu'il s'agisse de la répartition géographique des activités (habitat, emplois, commerces, etc.), des flux de circulation et de leur écoulement.

Pour simplifier les choses, on peut dire que dans les zones géographiques qui possèdent des réseaux denses et développés d'autoroutes et de voies assimilées desservant la quasi-totalité du territoire habité, **les conditions de circulation sont dans l'ensemble correctes**, même s'il y a nécessairement aux heures de pointe et en certains endroits des phénomènes de congestion localisés dans le temps et dans l'espace, dont il ne faut pas exagérer l'importance. On peut citer à ce titre le Randstad, la Région de Paris, celle de Madrid, ou la Ruhr.

A l'extrême inverse, la situation d'une agglomération comme celle de Londres qui ne possède pas de maillage autoroutier sur l'essentiel de son territoire, a pour conséquence que la capacité d'écoulement, exprimée en véhicules-kilomètres par kilomètre carré de terrain, y est très faible ce qui entraîne de mauvaises conditions de circulation et réduit considérablement la densité de l'occupation des sols, en ce qui concerne notamment l'habitat. Il y a ainsi 3 fois moins d'habitants dans les 100 kilomètres carrés du centre de

Londres que dans celui de Paris, la forte densité de population de cette dernière ville s'expliquant notamment par le fait qu'il est possible d'y posséder une voiture et de s'en servir (le taux de motorisation des ménages avec enfants à Paris "*intra-muros*" s'élève en moyenne à 1.06).

On voit donc clairement l'influence considérable qu'ont les réseaux routiers et autoroutiers sur l'occupation des sols, sur l'ampleur des phénomènes de congestion, et en définitive sur la perception qu'ont les populations concernées des possibilités offertes par le recours à l'automobile.

3. LE PÉAGE DE CONGESTION : UNE SOLUTION PEU RÉALISTE

Lorsque le niveau du trafic dépasse un certain seuil sur une route ou sur un réseau routier, les véhicules se gênent les uns les autres, de telle sorte que leur vitesse moyenne ralentit. Ainsi qu'on le verra ultérieurement, le franchissement de ce "seuil de gêne" n'a pas pour conséquence l'apparition immédiate d'une situation de "congestion", tel qu'on entend le mot le plus souvent dans le langage courant. Celle-ci n'intervient que pour des niveaux de trafic très supérieurs à celui qui correspond à l'apparition des premiers phénomènes de gêne mutuelle des véhicules et de ralentissement.

Plus le trafic s'accroît au-delà du "seuil de gêne", plus la vitesse des véhicules se ralentit jusqu'au voisinage d'un débit qu'il n'est pas possible de dépasser et qui est la capacité de la voie. Il apparaît alors au voisinage de celui-ci des phénomènes d'instabilité des vitesses et de blocage que traduit la forme très particulière de la relation vitesse-débit (Figure 2). Cette courbe met en évidence l'existence de deux régimes de circulation entièrement distincts. Dans la partie supérieure de la courbe, la diminution des vitesses a pour contrepartie positive l'accroissement du débit. Il s'agit d'un régime de type "normal" ou "primaire". Dans la partie inférieure de la courbe, le débit **décroît** en même temps que la vitesse. Il s'agit d'un régime de type "forcé" ou "secondaire". Mais la représentation graphique la plus intéressante pour étudier sur le plan théorique le phénomène de la congestion, et notamment les conséquences de l'éventuelle instauration de "péages de congestion", concerne les relations entre le trafic et les temps de parcours (Figure 3).

Figure 2. Paris, Boulevard Périphérique ; courbe Vitesses-Débit par file

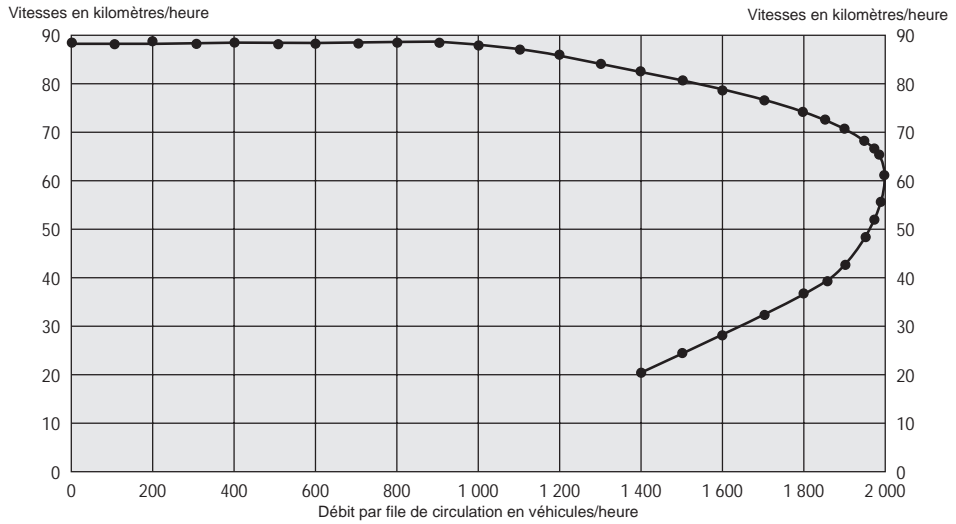
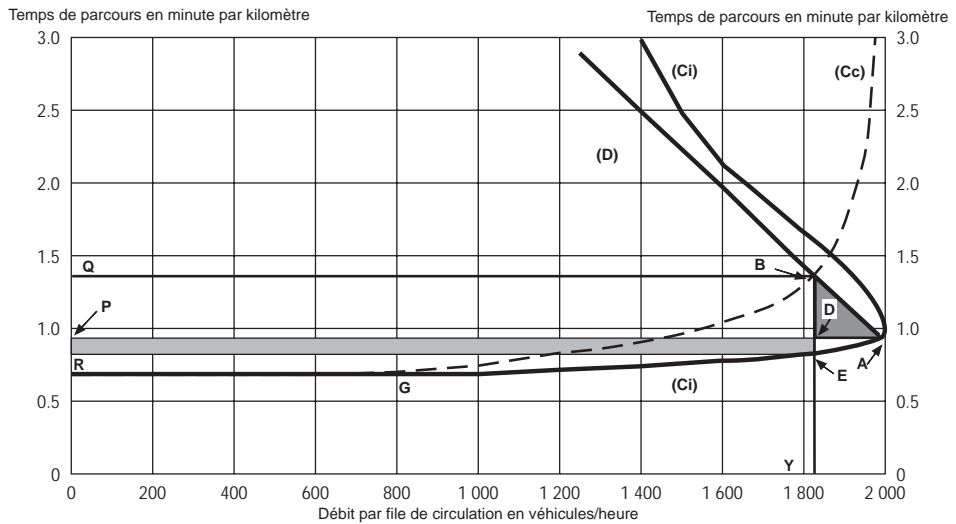


Figure 3. Paris, Boulevard Périphérique ; courbe Temps de parcours/Débit par file



Le cas représenté ici est celui d'une autoroute urbaine, mais les phénomènes décrits sont les mêmes, au niveau des principes, pour tout autre type de réseau.

En abscisse, figure le volume de trafic en véhicules/heure sur une *voie*. En ordonnée, figure le coût, exprimé ici en minutes par kilomètre.

La Figure comprend trois courbes, dont deux sont relatives à l'offre de circulation et une à la demande.

La première Ci (coût individuel), représente l'évolution du temps de parcours -- que l'on identifiera ici avec le coût -- pour l'utilisateur d'un véhicule, en fonction du trafic. Le temps passé constitue en effet l'essentiel du coût perçu par la majorité des usagers, et il ne sera pas tenu compte ici des autres éléments de coût, qui ne modifieraient pas les conclusions dégagées. Lorsque le trafic est faible, la vitesse moyenne s'établit "librement" à un niveau estimé ici à 120 km/h, ce qui correspond à un temps de parcours de 0.5 minute par kilomètre. Jusqu'à un trafic correspondant à environ 600 véhicules /heure par file, c'est-à-dire en moyenne à un espacement entre véhicules de 100 mètres, les véhicules ne se gênent pas les uns les autres, et le temps moyen de parcours n'est pas affecté. La file de circulation est progressivement ralentie et le coût du trajet, exprimé en temps du parcours, s'accroît pour chaque usager (courbe Ci).

Mais chaque véhicule n'est pas seulement **victime** de cette situation. Il en est aussi partiellement **responsable**. En effet il gêne les autres véhicules et contribue ainsi à ralentir la circulation.

Son coût pour la collectivité n'est donc pas seulement le coût qu'il acquitte lui-même au travers du ralentissement qu'il subit. Il s'y ajoute un coût supplémentaire qui correspond aux pertes qu'il fait subir aux autres usagers. Ceci aboutit à un coût collectif total $C_c = C_i + C_s$ qui représente le véritable coût qui résulte pour la collectivité du fait que le véhicule supplémentaire ait emprunté la voie considérée. Le coût supplémentaire C_s est égal au produit de la dérivée de Ci par le trafic.

On conçoit que l'écart entre les courbes Ci et Cc s'accroisse d'autant plus que l'on approche de la capacité de la voie qui correspond, pour une autoroute, à un trafic d'environ 2 000 véhicules/heure par file (un véhicule tous les 40 mètres) et à une vitesse d'environ 60 km/h.

Dans certains cas, correspondant à des situations de forte congestion, la courbe de demande coupe la courbe d'offre (Ci) au-delà du point qui correspond à la capacité de l'ouvrage, c'est-à-dire que le régime de circulation est alors de type "forcé".

La troisième courbe représentée sur la Figure 5 est la courbe de demande (D). Plus les temps de parcours sont brefs, plus la demande de trafic est importante, et inversement. Il en résulte que la demande varie en sens inverse des temps de parcours, et que sa pente est nécessairement négative.

Cette courbe de demande appelle deux remarques essentielles.

-- *Positionnement de la courbe de demande*

La première tient au fait que, dans la très grande majorité des circonstances survenant sur les réseaux routiers d'Europe, la courbe de demande coupera les courbes d'offre entre les points R et G, ou à un endroit situé sur la droite de G, mais relativement proche de celui-ci.

En effet, dans la grande majorité des cas, les niveaux de trafic se situent en dessous du seuil de gêne, et les vitesses s'établissent "librement" (sous réserve bien entendu du respect des contraintes réglementaires), ou se situent légèrement au-delà de ce seuil et les vitesses ne sont alors que peu affectées.

Il convient à cet égard de distinguer les voies interurbaines, et les voies en milieu urbain.

Voies interurbaines

1. Routes classiques

La plupart des routes classiques interurbaines connaissent des trafics faibles (quelques centaines ou quelques milliers de véhicules par jour) et les véhicules ne se gênent donc pas mutuellement. Lorsque le trafic excède un niveau de l'ordre d'une dizaine de milliers de véhicules par jour, il est en général justifié sur le plan économique d'envisager le doublement de l'infrastructure, soit sur place, soit par création d'une nouvelle infrastructure de type autoroutier, ce qui change alors l'ordre de grandeur de la capacité disponible.

2. Autoroutes interurbaines

La capacité des autoroutes interurbaines est considérable. Comme on l'a vu, on estime en général en moyenne journalière à 50 000 véhicules/jour pour deux fois 2 *voies* ; 80 000 pour deux fois 3 *voies*, 110 000 pour deux fois 4 *voies*. Or le trafic moyen enregistré sur les autoroutes interurbaines européennes est de l'ordre de 30 000 véhicules/jour. La courbe de demande se situe alors dans la partie gauche de la Figure 5. Sauf cas exceptionnels auxquels il peut le plus souvent être remédié par l'adjonction de files supplémentaires, les autoroutes interurbaines européennes connaissent en temps normal des trafics nettement inférieurs à leur capacité, en dehors des pointes exceptionnelles liées aux migrations de loisirs, qui peuvent également concerner les routes interurbaines classiques.

Voies en milieu urbain

C'est en milieu urbain que se produit la quasi-totalité des phénomènes récurrents de congestion. Mais, même en milieu urbain, la grande majorité des déplacements n'est pas en Europe l'objet de pertes majeures de temps imputables à la congestion. Beaucoup de déplacements concernent en effet les heures creuses ainsi que les jours creux. Beaucoup prennent place dans des agglomérations petites ou moyennes, où les phénomènes de congestion sont peu durables et limités. Beaucoup ont lieu à la périphérie des grandes agglomérations où les flux de circulation sont relativement moins denses que dans les zones centrales en regard de la capacité des voies. Beaucoup ont lieu à contre-courant des flux quotidiens dominants entre centres et périphéries.

Le fait que la majorité des déplacements urbains ne soit pas confrontée à des phénomènes majeurs de congestion est confirmé par l'étonnante brièveté moyenne des déplacements en voiture. De porte à porte, ceux-ci n'excèdent pas en moyenne environ 15 minutes dans les villes de province françaises, et 20 minutes pour l'ensemble de la Grande-Bretagne, tous motifs confondus.

Les durées moyennes de déplacements entre le domicile et le lieu de travail s'élèvent pour ceux qui ont recours habituellement à la voiture à 17 minutes en Grande-Bretagne et en Italie, 18 minutes en France, et 25 minutes en Allemagne, pour une moyenne européenne de l'Ouest inférieure à 20 minutes (*cf.* Christian Gerondeau : *Transport in Europe*). La plupart de ces déplacements concernent des zones urbaines ou suburbaines. Même dans les plus grandes agglomérations -- Paris et Londres -- les durées moyennes des déplacements domicile-travail en voiture sont de l'ordre de 27 minutes. Or, il

s'agit, par nature, de déplacements prenant essentiellement place aux heures de pointe, de surcroît sur des trajets plus longs que la moyenne. Ce constat est corroboré par le fait que 90 pour cent des européens qui vont travailler en voiture déclarent "ne pas rencontrer habituellement beaucoup d'encombrements sur le chemin du travail" (*cf.* Christian Gerondeau : *Transport in Europe*).

Il apparaît donc au total, contrairement aux idées fréquemment répandues, que les phénomènes aigus de congestion sont pour l'essentiel limités aux centres et aux abords des centres d'un nombre réduit de grandes agglomérations, pendant une partie généralement minoritaire du temps, et souvent, en dehors des zones centrales, dans un seul des deux sens de circulation.

Même s'il existe des exceptions évidentes qui méritent de retenir tout particulièrement l'attention, la courbe de demande (D) coupe donc le plus souvent les deux courbes d'offre (Ci et Cc) en des points qui correspondent à des densités de trafic n'entraînant pas de phénomènes majeurs de congestion et ne justifiant donc aucun "péage de congestion", compte tenu du niveau des taxes déjà existantes en Europe. Si ce n'était pas le cas, les durées moyennes de déplacements de porte à porte en voiture seraient beaucoup plus importantes.

-- *Élasticité de la demande*

La deuxième remarque qu'appelle la courbe (D) tient au fait que l'élasticité de la demande de circulation en fonction du temps passé pendant le trajet -- qui constitue en général le principal élément du coût -- est faible, tout particulièrement aux moments où la demande est la plus importante. La plupart des déplacements qui prennent place aux heures de pointe revêtent en effet un caractère obligatoire (déplacements domicile-travail notamment) de telle sorte qu'il n'est pratiquement pas possible à ceux qui les accomplissent d'y renoncer, quelle que soit la durée requise.

De surcroît, sauf circonstances géographiques minoritaires (déplacements à destination du centre de quelques grandes métropoles pourvues d'un réseau de transport en commun très dense et performant), le gain de temps procuré par le recours à l'automobile est tel que, même si la vitesse moyenne de circulation est faible, l'automobile reste beaucoup plus rapide de porte à porte que les transports en commun.

On a pu estimer à une demi-heure au minimum le gain moyen qu'offrirait le recours à l'automobile par rapport aux transports en commun, dans les conditions actuelles de circulation (*cf.* Christian Gerondeau : *Transport in Europe*). Ce constat largement méconnu est essentiel. Dans de très nombreux cas, il n'y a d'ailleurs tout simplement pas d'alternative crédible à l'automobile.

On comprend donc que la demande de circulation soit en définitive peu sensible aux variations des temps de parcours (c'est-à-dire des vitesses), ce qui se traduit graphiquement par le fait que la pente de la courbe (D) est forte : à un fort accroissement des temps de parcours correspond une faible diminution de la demande de trafic.

-- Le principe du péage de congestion

Même si elles sont minoritaires dans le temps et dans l'espace, les circonstances où la demande est très forte en regard de la capacité des voies méritent une attention toute particulière. Dans ces circonstances, la courbe (D) se situe nettement à droite sur la Figure 5, et coupe la courbe (Ci) en un point qui correspond à un niveau élevé de densité de trafic, et à un temps de parcours élevé en regard de celui d'une circulation libre.

Deux cas doivent être distingués selon que la courbe de demande (D) coupe la courbe (Ci) dans la partie inférieure de celle-ci, correspondant à un régime de circulation "normal", ou dans la partie supérieure de celle-ci, correspondant à un régime de circulation "forcé".

Les deux cas doivent être distingués.

1. Régime de circulation "normal"

Sur le cas illustré par la Figure 5, le temps de parcours correspondant au point concerné (A) s'établit à une minute par kilomètre, nettement plus que celui permis par la vitesse libre compte tenu de la réglementation. La vitesse correspondante est de 60 km/h au lieu de 80 ou 90 km/h. Une telle situation ne correspond pas à l'optimum économique. Celui-ci se situe au point B, intersection de la courbe du coût collectif (Cc) et de la courbe de demande (D). Si chaque usager avait en effet à acquitter le vrai coût qu'il occasionne, un certain nombre d'entre eux renonceraient à l'usage de leur voiture.

C'est le niveau de trafic correspondant (Y) qu'il faut idéalement atteindre, car c'est lui qui maximise alors les gains que retire la collectivité de l'autoroute. Pour ramener le trafic au niveau correspondant, on voit qu'il faut ajouter au coût directement ressenti par les usagers Ci un péage égal à EB.

Ce péage est appelé "péage de congestion".

En procédant ainsi, un nouvel équilibre s'instaure. La vitesse moyenne s'accroît et le temps de parcours par kilomètre diminue. Dans l'exemple illustré par la Figure 3, la nouvelle vitesse s'établit à 75 km/h, et le temps de parcours par kilomètre est ramené à 0.80 minute. En tout état de cause les conditions de circulation ne sont pas ramenées à la fluidité totale : **l'optimum économique ne correspond pas à une situation de "vitesse libre"**. Ce point est essentiel à souligner.

Les usagers qui sont restés sur l'autoroute ont donc gagné collectivement un temps qui est proportionnel d'une part au nombre de véhicules et d'autre part au temps gagné par chacun d'eux. Il est représenté sur la Figure 3 par le rectangle PRED.

Mais il faut tenir compte des usagers que le péage aura contraint à renoncer à l'autoroute. Ceux-ci ont perdu des avantages qui correspondent à la surface du triangle ABD.

Le gain total consécutif à l'instauration du péage de congestion EB est en définitive égal à la différence entre les deux grandeurs ci-dessus, c'est-à-dire à l'aire PRED moins l'aire ABD.

Mais, pour obtenir ce résultat, il a fallu imposer à tous les usagers restés sur l'autoroute un péage égal à EB, ce qui correspond au rectangle QREB.

La Figure 3, qui correspond à une situation réaliste, met alors en évidence le constat suivant : pour obtenir le gain optimal sur le plan économique, il faut percevoir dans le cas considéré des péages dont le montant total est très supérieur à celui-ci.

Un tel résultat, *a priori* très surprenant, n'a rien d'étonnant. Il est corroboré par le niveau très élevé qu'il est nécessaire de mettre en oeuvre dans les zones centrales des grandes agglomérations pour que le stationnement

payant soit efficace. Il confirme que les usagers ne renoncent à leur automobile qu'en dernier recours, compte tenu des avantages considérables qu'elle leur procure dans la grande majorité des cas. Pour les dissuader d'utiliser celle-ci, il faut imposer des péages très élevés. Les conséquences de cette situation sont au moins de deux ordres.

La première conséquence est de nature économique. Si le montant global des péages à percevoir pour obtenir un gain de 1 est de l'ordre de 6, il suffit que les frais de perception soient de 15 pour cent des sommes collectées -- ce qui est une proportion faible -- pour ôter toute justification à l'opération. Même si ce n'est pas le cas, il suffit que l'usage des sommes collectées ne soit pas optimal et donne lieu à des pertes limitées pour qu'à nouveau le bilan soit négatif. Or, il est impossible de garantir qu'il n'en sera pas ainsi.

La deuxième conséquence est d'ordre politique.

Compte tenu du niveau élevé des péages nécessaires pour obtenir le résultat souhaité, il faut s'attendre à une très grande réticence des responsables politiques à la mise en vigueur des "péages de congestion" définis ci-dessus.

Certes, au total, il y a moins de temps passé sur la route, ce qui est bien un progrès sur le plan économique. Mais, pour ce faire, il a fallu percevoir des sommes considérables. Sur le plan économique, celles-ci sont de simples "transferts". Mais pour ceux qui les acquittent, ce sont bien des dépenses. Certes, la collectivité qui aura perçu les péages aura de ce fait des ressources supplémentaires, dont elle pourra faire ce qu'elle veut. Si elle les transfère en retour aux usagers, l'opération peut être justifiée sur le plan théorique. Mais il n'y a là aucune certitude. Les considérations développées ci-dessus conduisent donc à douter qu'il s'agisse là d'une méthode optimale de collecte de l'argent. D'autres solutions existent. On peut penser que, dans la quasi-totalité des cas, les gains économiques que peut procurer l'instauration des "péages de congestion" ne seront pas jugés être à la hauteur de leurs inconvénients, sans même parler des difficultés pratiques de mise en oeuvre et d'application, qui ne sont pas résolues notamment en ce qui concerne le traitement des infractions dans les grandes agglomérations, où celles-ci risquent de se compter par centaines de milliers.

Il faut bien voir en effet que la très grande majorité des usagers de la route seront perdants dans une telle opération. Ceci est clair pour ceux qui devront renoncer à leur voiture. Mais c'est également le cas pour la plupart des autres. En moyenne, pour gagner un temps d'une valeur correspondant à ED, il faudra

acquitter monétairement un péage beaucoup plus important, égal à EB ! Seuls seront gagnants ceux, minoritaires, dont la valeur **personnelle** du temps gagné sera supérieure à EB, soit qu'ils soient riches, soit que leur péage leur soit remboursé par leur entreprise parce que leur temps est très précieux. Il y a là un côté paradoxal du péage de congestion. La collectivité est censée gagner, mais la grande majorité des usagers est perdante ! Ce n'est que dans l'hypothèse, qui est loin d'être certaine, où les sommes perçues seraient retournées d'une manière ou d'une autre aux usagers qu'il pourrait en aller autrement.

Ce constat ne signifie pas que le principe du péage en milieu urbain soit condamné. Il existe des ouvrages qui peuvent être financés, soit partiellement, soit totalement, par la perception des péages. Ceux-ci sont alors perçus dans un but strictement financier, qui peut être pragmatiquement justifié quand il s'agit de créer un ouvrage nouveau. Mais de tels péages n'ont rien à voir avec des "péages de congestion" qui devraient concerner tout autant, sinon plus, les voies existantes que les ouvrages nouveaux. En particulier, les péages perçus dans un certain nombre de villes norvégiennes ne peuvent pas être considérés comme des "péages de congestion", dans la mesure où leur niveau est trop faible pour avoir un impact important sur les volumes de circulation.

2. Régime de circulation forcé

Toutefois, il faut également considérer les circonstances (D) où la courbe de demande coupe la courbe d'offre (Ci) en l'absence de péage dans sa partie supérieure, et où s'établit alors un régime de circulation "forcé".

C'est seulement dans de telles circonstances que l'instauration de péages de congestion mérite d'être considérée.

Les pertes pour la collectivité peuvent être nettement plus importantes que dans le cas précédent, et le "péage de congestion" aurait cette fois-ci pour objectif que le régime de circulation "forcé" ne s'établisse pas (cf. Christian Gerondeau : *Transport in Europe*).

Plus la demande sera forte -- c'est-à-dire plus la courbe de demande se situera sur la droite -- plus le "péage de congestion" théorique devra être élevé.

Il est intéressant de noter que le débit correspondant à l'optimum "économique" (définition ci-dessus) sera pratiquement égal à la capacité de l'ouvrage. La définition de l'économiste et celle de l'ingénieur de transport correspondent alors à des valeurs très voisines.

Les études conduites sur l'agglomération londonienne ont ainsi conclu que, pour être efficace, le niveau du péage, pour un seul sens de circulation, devrait atteindre 4 livres pour l'entrée dans Londres (*inner cordon*) et 8 livres pour l'accès au coeur de la ville (*Central London*). Mais il faut ajouter que les problèmes pratiques de perception des péage revêtent dans les très grandes agglomérations une ampleur telle qu'ils n'apparaissent pas solubles à court terme, notamment du fait des difficultés de poursuite des contrevenants qui pourraient se compter quotidiennement par dizaines de milliers, et de traitement des non-résidents venant de l'extérieur et non équipés de dispositifs appropriés.

Sur un plan théorique, ce constat est évidemment regrettable, car ceux qui pourraient utiliser leur voiture dans cette hypothèse seraient **plus nombreux** qu'en l'absence de péage de congestion (*cf.* Christian Gerondeau : *Transport in Europe*).

Il apparaît que, pour réguler le trafic en milieu urbain et ramener celui-ci au voisinage de son niveau optimal sur le plan économique, il faudra compter sur d'autres solutions, et notamment sur celle de la réglementation de la circulation ou du stationnement ainsi que sur la tarification du stationnement qui constitue un outil certes imparfait, mais réaliste, de meilleur ajustement de la demande à la capacité du réseau.

L'impossibilité actuelle de concevoir un dispositif de "péage de congestion" pratiquement applicable dans les grandes agglomérations ne doit toutefois pas conduire à des regrets excessifs, dans la mesure où les pertes imputables à la situation actuelle de la circulation en regard d'une situation optimale du point de vue théorique ne revêtent le plus souvent nullement l'ampleur relative qu'on leur attribue en regard notamment du Produit Intérieur Brut.

Un premier constat mérite à cet égard d'être fait : les "pertes de temps" par rapport à une situation idéale sur le plan de la théorie économique sont très faibles sur le réseau des autoroutes et des voies rapides.

L'étude consacrée au Boulevard Périphérique de Paris (*Inner Ringroad Motorway*) a montré que, par rapport à une vitesse de référence de 60 km/h, la valeur des pertes de temps s'établissait à 1.6 milliard de francs par an soit 0.23 milliard d'ECU. Or les encombrements sur cette artère représentent les 2/5

de ceux de l'ensemble des autoroutes de la Région Parisienne, sur lesquelles les pertes de temps mesurées de manière analogue n'excèdent donc pas 4 milliards de Francs par an, soit 0.6 milliard d'ECU.

Enfin, on a montré que les pertes de temps survenant sur le reste des autoroutes françaises n'excédaient pas 20 pour cent de celles se produisant en Région Parisienne, ce qui conduit à un total national de 4.8 milliards de Francs, soit 0.75 milliards d'ECU par an. Cette somme correspond à 0.07 pour cent du Produit Intérieur Brut français.

Or, si la densité moyenne de population est faible en France, la Région Parisienne connaît de très loin, la densité de trafic autoroutier la plus forte d'Europe, avec des débits moyens quotidiens qui atteignent 30 000 véhicules par *voie*, contre 20 000 à 25 000 au maximum pratiquement partout ailleurs.

Pour leur part, les estimations conduites aux Pays-Bas ont abouti à un chiffre de 0.2 pour cent du PIB national, en ce qui concerne la valeur des pertes de temps survenant sur le réseau autoroutier, alors qu'il s'agit de la zone la plus densément peuplée d'Europe.

Il est donc légitime de penser que le coût des pertes de temps survenant sur les autoroutes européennes doit être de l'ordre de 0.1 pour cent du PIB du continent, ce qui est en définitive très modeste.

Cette conclusion est essentielle : compte tenu de la capacité considérable de ce type de voirie, les pertes de temps survenant sur les autoroutes et voies assimilées sont en définitive réduites.

S'il doit exister des pertes importantes imputables au mauvais fonctionnement du réseau routier, celles-ci se situent en dehors des autoroutes et non sur celles-ci. C'est donc l'absence d'un maillage autoroutier suffisant qui en est la cause.

A cet égard, comme on l'a vu, les grandes zones urbaines européennes se scindent en deux grandes catégories.

La majorité d'entre elles est quadrillée par des réseaux autoroutiers urbains d'une densité telle que la plupart des points de leur territoire ne sont éloignés que de quelques kilomètres d'un échangeur autoroutier.

C'est le cas par exemple pour le Randstad des Pays-Bas, la Ruhr, la Région Parisienne, Madrid, etc.

Dans de tels cas, la congestion du réseau urbain traditionnel ne peut entraîner de pertes considérables, les distances à parcourir sur celui-ci étant toujours brèves avant de rejoindre le réseau autoroutier, surtout si le réseau urbain traditionnel comprend de larges boulevards. L'instauration de péages de congestion est alors clairement injustifiée. Ce n'est que dans le cas contraire qui est plutôt l'exception que la règle qu'il pourrait en aller autrement.

La situation de Londres constitue à cet égard un cas extrême, et l'on comprend que la capitale britannique ait été celle qui ait fait l'objet des études les plus poussées, dont les résultats ont été rappelés ci-dessus.

En conclusion, même si les pertes imputables à la congestion ne sont pas négligeables, le système routier européen fonctionne beaucoup plus près de l'optimum économique que ce que l'on dit généralement.

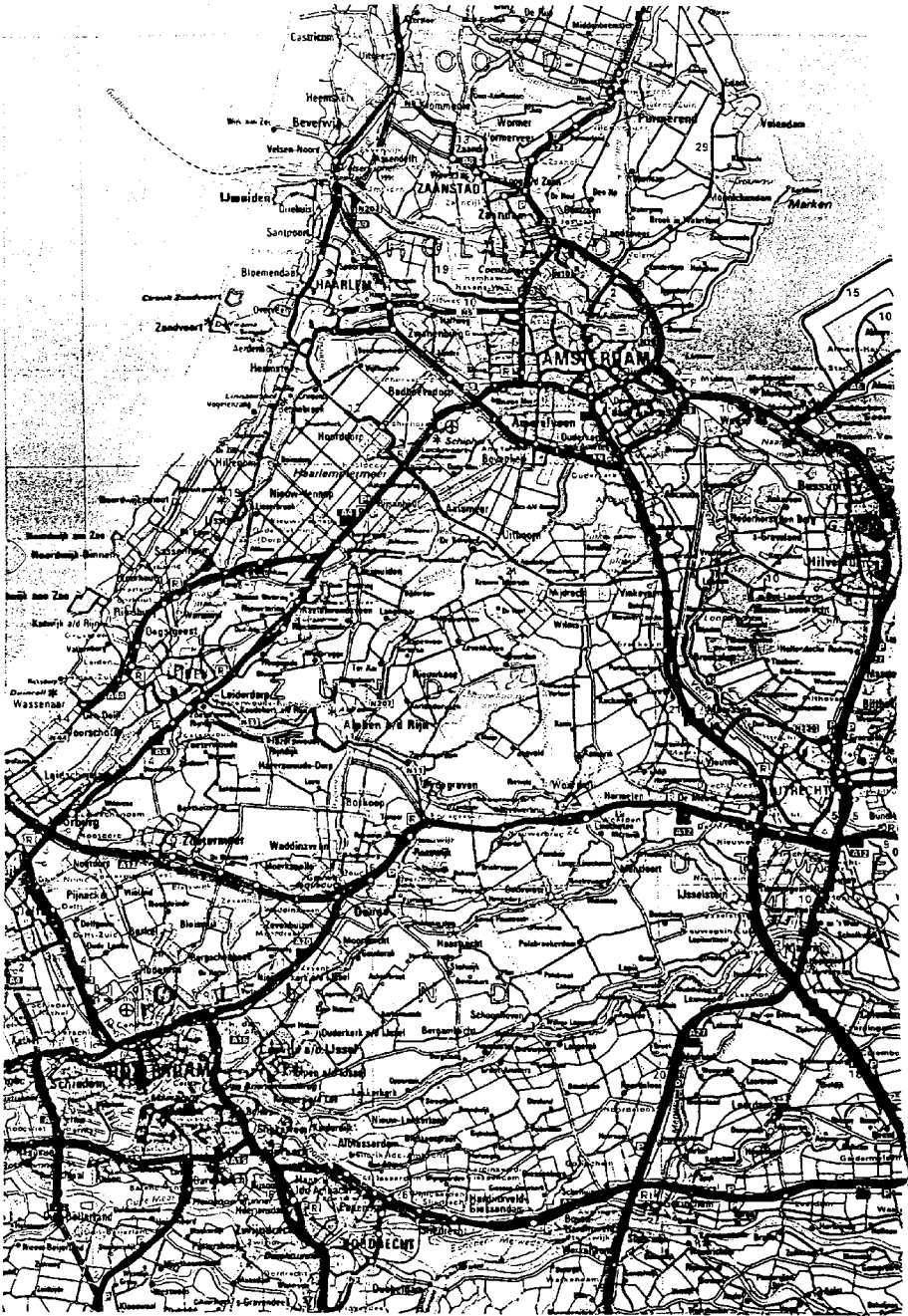
Le chiffre de 2 pour cent du PIB couramment cité comme représentatif du coût de la congestion n'a en particulier aucun fondement.

L'on peut également rapprocher la valeur des pertes de temps par rapport à une situation optimale -- moins de 0.5 pour cent du PIB en tout état de cause - - aux sommes consacrées par les Européens à leur système de transport routier (véhicules, carburant, infrastructure, etc.) qui sont de l'ordre de 15 pour cent du PIB. Les pertes imputables aux phénomènes de congestion se présentent alors comme un accroissement relatif du coût de ce système de l'ordre de 3 pour cent. Encore ce calcul sous-estime-t-il la réalité, dans la mesure où il ne prend en compte, pour l'essentiel, que les coûts monétaires. Si l'on tenait compte, comme il se devrait, de la valeur du temps passé par les usagers de la route pendant leurs déplacements, il apparaîtrait que les Européens consacrent nettement plus que 15 pour cent du PIB à leur système de transport par route (ce qui signifie que celui-ci leur rend des services d'une valeur au moins égale), et le pourcentage de 3 pour cent serait réduit à due proportion.

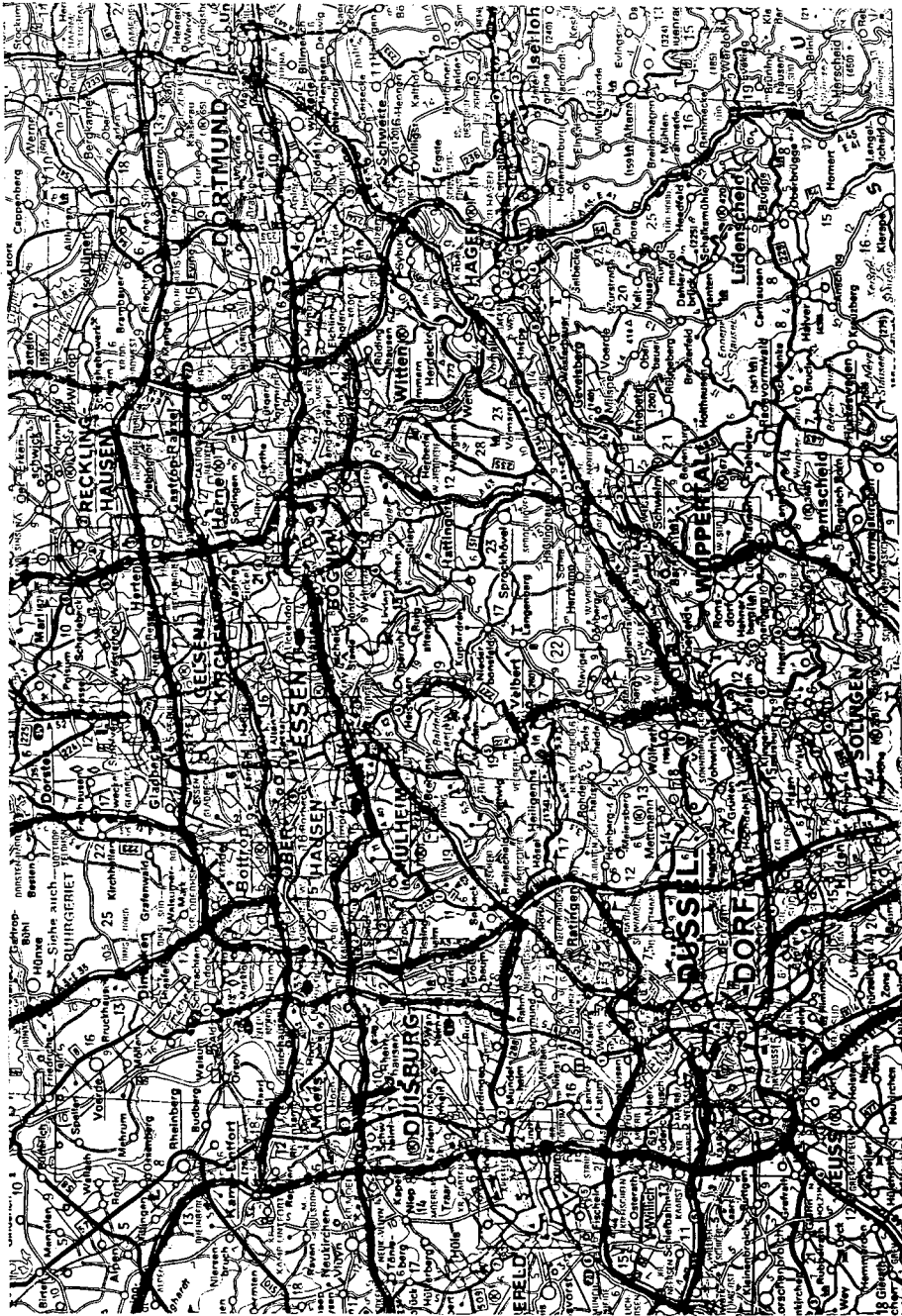
ANNEXE

**CARTES DES PRINCIPALES
AGGLOMÉRATIONS D'EUROPE**

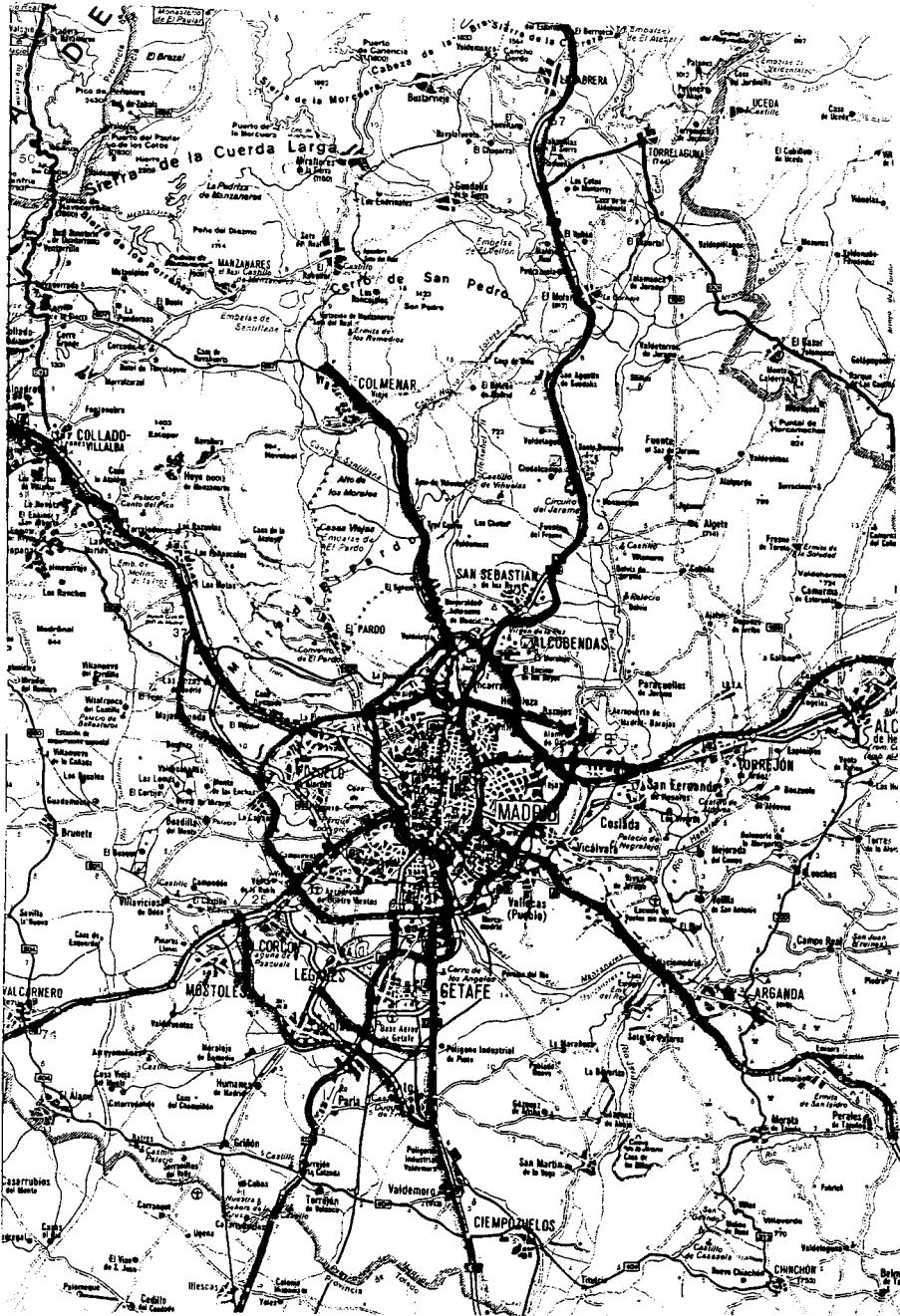
(échelle 1/400 000)

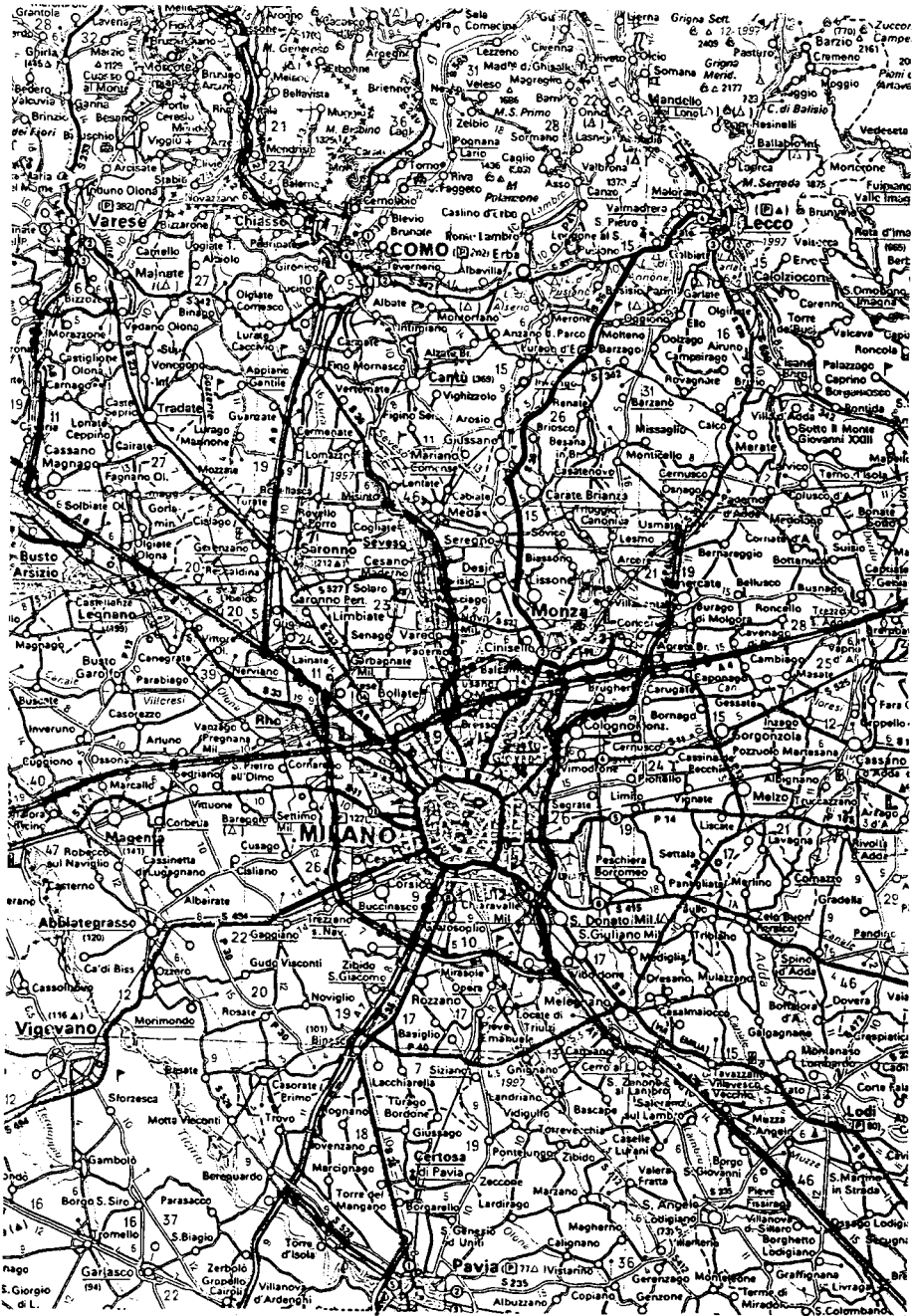


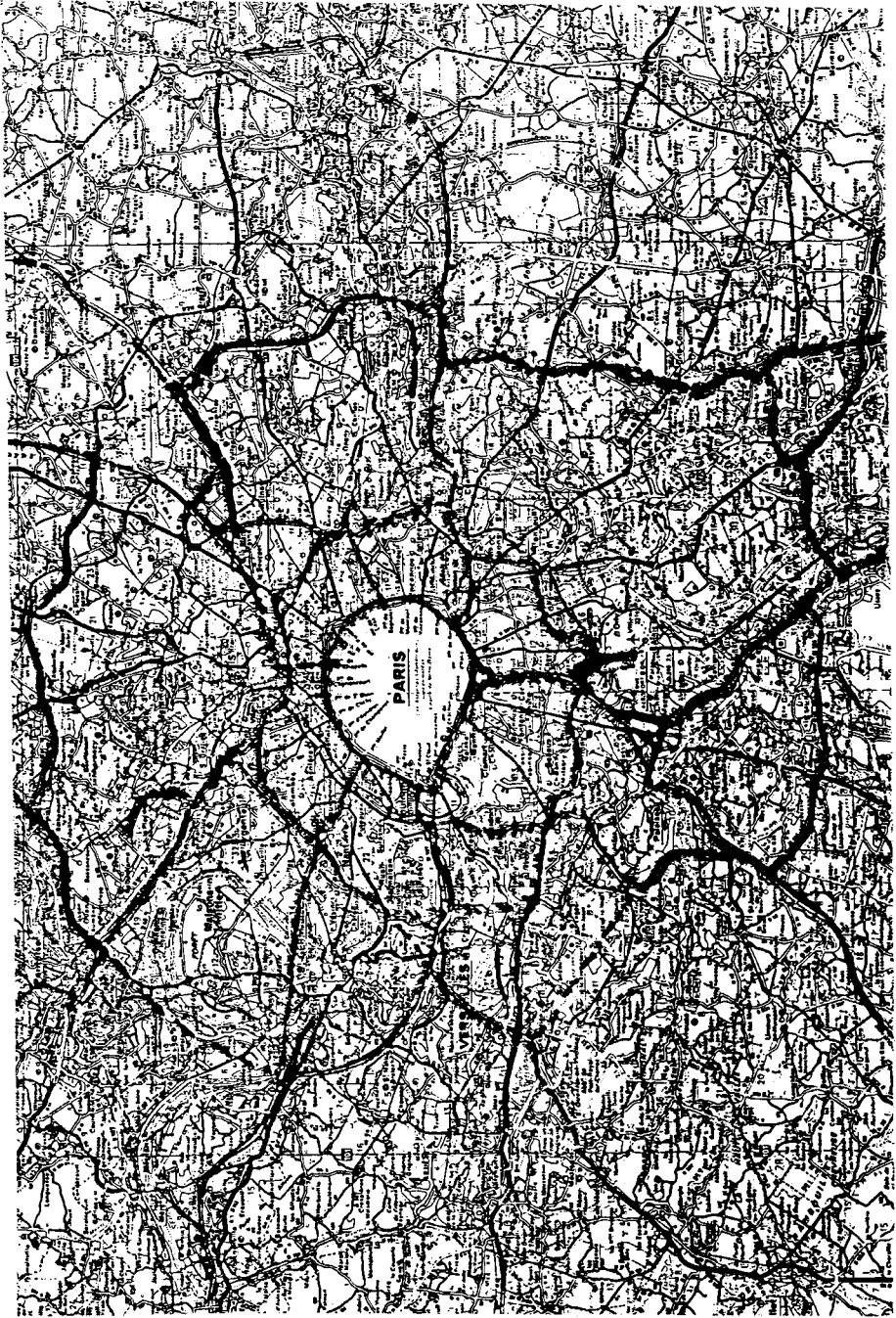












PAYS-BAS

Piet H.L. BOVY
Université de Delft
Pays-Bas

et

Ilan SALOMON
Université de Jérusalem
Israël

ÉVALUATION PROSPECTIVE DU PROBLÈME

TABLE DES MATIÈRES

1. INTRODUCTION.....	97
1.1. Portée du rapport	98
1.2. Existe-t-il des formes ou des problèmes de congestion “européens” ?.....	100
2. NATURE ET AMPLEUR DE LA CONGESTION EN EUROPE.....	101
2.1. Mesurer la congestion.....	103
2.2. Causes de la congestion.....	110
2.3. Physionomie de la congestion en Europe.....	119
3. LES RÉPONSES COMPORTEMENTALES A LA CONGESTION ET AUX POLITIQUES	131
3.1. La réponse des usagers à l'évolution de la congestion.....	132
3.2. Les réponses des entreprises à la congestion.....	141
4. QUELLES POLITIQUES POUR QUELLE CONGESTION ?.....	142
4.1. Approche économique du niveau de congestion souhaité.....	143
4.2. Le fossé qui sépare les décideurs politiques des administrés.....	149
4.3. Approches politiques	151

5.	CONCLUSIONS.....	155
5.1.	Notion et ampleur de la congestion.....	155
5.2.	Utilisation des mesures de la congestion comme indicateurs de qualité.....	155
5.3.	Extension des niveaux de congestion.....	156
5.4.	Dimension européenne de la congestion.....	156
5.5.	Coût réel de la congestion.....	156
5.6.	Distribution de la congestion en Europe.....	157
5.7.	Réponses à la congestion.....	157
5.8.	Limites de la congestion.....	157
5.9.	Investissements en vue de soulager la congestion.....	158
6.	RECOMMANDATIONS.....	158
6.1.	Statistiques en matière de congestion.....	158
6.2.	Niveau optimal de congestion.....	159
6.3.	Nécessité d'un développement spatial équilibré.....	159
6.4.	Transports publics : une mesure inefficace pour réduire la congestion.....	159
6.5.	“Seule la route peut soulager la route” (Gerondeau, 1997).....	159
6.6.	Agir sur la qualité des infrastructures : une nécessité.....	160
	NOTES.....	161
	ANNEXE.....	163
	RÉFÉRENCES.....	166
	BIBLIOGRAPHIE.....	167

Delft, décembre 1997

1. INTRODUCTION

La congestion est devenue une caractéristique indissociable de nombreux systèmes de transport. La mise en place des systèmes de transport poursuit un double objectif : servir l'intérêt général et favoriser la croissance économique en assurant l'accessibilité. A un accroissement de la mobilité correspond généralement un accroissement de la prospérité. La mobilité a cependant évolué dans de telles proportions, à la fois quantitatives et qualitatives, qu'elle engendre aujourd'hui d'importants effets négatifs, dans le temps et dans l'espace, au rang desquels figurent un certain nombre d'externalités, telles que la congestion, diverses formes de pollution et les coûts liés à la sécurité. Un système de transport congestionné risque de ne plus remplir sa mission économique, d'affaiblir la compétitivité de certaines régions de la Communauté Européenne et d'accroître les coûts environnementaux en termes d'émissions.

La prise de décision dans le domaine des transports s'apparente dès lors de plus en plus à un exercice d'équilibre entre, d'une part, l'amélioration légitime de la mobilité et, d'autre part, la réduction des coûts qu'elle engendre à des niveaux socialement acceptables.

En ce qui concerne plus particulièrement la politique européenne, le problème de la congestion est directement lié à un ensemble de questions politiques telles que les décisions de planification et d'investissement en matière de RRTE (Réseaux Routiers Trans-Européens), l'appui financier accordé aux pays et aux régions afin de les aider à développer les liaisons routières internationales et interrégionales et la tarification juste et efficace de l'usage des infrastructures de transport (Kinnock, 1995). Toutes ces questions -- et bien d'autres -- ne sauraient être abordées sans une compréhension beaucoup plus approfondie du phénomène de la congestion et de ses conséquences.

La congestion est un phénomène vécu quotidiennement, non seulement par de nombreux usagers de la route, mais aussi par ceux qui se déplacent ou qui font acheminer des marchandises en train ou en avion. La congestion

routière étant sans doute la forme de congestion la plus communément subie par des millions de voyageurs, c'est sur ce type de congestion que se focalise le présent rapport. Mais cette focalisation s'explique également par le fait que la congestion observée dans d'autres modes de transport appelle sans doute d'autres solutions. La congestion routière est suffisamment complexe pour ne pas se perdre dans une analyse globale. Elle est aussi généralement perçue comme un "mal collectif", raison pour laquelle les citoyens, les planificateurs et les responsables politiques s'intéressent tellement aux efforts -- vains pour la plupart -- entrepris pour la combattre.

Les coûts privés et externes de la congestion sont généralement considérés comme importants. Sa propagation en Europe et dans de nombreuses autres régions du monde inquiète et pousse les responsables politiques et les chercheurs à définir des stratégies susceptibles d'en atténuer les effets et d'en réduire les coûts. Or, certains viennent à douter de l'efficacité de bon nombre de ces stratégies, voire de la logique même qui les sous-tend.

La genèse de la congestion a fait l'objet de nombreuses études (Cervero, 1991 ; Downs, 1992 ; Giuliano et Small, 1994). La congestion est la résultante d'une multitude de facteurs qui font qu'en définitive les citadins sont de plus en plus tributaires de l'automobile et que le réseau routier n'est plus à même, à certains moments, d'absorber les flux de trafic qui en découlent. Ses principaux déterminants sont l'agencement, dans l'espace et dans le temps, des activités et l'économie des déplacements automobiles. Dans bien des cas, le "problème du transport" est ramené à un problème de congestion, à la réduction de laquelle les responsables politiques consacrent des efforts considérables. Le présent rapport éclaire différents aspects de ce débat politique et les facteurs qui le sous-tendent.

1.1. Portée du rapport

Le rapport aborde le problème de la congestion sous l'angle de l'Europe occidentale et pose un certain nombre de questions-clefs :

- Sous quelles formes la congestion se manifeste-t-elle aujourd'hui et comment évolue-t-elle ?
- Faut-il éradiquer la congestion dans son ensemble ?
- Que peut-on et que doit-on faire pour en atténuer les effets les plus indésirables ?

Il analyse également les tendances qui se font jour en matière de congestion et examine ses principales causes en Europe. La congestion est, du moins en partie, directement liée à la gestion et à la planification des systèmes de transport. Les goulets d'étranglement qui émaillent le réseau, et les configurations de réseau "boiteuses" qui entraînent des problèmes d'entrecroisement des véhicules, en sont deux exemples évidents. Cela étant, la congestion est dans une forte mesure déterminée par des facteurs sociaux et économiques qui échappent à l'emprise de la politique des transports. La croissance du nombre de conducteurs en raison de l'accès à la conduite des jeunes du *baby-boom* ou du nouveau rôle social des femmes illustre ces facteurs exogènes de la congestion.

La section 2 s'intéresse aux facteurs sous-jacents. Après une première partie consacrée aux problèmes de mesure, elle décrit la dynamique interne et externe de la congestion avant de broser, dans sa dernière partie, un état des lieux général de la congestion en Europe sur la base d'un ensemble de données comparatives.

Au cours des dernières années, la congestion s'est apparemment étendue dans le temps et dans l'espace. Cela soulève un certain nombre de questions auxquelles les chapitres suivants tenteront d'apporter une réponse :

- Que se passerait-il en l'absence de mesures politiques de lutte contre la congestion ?
- Que peut-on faire pour inverser les tendances ?
- Quelles sont les réponses politiques les plus appropriées ?

Pour répondre à ces questions, la section 3 examine le problème de la congestion sous l'angle du comportement du voyageur individuel et tente de démontrer qu'il se pose en termes éminemment différents par rapport à une approche globale. Les conséquences de cette déconnexion sont analysées dans la section 4, qui s'intéresse par ailleurs aux moyens de lutte contre la congestion. La question de savoir s'il est souhaitable d'avoir un niveau minimum de congestion ouvre le débat. Cette même section passe en revue différentes approches du problème de la lutte contre la congestion lorsque celle-ci dépasse les niveaux souhaités.

La section 5 présente les principales conclusions et la section 6 clôt le rapport par quelques brèves recommandations.

1.2. Existe-t-il des formes ou des problèmes de congestion “européens” ?

Dans de nombreuses régions du monde, allant des mégalopoles nord-américaines aux conurbations d'Europe occidentale en passant par les zones urbaines à forte croissance du Sud-Est asiatique, la congestion semble gagner du terrain. L'accent mis dans le présent rapport sur l'Europe indique que la congestion y présente certaines caractéristiques uniques ou différentes de celles observées ailleurs dans le monde.

Si la congestion peut se définir comme une sorte de queue dans laquelle les voyageurs attendent pour traverser un noeud ou franchir une liaison où la demande dépasse temporairement l'offre, sa genèse et ses causes sous-jacentes diffèrent d'un endroit à l'autre et d'un moment à l'autre. La focalisation sur l'Europe se justifie par le fait que les schémas de déplacement et les tendances de la mobilité y sont différents de ceux relevés en Amérique du Nord, au Japon ou dans d'autres zones urbaines en expansion. L'un des facteurs qui explique ces différences est le facteur temps. Le moment auquel diverses technologies et tendances sociales s'imposent dans différentes régions du monde peut en effet être l'une des raisons pour lesquelles les situations et les tendances évoluent différemment de par le monde.

Comme on le verra par ailleurs, la voiture particulière, qui se trouve à l'origine du problème de la congestion, a acquis ses lettres de noblesse en Europe à un moment différent et dans un contexte spatial, économique et social autre que celui ayant présidé à son avènement dans d'autres régions du monde et l'on comprendra dès lors que les formes de congestion aient, elles aussi, évolué différemment. Ce déphasage implique aussi, comme on le montrera ci-après, que l'éventail des mesures à mettre en oeuvre en Europe n'est probablement pas le même qu'en Amérique ou en Asie. Deux autres facteurs causaux importants diffèrent sensiblement entre l'Europe et les autres continents : la configuration spatiale et la disponibilité des options de déplacement et des alternatives à la voiture.

Par ailleurs, l'accent mis sur l'Europe ne signifie pas qu'il ne faille pas nuancer. Au sein même de ce continent, la situation est parfois très différente d'une région à l'autre. En particulier, il semble que la congestion ne soit pas un phénomène d'ampleur continentale et qu'il est peu probable qu'elle le devienne un jour. Le phénomène de la congestion ne doit pas s'étudier à l'échelle d'un continent. Il s'agit de toute évidence d'un phénomène régional, se limitant aux régions densément peuplées de la façade Nord-Ouest de l'Europe, comme c'est aussi le cas dans les zones fortement urbanisées ailleurs dans le monde. En

conséquence, il n'est guère utile de comparer les statistiques nationales sur la congestion étant donné qu'elles masquent plus qu'elles n'éclairent les différences. Comme l'indique Meyer (1990), les régions paraissent être les unités de mesure appropriées. Les données figurant dans le présent rapport concernent donc les tendances observées à l'échelle des régions plutôt que des pays d'Europe. A titre d'information, il est néanmoins utile d'examiner quelques-unes des différences fondamentales existant entre l'Europe et d'autres économies développées (voir Salomon *et al.*, 1993 et Pucher et Lefevre, 1996).

2. NATURE ET AMPLEUR DE LA CONGESTION EN EUROPE

En simplifiant à l'extrême, on peut dire que la congestion est un phénomène temporaire au cours duquel la demande d'espace routier excède la capacité sur un tronçon donné du réseau. C'est là bien sûr une façon de voir assez réductrice, puisque la nature du déficit de l'offre par rapport à la demande peut être très différente.

L'homme de la rue raisonne habituellement en ces termes : il y a congestion parce que l'offre de capacité routière est insuffisante. Cette vision des choses s'appuie sur l'idée communément répandue selon laquelle l'espace routier est un bien public librement accessible qui doit être fourni par les pouvoirs publics et qui doit couvrir n'importe quel niveau de demande. Mais on peut également retourner le problème et faire valoir, comme on le verra à la section 3, que la congestion résulte d'un usage excessif de la voiture et non pas d'une offre insuffisante de capacité routière.

Ce qui ne signifie pas pour autant que tout le problème de la congestion se réduise à une question d'offre insuffisante. Certaines formes de congestion sont des phénomènes ponctuels provoqués par des circonstances particulières et temporaires : accidents, mauvaises conditions météorologiques ou chantiers routiers, par exemple. Les formes de congestion récurrentes sont dues à un déficit de capacité structurel (ou à un excès de demande de même nature) alors que les formes de congestion non-récurrentes résultent d'un déficit de capacité ou d'un excès de demande ponctuel. Il importe de noter que même en cas de congestion récurrente, les caractéristiques du déplacement peuvent varier d'un jour à l'autre : les bouchons n'apparaissent ou ne disparaissent pas toujours au même endroit ou au même moment, les pertes de temps ne sont pas toujours les mêmes, etc. Ainsi donc, même si les bouchons et les pertes de temps qui leur

sont associées sont un fait, l'incertitude quant à leur localisation dans le temps et dans l'espace et à leur durée sont des facteurs importants de la congestion et, en tout état de cause, du comportement du voyageur.

La congestion est un phénomène à deux visages : d'une part on peut en faire une caractéristique inhérente du réseau en décrivant, par exemple, le nombre, la longueur et/ou la durée des bouchons qui se sont produits. On peut également mesurer le niveau de congestion en se référant à la longueur du réseau touché par les bouchons, étalon qui est le plus souvent utilisé dans les statistiques officielles et dans le débat public.

D'autre part, la congestion peut également être une caractéristique du déplacement. La perspective de la congestion entraîne dans son sillage un certain nombre d'éléments importants influant sur le comportement du voyageur. Ces caractéristiques liées à un déplacement sont notamment la probabilité de congestion sur un déplacement donné (pourcentage des déplacements affectés par des retenues à un endroit ou à un autre), le temps passé ou la distance parcourue dans des conditions embouteillées et la part du temps perdu par rapport à la durée totale du déplacement. Malheureusement, les données empiriques concernant les variables du déplacement liées à la congestion sont très rares.

Les quelques chiffres ci-après relatifs à la région hollandaise du Randstad (Ministère des Transports, 1997) illustrent l'ampleur du phénomène de la congestion. En 1996, on a enregistré en moyenne par jour de travail, principalement à la périphérie des quatre grandes villes, une cinquantaine de bouchons d'une longueur d'au moins 2 kilomètres. Comme on l'a souligné précédemment, la congestion est un phénomène très variable, si bien que le nombre et la localisation des bouchons dans le temps et dans l'espace changent d'un jour à l'autre. Les ponts et les tunnels qui traversent ou enjambent une voie d'eau importante sont des points noirs classiques. Les solutions de continuité au niveau du réseau autoroutier (accès et sorties, zones d'entrecroisement des trafics et modification du nombre de voies) sont d'autres sites propices à l'apparition de bouchons. La localisation traditionnelle des bouchons récurrents à la périphérie des grandes villes découle en grande partie de modifications de l'orientation spatiale de la demande de mobilité au cours des vingt dernières années, telles que les migrations alternantes inversées et la demande enchevêtrée de déplacements entre banlieues.

En ce qui concerne la localisation dans le temps de la congestion dans la région du Randstad, 80 pour cent des bouchons se produisent durant les heures de pointe, soit 45 pour cent le matin (de 7 heures à 9 heures) et 35 pour cent l'après-midi (de 16 heures à 18 heures). Sur la quarantaine de bouchons quotidiens relevés en moyenne, une dizaine se produit durant les heures creuses. Il s'agit alors principalement de bouchons provoqués par des incidents.

2.1. Mesurer la congestion

2.1.1. Unité d'analyse

La congestion est un élément important du processus décisionnel des transports. Les grandeurs y relatives interviennent dans la conception des réseaux, le dimensionnement des infrastructures et les stratégies de tarification. Aussi est-il frappant de constater que les responsables politiques ne sont pas encore parvenus à s'entendre sur un indicateur précis et clairement quantifiable de la congestion. Les pays qui disposent de statistiques fiables concernant le phénomène de la congestion (Pays-Bas notamment, voir Ministère des Transports, 1996 et 1997 et NEA, 1997) se comptent sur les doigts de la main.

Dans les lignes qui suivent, le lecteur trouvera une brève discussion du problème de la quantification de la congestion des systèmes de transport (voir CEMT 1995, Annexe 3, Éléments pour l'harmonisation de la mesure de la congestion routière).

Il est fondamental de distinguer entre deux types de mesure de la congestion. Le premier type concerne la fluidité du réseau alors que le second a trait aux paramètres de déplacement origines-destinations. Dans le premier type de mesure, l'unité d'observation est un tronçon du réseau. A partir des volumes de trafic, des vitesses ou des temps de parcours observés sur ce tronçon, on peut extrapoler des valeurs indiquant le niveau de congestion sur le tronçon considéré et, éventuellement, les coûts associés à ce tronçon (CEMT, 1995). On peut, pour ce faire, soit utiliser des modèles d'affectation du trafic (Transroute, 1992), soit opérer sur la base des volumes observés sur le tronçon (CEMT, 1995, Annexe 3, par exemple). L'agrégation des valeurs obtenues pour les différents tronçons donne un chiffre global pour l'ensemble du réseau. Cette méthode peut également s'appliquer à des catégories de réseau spécifiques, telles les autoroutes de rase campagne, les routes de pénétration urbaines, etc.

La plupart des données relatives à la congestion routière relèvent de ce type de mesure de la congestion (voir par exemple, Bukold, 1997 et CEMT, 1995) et constituent des indicateurs de performance du réseau.

L'image projetée par la performance du réseau nous amène à d'autres types de mesure de la congestion, plus spécifiquement axés sur le comportement du voyageur et sur les caractéristiques des déplacements effectués des points d'origine aux points de destination. Dans ce type de mesure, l'unité d'observation est le déplacement ou le parcours effectué. La qualité d'un système de transport pourra ainsi être évaluée en mesurant les effets de la congestion sur les conditions et les choix de déplacement, ou bien encore les effets de la tarification de la congestion sur le comportement du voyageur. Ces mesures traduisent le niveau de congestion perçu par les usagers et comprennent un certain nombre de données, telles que le nombre de bouchons rencontrés par un conducteur, le temps d'attente lié à ces bouchons et la durée totale supplémentaire du trajet due à la congestion.

Pourquoi retenir le déplacement comme unité d'observation ? Simplement parce que le comportement du voyageur, exprimé par ses choix d'itinéraire, de mode et d'heure de départ, se fonde sur les caractéristiques de l'ensemble du déplacement. A cet égard, il serait même plus pertinent de prendre comme unité d'analyse le déplacement aller-retour (origine-destination-origine). Les informations sur la congestion et ses liens avec les déplacements ainsi que sur ses coûts induits, si elles sont d'une importance capitale pour l'élaboration des politiques, sont malheureusement très rarement disponibles. Ces mesures, à l'instar des mesures du premier type, peuvent être classées en fonction des catégories de réseau sur lequel les différentes parties du déplacement sont effectuées. La congestion devrait en principe se limiter à quelques parties d'un déplacement.

Les deux types de mesure devraient, si celle-ci est correctement effectuée, aboutir à une même valorisation des coûts de congestion. En revanche, ces deux types se différencient par les informations qu'ils délivrent. Cette différence de sensibilité peut être mise en évidence à l'aide de quelques exemples :

- a) A certains goulets d'étranglement du réseau routier, la durée totale de la congestion peut atteindre plusieurs heures. Toutefois, compte tenu des volumes de trafic élevés absorbés par le goulet, l'attente nécessaire à chaque automobiliste pour franchir le goulet sera brève,

c'est-à-dire de l'ordre de quelques minutes. Cette perte de temps est négligeable pour l'individu et restera donc sans effet sur les options de déplacement alternatif.

- b) Le temps supplémentaire passé dans les bouchons peut être compensé en tout ou en partie par une progression rapide obtenue grâce à des vitesses élevées sur d'autres parties du trajet, de telle sorte que la durée totale du déplacement restera dans des limites acceptables pour l'utilisateur.
- c) Les mesures de congestion du réseau ne mesurent que la congestion visible. Elles ne mesurent pas l'impact de la congestion sur les usagers qui évitent la congestion en adaptant leur comportement : choix d'un autre itinéraire ou heure de départ anticipée afin d'éviter la congestion, même si le prix en est un allongement de la durée du déplacement.

Les chiffres relatifs à la congestion du réseau risquent donc de donner une image trop négative étant donné qu'ils sont basés sur l'agrégation d'un nombre élevé de petits temps d'attente sans conséquence sur le comportement. De plus, ils ne prennent pas en compte la suppression de la demande de mobilité induite par la congestion. On leur préférera donc les mesures de la congestion vues sous l'angle du déplacement.

L'antinomie entre les indicateurs de congestion "réseau" et "déplacement" peut expliquer le paradoxe mis en évidence par Gordon et Richardson (1991) : alors que les statistiques de congestion agrégées font apparaître une augmentation régulière de la congestion d'année en année, les temps de parcours, les vitesses et les coûts de congestion moyens par déplacement restent plus ou moins constants. Malgré la congestion croissante des autoroutes (en chiffres agrégés), la route ne semble rien perdre de son attrait, comme en atteste la croissance du trafic. L'explication du phénomène réside dans le fait que la congestion perçue par chaque usager n'augmente pas sensiblement.

En même temps, les auteurs précités formulent l'hypothèse selon laquelle les automobilistes sont disposés à accepter une perte de temps pour franchir les goulets d'étranglement. 10 à 15 minutes d'attente paraissent être une limite acceptable, et ce n'est qu'au-delà de cette limite que les automobilistes commencent à modifier leur comportement et à opter pour des schémas de déplacement alternatifs. Cette hypothèse repose sur le constat que (aux

Pays-Bas) la longueur maximale des retenues à hauteur des goulets d'étranglement classiques reste stable depuis plusieurs années (Westland, 1997).

2.1.2. Mesurer la congestion : une analyse critique

Après avoir examiné le problème de l'unité à utiliser pour mesurer la congestion, la question qui se pose à présent est de savoir comment mesurer, dans l'un et l'autre cas, de manière correcte les coûts de congestion.

La congestion peut se définir comme un état du flux de trafic sur une infrastructure de transport caractérisé par de fortes densités et de faibles vitesses, par comparaison à une situation de référence type (faibles densités et vitesses élevées). Il convient de souligner que la congestion ne doit généralement pas être associée à des débits élevés : dans bien des cas, la congestion se traduit par des débits et des vitesses faibles. Le seul niveau de débit ne constitue donc pas un indicateur utile de la congestion (voir aussi NEA, 1996). Quant à la situation de référence type (congestion zéro), celle-ci évoluera en fonction des objectifs poursuivis par le processus décisionnel (décisions concernant l'infrastructure, décisions concernant la gestion du trafic, décisions concernant la tarification de la congestion, etc.).

Que l'on se place sous l'angle de l'action publique ou de l'action de l'utilisateur individuel, la congestion constitue une charge qu'il convient de traduire en coûts. Par souci de clarté et de rigueur comptable, il importe de distinguer entre les coûts de congestion subis par les quatre groupes suivants d'utilisateurs confrontés à une croissance de la congestion :

- a) surcoûts de déplacement à charge des usagers confrontés aux goulets d'étranglement et à la congestion ;
- b) surcoûts de déplacement à charge des usagers qui évitent la congestion en modifiant leur itinéraire ou leur heure de départ (suppression d'une partie de la demande génératrice de goulets d'étranglement) ;
- c) surcoûts de déplacement à charge des autres usagers du système de transport en raison des transferts de la demande induits par la congestion, tels que l'adoption par les usagers de la route de modes de transport collectifs (suppression d'une partie de la demande de trafic routier) ;
- d) réduction des avantages en raison d'une modification des activités et des schémas de déplacement induits par cette modification (suppression d'une partie de la demande de déplacements).

Les cas a) à c) conduisent à une réduction de la rente du consommateur, étant donné que l'activité reste au même niveau et que les avantages qu'il tire de la situation restent les mêmes. Les quatre cas peuvent donner lieu à la fois à des coûts privés (supportés par l'utilisateur responsable de la congestion) et à des coûts externes (supportés par autrui).

On peut dès lors, à partir de ces éléments, définir les coûts de congestion comme les coûts additionnels générés par l'existence de la congestion, comparativement à une situation de référence appropriée.

Lorsque l'on analyse les coûts de congestion en Europe, publiés dans les documents européens officiels (Livre Vert, OCDE, CEMT, DHV/Colquhoun, 1991), on est frappé par la disparité des chiffres. Cette disparité s'explique, notamment, par la multitude des méthodes utilisées, mais aussi par la confusion entre les coûts privés, externes et sociaux de la congestion. Dans le fameux Livre Vert de Kinnock (Kinnock, 1995), les coûts externes de la congestion en Europe, c'est-à-dire la part des coûts non supportés par les usagers responsables de la congestion, sont évalués à environ 2 pour cent du PIB. Ces informations ont été tirées d'une étude de l'OCDE (Quinet, 1994), qui a effectivement avancé un chiffre de 2 pour cent, mais cette fois pour les coûts sociaux de la congestion ! De plus, l'étude de l'OCDE avait limité son calcul des coûts sociaux aux surcoûts de déplacement supportés par les voyageurs subissant la congestion. Ces coûts comprennent donc les coûts privés (compensés par des avantages privés) et une partie seulement des coûts externes. D'une manière générale, les surcoûts dont il est fait état dans l'étude, ont été calculés par rapport à une situation de référence "fluide", ce qui est déjà en soi contestable, mais en plus en appliquant, dans la plupart des cas, une méthode de modélisation par affectation statique au réseau, qui est manifestement inadéquate pour estimer les coûts de congestion.

Depuis quelques années, la méthode d'estimation des coûts sociaux complets liés à l'usage de la voiture suscite un intérêt croissant. Cette méthode prend en compte les coûts non seulement environnementaux, mais aussi de congestion (Litman, 1997, Delucchi, 1997 et Kageson, 1993). On peut néanmoins lui adresser le reproche qu'elle est principalement axée sur les coûts environnementaux et qu'elle ne précise pas (du moins dans les sources citées) la façon dont les coûts de congestion ont été déduits.

On peut affirmer avec certitude que le chiffre fréquemment cité de 2 pour cent du PIB, s'agissant du coût de la congestion, ne repose pas sur des bases méthodologiques et empiriques claires et n'est guère plus qu'une estimation brute, qui ne saurait prétendre être un outil de référence pour l'élaboration de politiques sérieuses. Les calculs effectués par Gerondeau (1997) montrent qu'un chiffre de 0.3 pour cent pourrait être tout aussi plausible (un chiffre du même ordre a d'ailleurs été obtenu pour les coûts de congestion du réseau autoroutier hollandais, sur la base d'un système global de surveillance de la congestion).

La quasi-totalité des chiffres concernant les coûts de la congestion en Europe est basée sur la durée supplémentaire du déplacement par rapport à une situation de référence choisie. Cette durée supplémentaire du déplacement est ensuite traduite en un coût monétaire en valorisant, de manière adéquate, la perte de temps subie par les voyageurs et les marchandises et en intégrant les coûts supplémentaires de consommation de carburant.

Quelques commentaires peuvent également être formulés en ce qui concerne le choix de la situation de référence appropriée (voir aussi Gerondeau, 1997).

- a) Certaines estimations de la congestion prennent pour référence un ensemble de déplacements de porte à porte idéaux. Ces estimations sont obtenues en appliquant à la distance à vol d'oiseau un facteur de "détour" (par exemple 1.2) et certaines vitesses de déplacement dites idéales (100 km/h en rase campagne et 50 km/h en ville, par exemple). Dans l'une des études d'infrastructure européennes (DHV/Colquhoun, 1991), le niveau d'inefficacité du réseau a été déterminé en fonction de vitesses minimales de zone-à-zone (90 km/h pour les voitures et 80 km/h pour les camions). Or, en rapportant les conditions réelles de déplacement à cette situation de référence, on calcule plus les coûts d'un réseau routier inadéquat que les coûts de congestion.
- b) L'approche la plus fréquemment utilisée consiste à mettre en parallèle le réseau routier existant et le réseau "vide", celui-ci constituant la situation de référence. Cela signifie que le schéma de trafic réel est comparé à des déplacements effectués sur les itinéraires les plus courts à des vitesses maximales, même aux heures de pointe. De toute évidence, ce réseau vide constitue un étalon surréaliste. D'autant qu'un réseau qui satisferait à ces conditions aurait une configuration

très différente et serait tout aussi inefficace. En dépit de ces tares, ce sont des études s'inspirant de cette approche qui ont servi de base à l'étude de l'OCDE sur les coûts de congestion (Kinnock, 1995).

- c) Quelques études sont parties de l'hypothèse selon laquelle de faibles vitesses impliquent obligatoirement l'existence d'une congestion ou des rapports volume/capacité élevés trahissant sans ambiguïté possible l'existence d'une congestion (Transroute *et al.*, 1992). On utilise souvent la notion de niveau de service pour définir les conditions de référence (Bukold, 1997, par exemple). C'est là une approche manifestement plus raisonnable parce qu'elle permet de choisir les conditions dans lesquelles le réseau assume de manière optimale sa fonction de transport. Des calculs économiques ont été effectués aux Pays-Bas pour déterminer le niveau optimum du coût social d'un flux de trafic (Stembord, 1991). Il est apparu que le niveau optimum de congestion se situe aux alentours d'une probabilité de 2 pour cent (ce qui signifie que, sur une base annuelle, 2 pour cent du trafic quotidien sur un tronçon donné se trouvera confronté à un bouchon). C'est ce niveau qui sert de référence pour la quantification des coûts liés à la durée supplémentaire d'un déplacement.

2.1.3. Mesurer la congestion : propositions d'améliorations

Des estimations du coût économique de la congestion existent donc dans de nombreux pays européens et au niveau européen, mais leurs résultats ainsi que les méthodes et les hypothèses sur lesquelles elles s'appuient sont à ce point divergents que leur crédibilité est très faible. L'élaboration des politiques menées en matière de congestion doit, en Europe, se fonder sur des faits incontestables et comparables ainsi que sur des caractéristiques (mesurées ou estimées) relatives à la congestion des infrastructures et à leurs effets sur les déplacements. Les travaux en cours sur l'amélioration des méthodes de mesure de la congestion (voir notamment WP5, 1997) doivent être poursuivis sans relâche. L'inventaire des chiffres relatifs à la congestion établi aux fins du présent rapport a montré qu'une analyse plus rigoureuse et systématique des coûts de la congestion doit être conduite dans les pays européens. Il convient notamment :

- a) de clairement distinguer les coûts privés des coûts externes ;
- b) de clairement distinguer les usagers de la route des non-usagers ;
- c) de clairement distinguer les coûts de déplacement des autres coûts de congestion ;

- d) de clairement définir la situation de référence, de préférence sur la base d'une configuration de réseau normalisée et économiquement optimale ;
- e) d'établir et de valider une méthode de calcul type des éléments de coût ;
- f) de s'assurer que les chiffres concernant la congestion se rapportent aux éléments du réseau d'une part et aux déplacements de l'autre ;
- g) de s'assurer que les données relatives aux flux et aux vitesses soient corrélées aux heures.

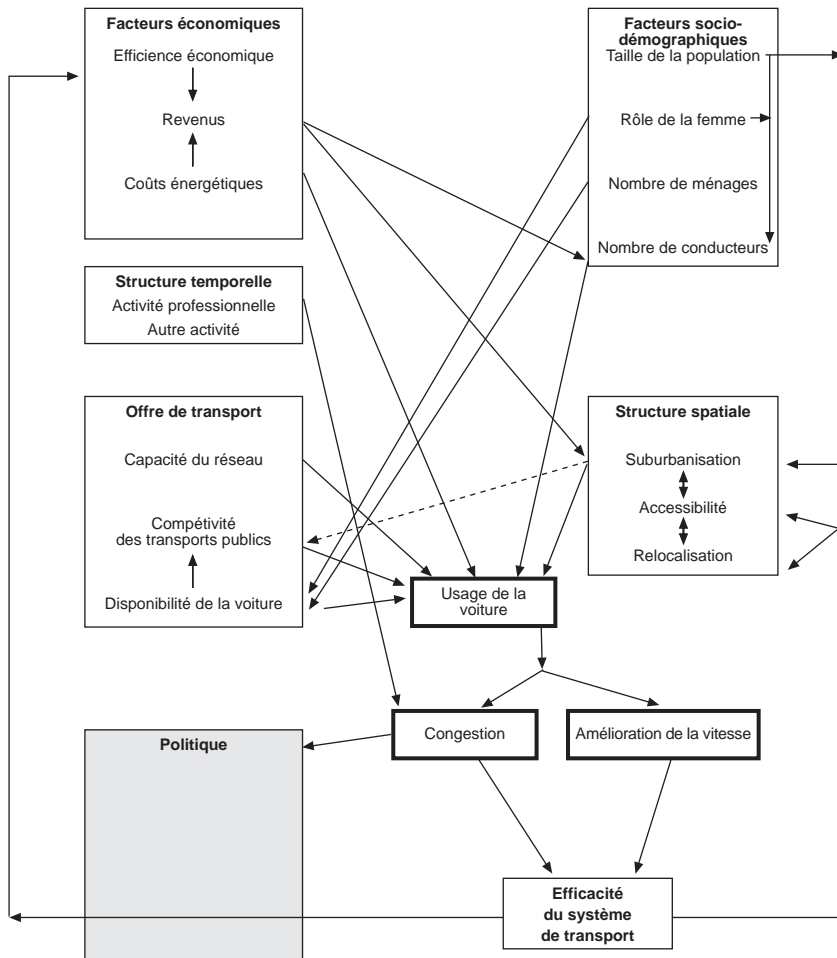
C'est probablement aux Pays-Bas que l'on trouve actuellement les meilleures statistiques en matière de congestion. Afin de démontrer les possibilités qu'elle offre sur le plan de l'information, la méthode hollandaise de collecte et de production de données sur la congestion est brièvement explicitée dans l'annexe à ce rapport (pour plus de détails, voir Ministère des Transports, 1996 et 1997 et NEA, 1997).

2.2. Causes de la congestion

La congestion est la résultante d'une multitude de facteurs. L'importance de chacun de ces facteurs varie dans l'espace et dans le temps. Si, d'une manière générale, les causes sont imputables à des facteurs d'offre et de demande, elles sont aussi, évidemment, interdépendantes. Les paragraphes ci-après proposent deux explications complémentaires permettant de mieux comprendre l'évolution de la congestion. La première concerne les forces externes qui accroissent la dépendance de la population des pays développés à l'égard de l'automobile (dans les pays en développement, cette dépendance est liée à d'autres facteurs et ne sera pas examinée ici). La seconde analyse la dynamique interne de la congestion et les processus du changement induit sur un réseau par la congestion.

La Figure 1 présente le diagramme des principales forces qui s'exercent du côté de l'offre et de la demande. Comme on peut le constater, il existe un grand nombre de forces secondaires et d'effets de rétroaction mais, aux fins d'une description "méthodique" des facteurs en présence, seules les forces principales ont été reproduites.

Figure 1. **Principaux facteurs externes responsables de la congestion**
 (les effets mineurs et de rétroaction ont été omis par souci de clarté ;
 les lignes en tirets représentent les forces négatives)



2.2.1. Facteurs socio-démographiques

Comme nous sommes de plus en plus nombreux à conduire, la demande de déplacements en voiture croît à l'avenant. L'augmentation du nombre de conducteurs est la résultante d'un ensemble de facteurs sous-jacents. Le premier de ces facteurs est la croissance démographique. Si la croissance

démographique naturelle en Europe est faible depuis le passage à l'âge adulte des enfants du *baby-boom*, l'Europe occidentale fait l'objet d'une immigration qui alimente sa croissance démographique. Un autre fait plus important, dont il convient de tenir compte lorsque l'on examine la demande de déplacements, est l'augmentation plus rapide du nombre de ménages par rapport à la croissance démographique générale, en particulier dans les franges des sociétés européennes les plus urbanisées. Cette augmentation s'explique, du moins en partie, par le nombre de plus en plus élevé de ménages de plus petite taille qu'auparavant (personnes seules, ménages monoparentaux et diminution du nombre d'enfants par ménage). Les ménages étant des unités de consommation et de production indépendantes, leur augmentation ne peut que se traduire par un accroissement du nombre de déplacements pour "entretien" et de la demande d'automobiles.

Un autre facteur important qui contribue à la croissance du nombre de conducteurs est la nouvelle place de la femme dans la société. Alors qu'elles accèdent de plus en plus à la vie active tout en continuant à assurer les principales tâches ménagères, les femmes sont souvent soumises à une plus forte pression espace-temps que les hommes. Il en résulte une demande accrue de l'usage de la voiture, tendance que confirme d'ailleurs l'augmentation du nombre de femmes titulaires du permis de conduire, tant en Europe qu'ailleurs dans le monde.

Un troisième facteur contributif est le vieillissement de la population consécutif à l'allongement de l'espérance de vie. Plus que par le passé, les personnes âgées sont aujourd'hui titulaires d'un permis de conduire et cette tendance devrait encore se renforcer à l'avenir. Leur contribution à la congestion est toutefois limitée dans la mesure où, la plupart d'entre elles étant à la retraite, elles ne se déplacent guère durant la pointe du matin. En revanche, elles peuvent contribuer à la pointe de l'après-midi.

2.2.2. Facteurs économiques

L'augmentation des revenus s'est traduite par une hausse générale du niveau de vie, symbolisée notamment par la possession d'une voiture. Compte tenu par ailleurs du coût relativement faible d'acquisition et d'utilisation (coûts énergétiques), le déplacement en voiture est devenu la norme pour un nombre croissant d'activités. Même si, d'une manière générale, les prix de l'énergie sont sensiblement plus élevés en Europe qu'aux États-Unis, l'usage de la voiture reste relativement bon marché. L'augmentation des revenus a, en toute

logique, réduit en partie le recours aux modes de transport de substitution. Elle influence également le choix du lieu d'habitation étant donné qu'elle facilite l'acquisition de logements privés dans la couronne suburbaine.

Une autre conséquence de la hausse des revenus, conjuguée aux coûts d'acquisition et d'utilisation relativement faibles de la voiture, est que l'usage de la voiture se généralise parmi les jeunes, qui sont sans doute la première génération à avoir "grandi" avec la voiture. Pour cette jeune génération, l'usage de la voiture semble être la norme, les modes de substitution étant de moins en moins connus et pris en compte.

L'accroissement du parc automobile est l'un des principaux facteurs contribuant à la congestion. Pourquoi produit-on tant de voitures ? Parce que la demande croît régulièrement et que nous sommes de plus en plus nombreux à prendre conscience de la commodité offerte par les véhicules privés et de l'utilité croissante de la voiture, eu égard à ses coûts et à ses avantages. Dans bon nombre de pays européens, l'industrie automobile tient une place importante dans l'économie nationale et est dès lors soutenue, directement ou indirectement, par des arguments sociaux. C'est là un autre facteur qui contribue à la popularité grandissante de la voiture.

Les coûts de possession et d'utilisation de la voiture ne reflètent pas l'intégralité des coûts sociaux qu'elle génère. En fait, le fossé qui a toujours existé entre les coûts individuels et les coûts externes générés par l'automobile constitue peut-être l'une des grandes erreurs commises eu égard à l'adoption, au cours de ce 20^{ème} siècle, de la technologie automobile. Il est permis de penser que si les coûts avaient été internalisés dès les premiers jours de l'ère automobile, bon nombre de problèmes rencontrés aujourd'hui auraient pu être évités.

Si, dans tous les pays, il existe une fiscalité assise sur l'acquisition et l'usage de l'automobile, la structure des taxes diverge quant aux effets qu'elles induisent sur les schémas d'utilisation de l'automobile. La plupart du temps, les taxes sur le carburant (et les taxes sur le stationnement lorsqu'elles ne sont pas forfaitaires) sont les seules à être assises sur l'utilisation. De plus, elles semblent fixées à des niveaux relativement bas et n'ont aucune incidence sur la congestion, étant donné qu'elles ne reflètent pas les variations dans l'espace et dans le temps. Seuls quelques pays (tels que la France, l'Italie et la Norvège) utilisent l'instrument de la tarification pour agir sur l'utilisation de l'infrastructure routière.

2.2.3. *Structure spatiale*

La relation complexe qui existe entre la structure urbaine, d'une part, et les technologies de transport, de l'autre, est reconnue depuis de longues années. Le rôle joué par la voiture particulière en ce qu'elle a facilité la suburbanisation des zones d'habitat d'abord et de l'emploi ensuite, n'est pas non plus contesté. Il importe par ailleurs de souligner que la faible densité des quartiers suburbains a une incidence très néfaste sur la compétitivité des transports publics et aussi, dans une certaine mesure, sur les modes non motorisés, ce qui explique la nécessité de disposer, dans ces quartiers, d'une voiture.

Sur le plan historique, la relation entre la suburbanisation et la congestion peut être subdivisée en deux périodes. Dans un premier temps, avec la suburbanisation des zones d'habitat, la congestion a commencé à principalement se manifester sur les voies de pénétration du réseau. Par la suite, avec la suburbanisation croissante de l'emploi et du commerce, la congestion est devenue un problème inhérent aux banlieues et s'est étendue des voies de pénétration aux voies circulaires.

Ces changements ont également une incidence sur la distribution spatio-temporelle des flux et donc sur la probabilité d'être confronté à une congestion plus ou moins importante. A l'époque où les déplacements s'effectuaient surtout en direction du centre-ville (et où les horaires de travail étaient plus ou moins fixes), les flux de trafic s'apparentaient à une vague "rentrante", la congestion devenant de plus en plus sensible à mesure que l'on approchait du centre. De nos jours, la congestion répond à des schémas plus complexes, tant dans l'espace que dans le temps.

Les schémas d'utilisation du sol en Europe ne sont pas les mêmes qu'en Amérique du Nord ou en Asie. Les villes européennes sont plus compactes et l'ancienneté des centres-villes y empêche souvent la mise en place d'infrastructures routières répondant à des critères de qualité élevés. Elles sont aussi de plus en plus confrontées à une suburbanisation du même type que celle observée en Amérique du Nord. Le phénomène diffère cependant sensiblement sur certains points. Ainsi, les banlieues européennes semblent présenter une plus grande densité que leurs consœurs américaines. De plus, le succès de l'automobile, même s'il va croissant en Europe, reste encore en retrait par rapport à la popularité dont elle jouit en Amérique, raison pour laquelle les conurbations européennes disposent d'une infrastructure ferroviaire plus développée qui, bien souvent, se prolonge jusque dans les nouvelles banlieues.

Ainsi donc, si la structure spatiale favorise la dépendance vis-à-vis de l'automobile en Europe, l'intensité du processus est un peu moins marquée qu'en Amérique.

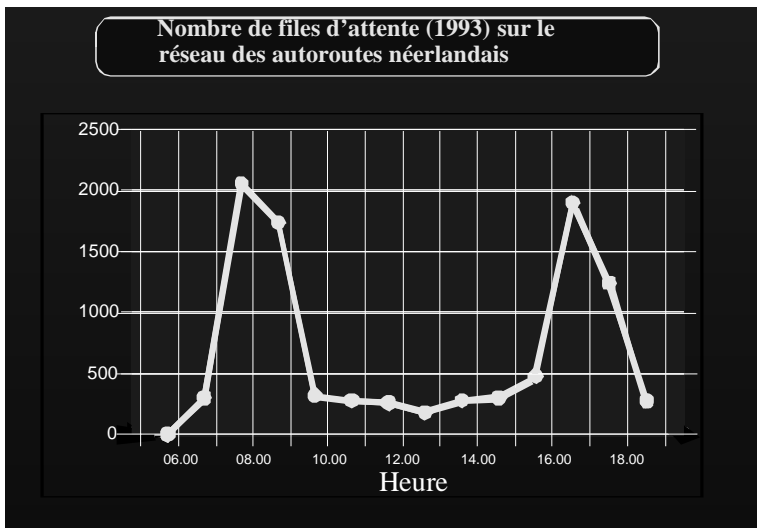
2.2.4. Facteurs liés à l'activité

La demande de déplacements découle, sauf dans quelques situations relativement exceptionnelles, de la demande d'activités exercées au bout de la chaîne de déplacements. La structure des activités est donc déterminée par des trajectoires espace-temps, qui sont elles-mêmes fonction du mode de vie que les individus souhaitent adopter, de la distribution spatiale des opportunités offertes (schémas d'utilisation du sol) et de la structure temporelle qui prévaut dans une société donnée.

La structure temporelle se trouve au coeur même du problème de la congestion. C'est ce facteur -- au demeurant fortement lié au contexte culturel -- qui pour l'essentiel détermine les schémas d'activité, en particulier pour ce qui est des horaires de travail quotidiens et des habitudes d'achat quotidiennes et hebdomadaires.

Étant donné que presque tout le monde commence à travailler entre 7 et 9 heures du matin, c'est également autour de ces heures-là que se concentrent la plupart des migrations alternantes. Après la journée de travail, qui aura duré mettons 8 heures, les retours commencent vers 4 heures de l'après-midi, cette heure pouvant varier en fonction de la durée de la journée de travail et de la longueur de la pause de midi. Quoi qu'il en soit, ces retours coïncidant avec un pic des déplacements d'achat, l'heure de pointe quotidienne survient de 16 à 18 heures. La Figure 2 montre clairement ce phénomène.

Figure 2. **Distribution moyenne de la congestion en cours de journée**



Source : Ministère des Transports, 1997.

La distribution des déplacements dans le temps au sein de chacune des pointes journalières dépend de l'amplitude de la plage horaire pour le début officiel du travail, de la souplesse des horaires de travail et du niveau de congestion auquel sont confrontés les navetteurs.

Le comportement en termes d'activités est dicté par la programmation personnelle des activités, professionnelles ou non. Les changements de programmation des activités professionnelles en raison de la congestion concernent à la fois les horaires de travail quotidiens, les jours de travail hebdomadaires et l'enchaînement des activités quotidiennes. Les changements peuvent également concerner la programmation des activités hors-domicile non professionnelles. Les principaux motifs invoqués pour la reprogrammation du travail sont la fiabilité décroissante et la durée du déplacement.

Des études "avant"- "après" effectuées par Tacken et De Boer (1989 et 1991) ont analysé la façon dont les salariés utilisent les plages mobiles pour éviter les pointes de trafic. L'étude "après" a été réalisée après que des améliorations eurent été apportées au boulevard périphérique ceinturant Amsterdam, améliorations qui se sont traduites par une diminution de la congestion à hauteur des anciens goulets d'étranglement.

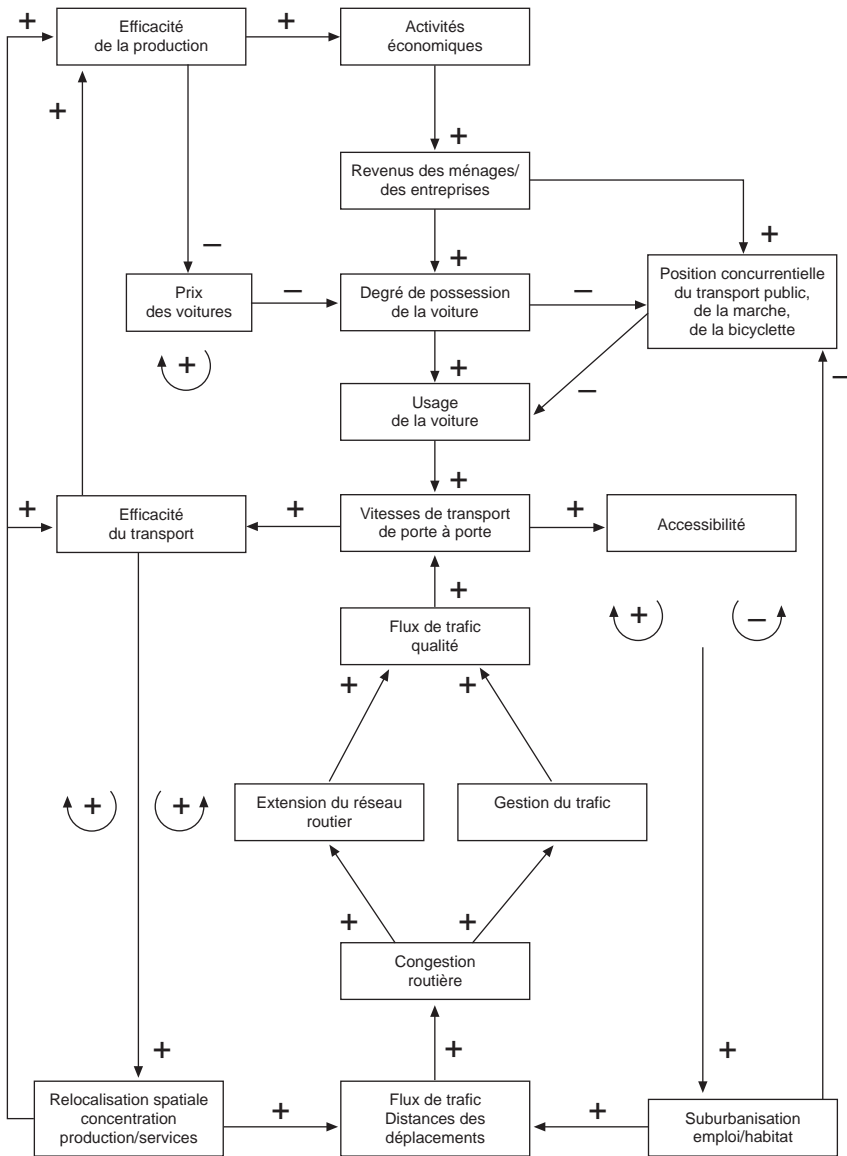
2.2.5. Les causes de la congestion : une vision systémique dynamique

Le problème de la congestion routière tel qu'il est apparu au devant de la scène au cours de la dernière décennie est un exemple typique d'un processus se renforçant et se réactivant de lui-même, avec différentes forces qui interagissent à court et à long termes et qui favorisent le recours à l'automobile. La Figure 3 présente, sous une forme simplifiée et condensée, un diagramme dynamique reproduisant les principales influences (au niveau des ménages et des entreprises) qu'exercent les uns sur les autres les facteurs endogènes dans le système économique et dans celui des transports.

Pour des raisons de clarté, les facteurs exogènes (décrits précédemment dans la Figure 1) qui jouent simultanément ont été omis, en dépit de l'influence certaine qu'ils exercent sur le niveau d'utilisation de la voiture et de congestion du trafic.

La disposition d'une voiture et l'usage qui en est fait (en termes de distance parcourue) sont les principaux moteurs d'un processus alimenté par le revenu disponible. L'utilisation de la voiture se traduit par une augmentation des vitesses de porte-à-porte et permet dès lors aux individus et aux entreprises de disposer d'une plus longue plage de temps pour l'exercice de leurs activités et d'accéder à un plus grand nombre d'avantages (accroître ses revenus, par exemple) dans les limites du budget "temps" disponible. L'abaissement du coût du terrain et du logement, qui, à son tour, favorise la dispersion de l'habitat, entre pour une part importante dans ces avantages. L'allongement des distances de déplacement, conjugué à la multiplication des déplacements provoqués par la croissance démographique, a accru la demande d'espace routier et a nécessité l'extension du réseau routier. La construction de vastes réseaux autoroutiers en Europe a permis de réduire, de manière spectaculaire, la durée de porte-à-porte des trajets à moyenne et longue distances et a, par la même occasion, accéléré les transferts spatiaux. L'amélioration du réseau routier a, dans le même temps, contribué de manière significative à un accroissement de l'efficacité économique et, partant, à une augmentation des revenus et un abaissement du coût de l'automobile, tendance que confirme la baisse des coûts par kilomètre parcouru (à qualité de conduite constante) et qui constitue un autre incitant puissant à la détention et à l'utilisation de l'automobile. Cette spirale est encore renforcée par la baisse de compétitivité subie par les modes de substitution à la voiture (marche à pied, bicyclette, transports publics) en raison de la dispersion spatiale et de l'allongement des distances.

Figure 3. **Modèle dynamique des facteurs contribuant à la congestion**



Ces processus en spirale doivent être pris en compte lors de l'élaboration des politiques de lutte contre la congestion routière. La vitesse de porte-à-porte constitue l'un des facteurs-clés de ce mécanisme, qui tend à s'amplifier avec l'augmentation des vitesses. L'un des objectifs prioritaires de toute politique de lutte contre la congestion consistera, dès lors, à contenir les vitesses de déplacement dans des limites économiquement tolérables.

L'action des pouvoirs publics en matière de lutte contre la congestion visera principalement à offrir la capacité requise à un niveau de service économiquement acceptable, tout en empêchant une nouvelle hausse des vitesses de déplacement.

2.3. Physionomie de la congestion en Europe

Les problèmes de congestion surgissent de manière ponctuelle dans le temps et dans l'espace et constituent dès lors un problème davantage urbain ou régional que national ou continental. Aussi le titre ci-dessus qualifie-t-il des situations qui surviennent dans certaines régions du continent. Le présent paragraphe propose et analyse quelques statistiques se rapportant à diverses régions européennes.

Quelques études ont tenté d'établir une typologie de la congestion des routes européennes afin de dresser un état des lieux du réseau en termes d'étendue, d'ampleur et de coût, tant au niveau européen que national.

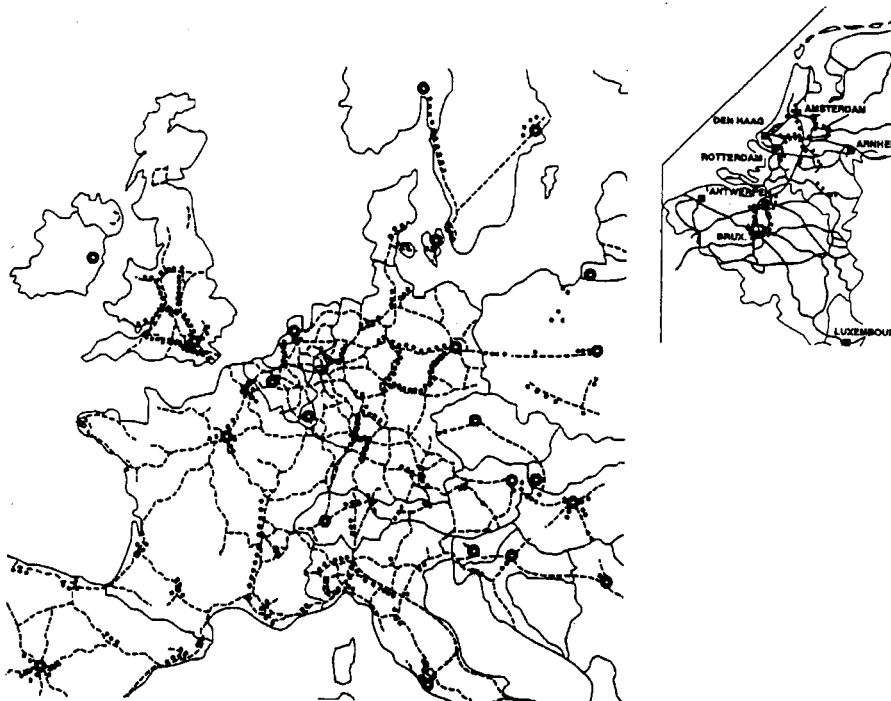
L'une de ces études (Transroute *et al.*, 1992) a révélé que la congestion affecte plus de 5 000 kilomètres (dont 3 800 kilomètres d'autoroutes) des 54 000 kilomètres de routes d'importance internationale que compte la Communauté Européenne (constituées pour moitié d'autoroutes). Cela signifie que près de 10 pour cent de ce réseau de haut niveau est touché. Les normes de capacité adoptées pour estimer le risque de congestion sont celles utilisées en Allemagne, à savoir 50 000 unités "véhicule équivalent" par jour pour une autoroute à 2 x 2 voies, 80 000 unités pour une autoroute à 2 x 3 voies et 110 000 unités pour une autoroute à 2 x 4 voies. Comme on le verra ci-après, ce chiffre de 10 pour cent est une valeur moyenne qui varie considérablement d'un pays à l'autre et, encore davantage, d'une région à l'autre et qui se concentre fortement dans l'espace.

A l'occasion d'une étude effectuée dans le cadre de la CEMT, les pays membres (1991-1992) furent invités à dresser l'état des lieux de la congestion sur leurs principaux axes routiers (CEMT, 1993 et aussi CEMT, 1995). La Figure 4 fait apparaître une myriade de points de congestion correspondant aux résultats de l'enquête. Malheureusement, les résultats obtenus dans les différents pays ne sont pas du tout comparables. La qualité et la quantité des réponses furent en grande partie dictées par le niveau de densité du trafic dans chaque pays. De plus, les seuils de "déclenchement" de la congestion étaient fort différents. Ce qui n'empêche pas la configuration spatiale de la congestion de se détacher très clairement, notamment aux alentours des conurbations fortement peuplées (Londres, Paris, Randstad, région de la Rhur, Athènes, etc.). En revanche, les pays scandinaves souffrent visiblement le moins de la congestion routière.

Cette étude et d'autres (Bukold 1992) montrent également que la contribution du trafic international à la congestion est très limitée. Pratiquement aucune liaison transfrontalière n'est touchée par la congestion, ce qui n'est guère surprenant compte tenu de la relative faiblesse des flux internationaux, tant en termes absolus que relatifs.

Aucune des études passées au crible ne parvient à mettre en évidence la dimension spécifiquement internationale de la congestion, telle que la contribution du trafic international. Ce constat vaut également pour la contribution spécifique du transport routier de marchandises, à l'exception cependant de l'étude DHV/Colquhoun, qui démontre que sur un coût annuel de 350 millions d'ECU généré par l'inadéquation du niveau de service offert au trafic routier, seuls 50 millions sont imputables au trafic de marchandises (1990).

Figure 4. Carte des principaux axes congestionnés du réseau routier européen



Source : CEMT, 1995.

2.3.1. *Qualité perçue de l'infrastructure routière*

Une comparaison internationale de la congestion du réseau routier européen n'est pas aisée eu égard au manque de données récentes et immédiatement disponibles. Il n'existe pas de données comparables assises sur une méthode de mesure satisfaisante (à une exception près, que nous examinons ci-après). Cela étant, certains indicateurs de congestion fournis par divers pays permettent néanmoins de se risquer à quelques hypothèses concernant les différentes causes de la congestion.

La congestion du réseau routier est fonction de l'offre d'infrastructures routières par rapport à la demande de déplacements. Le Tableau 1 livre quelques statistiques concernant l'offre d'infrastructures et la congestion dans quelques pays développés.

Tableau 1. **Paramètres de congestion du réseau et du trafic routiers dans différents pays**

	Réseau routier (km/1 000 hab.) 1993 (1)	Autoroutes (km/million hab.) 1993 (2)	Congestion (% des liaisons) 1993* (3)	Qualité perçue du réseau routier 1995 ** (4)
États-Unis***	14.5	331	--	9.0
Japon	6.2	37 (1987)	--	6.2
Royaume-Uni	6.2	56	24.1	5.9
Allemagne	7.6	136	7.9	8.3
France	15.8	129	4.5	8.5
Pays-Bas	6.1	141	14.8	5.9
Belgique	12.9	169	5.9	8.3
Danemark	13.7	127	0.0	9.1

* Part des liaisons autoroutières enregistrant plus d'une heure de congestion quotidiennement (Bukold, 1997).

** Échelle comprise entre 1 et 10 en fonction du niveau de qualité évalué par un groupe d'hommes d'affaires internationaux et de représentants des milieux professionnels (IMD, 1996).

*** Les données se rapportant aux États-Unis couvrent le réseau interétatique et les autoroutes urbaines (1994).

Les données du Tableau 1 montrent que l'offre d'infrastructures routières par habitant peut varier du simple au double, même dans les pays présentant un niveau de développement économique comparable. Le niveau de congestion, mesuré à l'aide d'un indicateur relativement objectif (colonne 3), est clairement fonction du niveau de l'offre (colonnes 1 et 2). Ce lien est corroboré par un indicateur de la qualité perçue par un groupe d'hommes d'affaires internationaux (colonne 4).

Le rôle joué dans ce contexte par les autoroutes est frappant. Alors que dans la plupart des pays, les autoroutes ne composent que 1 pour cent du réseau routier total, elles s'adjugent environ 25 pour cent de tous les voitures-kilomètres réalisés (Brühning, 1997 et Coughlin, 1994). Aux Pays-Bas ces chiffres sont respectivement de 2 pour cent et 40 pour cent. Ce phénomène s'explique principalement par la capacité des autoroutes, qui peut être plus de dix fois supérieure à celle d'une route ordinaire à deux voies. Ce dernier type de voirie est souvent considéré comme saturé dès que le débit atteint 10 000 véhicules par jour.

En dépit de cette capacité largement supérieure, les problèmes de congestion concernent principalement les autoroutes urbaines et suburbaines.

Une comparaison sur une base seulement nationale ne permet pas de mettre en lumière, de manière réaliste, les traits typiques de la congestion routière. C'est pourquoi, on la complétera par une série d'analyses comparatives plus représentatives des spécificités locales.

2.3.2. *La congestion en Europe : quelques comparaisons*

Si, rapportée aux normes américaines, la mobilité européenne paraît fortement tributaire des transports publics (Pucher et Lefevre, 1996), un examen des statistiques européennes met en évidence le rôle crucial joué par les réseaux routiers en Europe et les problèmes de congestion importants que l'on rencontre sur certaines de ces routes. Le réseau routier est le composant le plus versatile de l'infrastructure de transport puisqu'il accueille à la fois des voyageurs et des marchandises, des transports privés et publics et est ouvert aux utilisateurs individuels (de voitures), contrairement au réseau ferré dont l'accès est plus limité. Ainsi, quelque 85 pour cent de tous les voyageurs-kilomètres réalisés en Europe occidentale le sont à l'aide de voitures ou de camionnettes, le réseau routier accaparant par ailleurs une part importante du transport de marchandises (Ministère des Transports, 1996). La

route est la clef de voûte des infrastructures de transport et, à ce titre, toute détérioration de son efficacité en raison de la congestion attire bien des regards, en Europe comme ailleurs dans le monde.

Les travaux réalisés par l'ECIS sur les goulets d'étranglement dans l'infrastructure européenne (Bukold, 1997) constituent peut-être la première étude véritablement comparative consacrée à la distribution de la congestion routière en Europe. Cette étude propose une description comparable des conditions de circulation actuelles (1993/1994) sur les grands réseaux routiers européens, composés de 13 000 liaisons et comprenant toutes les autoroutes. A cette fin, tous les réseaux nationaux ont été analysés sur la base d'une batterie type d'indicateurs de performance reflétant un niveau de service (LOS) comparable à l'étalon de mesure défini par les normes américaines. Un goulet d'étranglement congestionné se caractérise par le niveau de service LOS E (faibles vitesses, débit instable) ou F (trafic discontinu avec circulation en accordéon).

Les liaisons qui enregistrent les flux de trafic les plus denses, soit plus de 50 000 véhicules par jour, se situent -- on ne s'en étonnera guère -- dans les conurbations à forte densité de population, telles que la région de Londres, les corridors Nord-Sud du Royaume-Uni, le couloir rhénan (Randstad, Ruhr, Rhin-Main), la région parisienne et la vallée du Rhône, le Nord de l'Italie ainsi que les régions de Madrid et de Barcelone. Mesurés à l'aune du critère LOS, la plupart des goulets d'étranglement se concentrent au Royaume-Uni, en Espagne et dans le couloir rhénan, ainsi que, quoique dans une moindre mesure, en Autriche, en Pologne et en République Tchèque. En revanche, la capacité du réseau routier français paraît suffisante, sauf dans quelques zones urbaines.

L'observation de la durée de la congestion sur certaines liaisons du réseau routier permet d'encore mieux appréhender la situation en ce qui concerne les goulets d'étranglement. La mesure de la congestion en heures rend en effet compte de manière plus précise de l'ampleur réelle du problème en Europe. Il apparaît ainsi que les goulets d'étranglement sévères (plus de trois heures de retenue par jour en moyenne) sont relativement rares et qu'ils se produisent principalement aux portes des grandes villes (voir Tableau 2).

D'après l'étude ECIS, les pays européens présentent des différences marquantes en ce qui concerne le nombre et la proportion de liaisons congestionnées. L'Espagne et le Royaume-Uni affichent des proportions exceptionnellement élevées. Les Pays-Bas et l'Italie totalisent aussi une part

élevée de liaisons gravement embouteillées par rapport à d'autres pays. En revanche, la Scandinavie est pratiquement exempte de goulets d'étranglement. A quelques rares exceptions près, le problème des goulets d'étranglement en Europe est donc pour l'essentiel un problème touchant les centres urbains plutôt que les liaisons à longue distance ou transfrontalières.

Tableau 2. Durée de la congestion sur les grands axes et part du réseau touché (en pour cent)

Pays	Durée des goulets d'étranglement quotidiens				
	0 heure	1 heure	2 heures	3 heures	> 3 heures
Autriche	95.5	0	0	3.0	1.5
Belgique	94.1	2.3	0.9	0.9	1.8
Danemark	100	0	0	0	0
Finlande	100	0	0	0	0
France	95.5	0	0.5	0.5	3.6
Allemagne	92.1	0.6	0.8	1.2	5.3
Grèce	98.8	0	1.3	0	0
Irlande	86.2	3.5	0	3.5	6.9
Italie	90.6	0	0.8	2.4	6.3
Luxembourg	100	0	0	0	0
Pays-Bas	85.2	3.8	2.8	3.1	5.2
Portugal	94.9	0	0	0	5.1
Espagne	81.1	0.9	1.8	0.9	15.3
Suède	100	0	0	0	0
Suisse	93.6	0	0	0	6.4
Royaume-Uni	75.9	3.7	6.5	2.8	11.1

Source : Bukold, 1997.

L'étude unique de l'ECIS permet de tirer les conclusions suivantes :

- a) La congestion en Europe se confine principalement aux zones urbaines et à proximité de ces zones. Les améliorations devraient être ciblées sur l'infrastructure (rail léger urbain, rail lourd régional, rocade, tunnels et voies de contournement locales) des grandes villes et des conurbations, telles que celles du Randstad et de la Ruhr.

- b) Le tableau est très contrasté d'un pays à l'autre. Même si aucun pays (sauf la Scandinavie) n'échappe au phénomène, seuls quelques-uns sont confrontés à une congestion aiguë. Un certain nombre de facteurs sous-jacents peuvent expliquer cette différence : forte poussée de la demande de transport en raison du développement économique ou de la croissance démographique (Espagne et Pologne, par exemple), sous-investissement persistant (Royaume-Uni notamment) et contraintes environnementales ou problèmes de limitations physiques (Pays-Bas et Allemagne, par exemple).
- c) La plupart des goulets d'étranglements et des routes fortement congestionnées coïncident avec des zones à forte densité de population. La construction de nouvelles routes n'est bien souvent plus possible en raison de sévères contraintes environnementales et spatiales. La tarification routière, la construction d'itinéraires de contournement pour le trafic de transit et l'amélioration des transports collectifs (autobus, tramway et train) figurent parmi la panoplie des mesures-clefs de la lutte contre ce fléau.

2.3.3. Comparaison des réseaux routiers de trois conurbations

Afin de mieux cerner les facteurs sous-jacents qui contribuent à la congestion du réseau routier de la région du Randstad, le Ministère néerlandais des Transports a commandité une étude comparative internationale portant sur trois régions similaires (Hilbers *et al.*, 1996, 1997). Cette étude compare les profils d'utilisation des grands axes routiers de la région du Randstad, de la région de la Ruhr et du triangle formé par Anvers, Gand et Bruxelles, et analyse ces profils à la lumière de certains facteurs-clefs, tels que l'offre d'infrastructures, la configuration spatiale, les schémas de mobilité et les paramètres socio-économiques.

Ces trois régions sont constituées de conurbations fortement peuplées et présentent une taille et une structure comparables. Or, il est intéressant de noter que le niveau de congestion autoroutière (exprimée en part du réseau enregistrant en moyenne plus de trois heures de retenues par jour, voir Tableau 3) diverge fortement. Selon l'étude ECIS (Bukold, 1997), le réseau du Randstad affiche le niveau de congestion de loin le plus élevé ; dans la Ruhr, la congestion n'atteint que la moitié de ce niveau ; quant à la Flandre, elle ne compte qu'un nombre négligeable de liaisons enregistrant trois heures ou plus de congestion journalière.

**Tableau 3. Typologie des réseaux routiers et de la mobilité :
les cas du Randstad, de la Ruhr et de la Flandre**

	Randstad	Ruhr	Flandre
Part (%) des liaisons enregistrant			
< 1 h de congestion	85	90	95
> 3 h de congestion	5.2	2.5	1.8
Volume de trafic quotidien par voie (véhicule/jour)			
tous axes principaux confondus	10 000	8 100	8 000
autoroutes	16 800	13 200	13 600
Voiture/km par habitant et par jour			
Autoroutes	8.1	6.9	7.7
autres axes principaux	1.9	2.6	4.3
Densité du réseau (km/1 000 km²)			
Autoroutes	115	120	80
autres axes principaux	105	185	180
Capacité du réseau par habitant (voie-kilomètre/million habitants)			
Autoroutes	480	523	571
autres axes principaux	320	460	690
Mobilité des personnes (kilomètre/habitants)			
tous modes, tous motifs	32.5	22.5	34.4

Source : Bukold, 1997 et Hilbers *et al.*, 1997.

Comme on pouvait s'y attendre à la lumière de l'étude ECIS, le réseau autoroutier du Randstad est utilisé de manière beaucoup plus intensive que dans les deux autres régions, puisque la densité des véhicules par voie y est de 25 pour cent supérieure. Cette densité plus élevée s'explique avant tout par le rapport entre l'offre d'infrastructures routières d'une part, et le nombre d'habitants et la taille des régions d'autre part. Alors que l'offre autoroutière est plus ou moins comparable à celle des autres régions, le Randstad se démarque nettement de celles-ci par l'offre de routes principales et secondaires, qui constituent un réseau beaucoup moins maillé et moins dense.

De plus, le réseau autoroutier du Randstad se caractérise par un degré d'accessibilité plus élevé en termes de points d'entrée et de sortie. Les rocade (ceinturant Amsterdam, Rotterdam et Utrecht) sont aussi beaucoup plus proches des zones bâties que dans les autres régions. Il s'ensuit que les habitants du Randstad, s'ils peuvent accéder plus facilement au réseau autoroutier, sont plus nombreux à se partager la ressource rare que constitue l'espace routier disponible. Tous ces facteurs expliquent la pression relativement forte qui s'exerce sur les autoroutes du Randstad, qui se caractérisent au demeurant par l'abondance des trajets à courte distance.

Un deuxième facteur réside dans le niveau de mobilité des habitants des régions respectives. Alors le Randstad et le triangle flandrien affichent un kilométrage quotidien par habitant sensiblement identique, les habitants de la région de la Ruhr se déplacent beaucoup moins (22.5 kilomètres). Cette disparité découle en partie de la distribution spatiale des activités, qui se traduit notamment par une forte concentration de l'emploi dans les centres-villes de la Ruhr et un plus grande proximité des activités déployées par ses habitants. Dans la Ruhr, la demande de logements est dans une large mesure couverte par le marché local, ce qui favorise l'émergence de schémas d'activité beaucoup plus limités dans l'espace. A l'inverse, la distribution spatiale dans la région du Randstad est beaucoup plus dispersée, ce qui se traduit notamment par un plus grand éloignement des zones d'habitat par rapport aux bassins d'emploi.

Il est intéressant de se pencher sur les investissements d'infrastructure prévus dans les trois régions (Hendriks *et al.* 1997). C'est l'infrastructure ferroviaire (transports publics) qui absorbe la plus grande part des investissements dans les trois régions. Si, dans le Randstad et la Ruhr, cette part est de 55 pour cent, en Flandre elle se rapproche des 80 pour cent. Il importe de noter que l'essentiel de ces investissements ferroviaires vont à l'amélioration de l'accessibilité interrégionale, en particulier dans le cadre du réseau ferroviaire européen à grande vitesse. En ce qui concerne l'infrastructure routière, on constate que pratiquement aucune nouvelle liaison ne sera construite au cours des prochaines décennies. La plupart des investissements seront en effet consacrés à la mise à 2 x 3 ou 2 x 4 voies des liaisons existantes. On peut donc affirmer, sans crainte de se tromper, que les investissements ferroviaires, axés sur les prestations de transport à longue distance, ne contribueront pas à désengorger le réseau, à l'inverse des investissements routiers.

En conclusion, on peut dire que les niveaux de congestion élevés enregistrés aux portes des grandes zones urbaines résultent de la combinaison de deux facteurs, l'un et l'autre associés à la forte densité de population :

- réduction de l'espace disponible pour les infrastructures routières ;
- forte densité de la demande (nombre plus élevé d'usagers par unité d'espace routier).

2.3.4. *La congestion perçue par les individus*

Les rares informations disponibles concernant la congestion européenne permettent néanmoins de formuler quelques observations. Dans la plupart des pays européens, la part du réseau autoroutier enregistrant plus d'une heure de bouchons quotidiennement est de +/- 10 pour cent, voire moins (voir Tableau 2).

Cette situation est-elle alarmante ? Les documents officiels nationaux et communautaires, de même que les médias, brossent de la congestion un tableau apocalyptique : bouchons quotidiens et récurrents par centaines, heures de travail perdues par millions chaque jour dans les queues et écus envolés par milliards chaque année à cause de la congestion routière. La congestion est, à n'en point douter, l'un des problèmes les plus souvent cités dans le domaine des transports. Or, comme se plaît à le souligner Coughlin (1994), la définition du problème est un processus politique. Les parties concernées (industrie, groupes de pression écologistes, etc.), si elles utilisent des définitions sans doute différentes, peuvent cependant avoir toutes intérêt à élaborer des scénarios "catastrophe". A en croire certains, les réseaux européens seraient près de l'implosion. La situation est-elle réellement aussi catastrophique ?

Il n'est peut-être pas inutile, à ce stade, de poser la question sous une autre forme. Ainsi, au lieu de déverser des statistiques sur la masse (impressionnante) d'heures perdues, peut-être serait-il plus intéressant de s'interroger sur les questions suivantes : le réseau remplit-il correctement sa mission de transport ? Combien de voyageurs sont confrontés journalièrement à la congestion ? Pendant combien de temps ?

Avant de tenter de répondre à ces questions, il est bon de mettre en perspective des chiffres globaux concernant l'ensemble du réseau. Aux Pays-Bas qui, avec le Royaume-Uni, sont le pays d'Europe occidentale qui souffre le plus de la congestion, la perte de temps imputable à la congestion autoroutière est évaluée à 2 pour cent de la durée totale des déplacements

automobiles, les coûts de congestion générés par cette perte de temps s'élevant à environ 0.25 pour cent du PIB. Ce surcoût est évidemment supporté par une part relativement faible des personnes qui se déplacent étant donné la forte concentration de la congestion dans le temps et dans l'espace.

Des études effectuées pour le compte de la Fédération Routière Française confirment les chiffres cités dans de nombreuses autres sources nationales, selon lesquels les Européens qui se rendent chaque jour au travail en voiture (soit 80 pour cent des personnes utilisant des moyens de transport motorisés) accomplissent en moyenne le trajet domicile-travail en 20 minutes (Gerondeau, 1997). Ce trajet prend plus de 30 minutes pour tout au plus 10 pour cent d'entre eux. Compte tenu du fait que la plupart de ces déplacements ont lieu à l'heure de pointe, rien ou presque n'atteste d'un niveau de congestion élevé du réseau routier. Seuls 10 pour cent de ces navetteurs font état de bouchons quotidiens sur le chemin du travail ce qui, par corollaire, signifie que 90 pour cent d'entre eux ne sont pas confrontés au problème de la congestion, même durant l'heure de pointe. Le Tableau 4 permet de se faire une idée du pourcentage de navetteurs qui déclarent être confrontés quotidiennement à un grand nombre de bouchons sur le trajet domicile-travail.

Tableau 4. Durée moyenne des trajets domicile-travail effectués en voiture et pourcentage des navetteurs confrontés au phénomène de la congestion

Pays	Part des navetteurs confrontés au phénomène de la congestion	Durée moyenne du trajet domicile-travail effectué en voiture (minutes)
France	7	18
Allemagne	4	25
Pays-Bas	11	23
Italie	12	17
Royaume-Uni	19	17
Moyenne européenne	10	19

Source : Gerondeau (1997).

Ces chiffres mettent une nouvelle fois en exergue la situation favorable de la France en termes de congestion et, à l'inverse, les conditions plutôt pénibles qui prévalent au Royaume-Uni. Eu égard au fait que la congestion reste un phénomène relativement rare en dehors des heures de pointe, les chiffres ne corroborent pas l'idée selon laquelle la congestion serait extrêmement aiguë.

En conclusion, il est permis d'affirmer que la congestion reste un phénomène plutôt rare au regard de la taille du réseau autoroutier et du volume total des déplacements effectués sur le réseau routier, même dans les régions urbanisées d'Europe.

3. LES RÉPONSES COMPORTEMENTALES A LA CONGESTION ET AUX POLITIQUES

La congestion est un phénomène dynamique. Son intensité varie constamment dans le temps, et à plus forte raison sur de longues périodes d'observation. Elle s'étale généralement dans le temps et dans l'espace, en particulier à la périphérie des grandes zones urbaines. Toutefois, ces tendances ne se répercutent pas automatiquement sur le niveau de congestion perçu par l'utilisateur individuel.

Pour correctement appréhender les réponses apportées par les différents acteurs à la situation changeante et élaborer des stratégies efficaces de lutte contre la congestion, il convient de subdiviser les acteurs-clefs en trois grandes catégories. Il y a d'abord le comportement du voyageur individuel qui prend lui-même ses décisions concernant les déplacements qu'il compte entreprendre et leur programmation dans le temps, le choix modal, la destination, etc. Il y a ensuite les entreprises dont les choix seront dictés par des variables différentes. Chaque acteur est concerné par des facettes différentes de la congestion et dispose d'un éventail différent de réponses possibles. D'autre part, sur un plan purement arithmétique, les voyageurs individuels pèsent d'un poids autrement plus lourd que les entreprises, moins nombreuses en termes de véhicules et de décideurs déterminants pour les schémas de déplacement.

Troisième acteur, enfin, les pouvoirs publics de tous niveaux dont l'action (ou l'inaction) influe sur le profil de la congestion, son ampleur et sa distribution dans le temps et dans l'espace. Les pouvoirs publics élaborent sans doute leurs politiques sur la base d'études et d'évaluations. Malheureusement,

les mesures politiques sont souvent adoptées pour répondre à des pressions politiques à court terme, c'est-à-dire sans les travaux préparatoires sur lesquels ce type de mesures doivent nécessairement s'appuyer. Les réponses apportées au problème de la congestion par les pouvoirs publics seront évoquées à la section 4, en même temps que seront examinées les options politiques.

Comment les usagers (voyageurs et chargeurs) et les prestataires de transport réagissent-ils face au niveau changeant de la congestion ? La réponse à cette question est cruciale pour l'élaboration des politiques de lutte contre la congestion. Dans la présente section, nous examinerons la réponse qui y est apportée par deux acteurs importants : les usagers qui voient leur mobilité entravée par la congestion et les entreprises ou les chargeurs qui subissent des coûts divers. Les réponses apportées par le troisième acteur-clef, à savoir les pouvoirs publics appelés à veiller à la qualité du service dans la mesure où elle influe sur les avantages sociaux et les coûts des systèmes de transport, seront examinées à la section 4, consacrée aux questions politiques.

3.1. La réponse des usagers à l'évolution de la congestion¹

Tout déplacement génère, d'une part, une utilité positive découlant dans la plupart des cas de l'activité déployée à l'arrivée (et dans des cas relativement rares du déplacement lui-même) et, d'autre part, une utilité négative (ou désutilité) associée à l'effort accompli pour se déplacer. Lorsque le niveau de congestion croît, la désutilité du déplacement se modifie, ce qui pousse l'individu à reconsidérer l'utilité de son déplacement. Cette remise en cause peut déclencher une ou plusieurs réponses dans le temps, qui seront fonction d'une multitude de facteurs que nous analyserons ci-après.

La présente section examine une série de facettes comportementales de la réponse apportée par l'individu à la congestion. Après une analyse conceptuelle du profil des réponses apportées aux changements qui interviennent dans les conditions de déplacement, nous décrirons la dynamique du processus et identifierons, en guise de conclusion, l'éventail des réponses possibles. Cet éventail de réponses, parmi lesquelles l'individu choisira celle qui lui paraîtra la meilleure, est vaste, d'autant que chaque démarche peut répondre à plusieurs objectifs différents.

Comme dans la plupart des cas le problème soulevé est celui de la congestion croissante, la présente discussion part de l'hypothèse que les voyageurs sont, au fil du temps, confrontés à des temps de parcours de plus en plus longs et de moins en moins prévisibles. Nous examinerons cependant également les situations de congestion décroissante.

L'individu confronté au phénomène de la congestion croissante subit un mécontentement grandissant qui, lorsqu'il atteint un certain seuil, déclenche une évaluation de la situation. Salomon et Mokhtarian (1997) voient les choses de la manière suivante : l'individu procède à une mise en cause dès qu'un niveau de mécontentement est atteint. Fort de l'expérience acquise à l'occasion d'ajustements antérieurs à la congestion, il identifie les options possibles en vue d'un nouvel ajustement, les évalue et retient finalement celle qui lui paraît la mieux à même de réduire son insatisfaction, fût-ce provisoirement.

Dès qu'un choix a été opéré et qu'une ligne de conduite a été adoptée, l'insatisfaction devrait avoir été atténuée, du moins temporairement. Dans un contexte de congestion croissante, un nouveau seuil d'insatisfaction risque cependant d'être atteint, déclenchant par la même occasion une nouvelle quête de solutions. Dans ce cas d'espèce, rien ne dit que les solutions adoptées précédemment seront toujours réalisables ou souhaitables. A l'inverse, il est également possible de revenir à plusieurs reprises la même alternative, qu'il s'agisse de modifier l'heure de départ du déplacement domicile-travail-domicile ou d'adapter l'itinéraire. Prenons, par exemple, une situation ayant amené l'individu à opter dans un premier temps pour une série de stratégies de faible coût et ensuite seulement pour une stratégie de coût élevé telle que le transfert du logement. Rien n'empêchera l'individu de réenvisager, à des stades ultérieurs, les stratégies de faible coût.

L'aspect novateur de ce modèle réside dans trois éléments. Premièrement, il traite la question du déclenchement de la recherche de solutions par une identification de la dynamique du processus. Deuxièmement, il souligne -- toujours sous l'angle de la dynamique -- les possibilités de choix limités qui s'offrent à l'individu. Troisièmement, il examine les conséquences des "impacts latéraux", notamment sous l'angle de la réponse comportementale.

La mobilité et les migrations alternantes sont indissociablement liées aux autres aspects de l'existence de l'individu. Ils ne sont qu'un chaînon dans un vaste programme d'activités impulsées par différentes motivations et soumises à diverses contraintes. C'est dans ce contexte élargi qu'il convient d'analyser les réponses comportementales apportées à la congestion.

3.1.1. *La dynamique des réponses à la congestion*

La dynamique de ce processus mérite que l'on s'y attarde eu égard notamment à l'effet positif que cette analyse peut avoir sur l'efficacité de l'intervention politique. La programmation dans le temps d'une décision d'ajustement ou la réflexion concernant une décision dépendent, entre autres choses, de l'historique de ces ajustements.

L'individu confronté au phénomène de la congestion et aux coûts croissants qu'elle entraîne sera probablement amené, une fois un certain seuil d'exaspération atteint, à rechercher des solutions pour palier tout ou partie de ces coûts. Le temps qui s'écoulera avant que ne soit franchi ce seuil dépendra de l'ancienneté du précédent ajustement comportemental, de la nature de cet ajustement et du rythme de croissance de la congestion.

La question du temps nécessaire à la réflexion et à la prise de décision concernant les réajustements à apporter doit être convenablement appréhendée pour que l'élaboration de la politique trouve tout son sens. Le temps sera notamment fonction des coûts de transaction. Le transfert du lieu d'habitation, par exemple, n'est pas une décision qui peut être prise sur un coup de tête, contrairement à un changement d'itinéraire, par exemple. Ainsi donc, lorsqu'une situation change ou lorsqu'une politique est introduite, l'individu aura tendance à se rabattre sur toutes les réponses potentielles imaginables. C'est là un point très important dont il convient de tenir compte pour l'évaluation de la politique. Dès lors qu'une mesure politique ferait l'objet d'une évaluation avant que les individus aient eu le temps d'y apporter toutes les réponses probables, le risque d'adopter des décisions prématurées serait réel. Le cas de la *Santa Monica Diamond Lane* (Californie) est à cet égard exemplaire (Billheimer, 1978). Rappelons brièvement les faits. Une voie réservée aux voitures transportant un nombre minimum de passagers a été supprimée en 1976 peu après son inauguration en raison des pressions exercées par des hommes politiques et par la presse. Les voyageurs n'ont donc pas eu le temps d'effectuer les ajustements nécessaires (ce qui ne signifie pas que le projet eût été couronné de succès s'il avait été maintenu tel quel ; en revanche, il est certain que la précipitation avec laquelle il a été retiré n'a pas laissé aux usagers le temps d'opérer les ajustements suffisants). Un autre exemple nous vient des Pays-Bas, où un essai de mise en service, en 1994, d'une voie bidirectionnelle réservée aux véhicules à taux élevé de remplissage sur l'autoroute A1 fut abandonné avant que les usagers n'aient eu le temps d'adapter leur comportement en conséquence.

L'une des autres facettes de cette dynamique est que si certaines réponses sont réversibles (modification de l'heure de départ, par exemple), d'autres ne sont pas perçues comme telles. Il en résulte que les réponses non-réversibles et donc les décisions qui s'y rapportent devront s'appuyer sur une plus grande masse d'informations, allongeant ainsi, en principe du moins, le temps de réponse.

La complexité de la dynamique du mécanisme de réponse souligne donc l'importance qu'il y a à bien "localiser" dans le temps le décideur potentiel de manière à pouvoir évaluer les diverses options qui s'offrent à lui et les caractéristiques de ces options telles que les perçoit l'individu.

3.1.2. *L'éventail des choix*

L'éventail "universel" couvre une vaste panoplie de réponses raisonnables à apporter en fonction de l'évolution de la congestion. Chaque individu n'aura pas nécessairement à choisir dans l'éventail complet des réponses et pourra n'être confronté qu'à une partie des réponses possibles. Le choix de chacun sera aussi dicté par une série de contraintes étant donné que toutes les réponses possibles ne seront pas nécessairement disponibles. L'éventail des ajustements possibles peut être classé selon diverses approches.

Stern, Bovy et Tacken (1995) ont proposé une structure hiérarchisée qui s'appuie d'une part sur la fréquence croissante des choix et une distinction entre les réponses en fonction de leurs horizons temporels et d'autre part sur le champ décroissant couvert par ces choix. Cette structure facilite l'analyse des décisions prises dans des contextes spatio-temporels différents.

Prenant en compte le vaste contexte dans lequel s'inscrit le comportement adopté en réponse à une situation, qui peut intégrer des éléments autres que la réaction immédiate à une congestion croissante (ou décroissante), Salomon et Mokhtarian (1997) ont identifié un large éventail de réponses possibles, dont certaines, même si elles sont passives, n'en sont pas moins pertinentes.

En passant en revue la liste des réponses potentielles, on remarquera qu'il ne s'agit, pour bon nombre d'entre elles, pas exclusivement de réponses à la congestion mais, au contraire, d'actions qui peuvent être également engagées en réponse à d'autres stimuli. Alors que les politiques des transports visent généralement à modifier certaines caractéristiques des déplacements, la liste ci-après montre que certaines réponses en sont très éloignées et touchent à

d'autres sphères de l'existence. Qui plus est, les réponses ont, comme on le soulignera ci-après, des impacts latéraux non seulement sur le navetteur, mais aussi sur d'autres personnes composant le ménage.

Goodwin *et al.* (1992) ont proposé une classification très utile des diverses réponses qui peuvent être apportées au problème de la congestion. Les stratégies de réponse ont été hiérarchisées en fonction principalement de l'effort à fournir pour faire face au changement, ce qui débouche sur un classement à quatre niveaux distinguant :

- 1) les actions destinées à accroître l'utilité du comportement existant ;
- 2) les actions qui modifient le comportement en termes de mobilité tout en maintenant le schéma d'activité existant ;
- 3) les actions qui modifient le schéma d'activité ;
- 4) les actions visant à modifier les contraintes et à élargir le choix des activités et les possibilités de déplacement.

On peut également, comme on le verra ci-après, classer les réponses en fonction de l'objectif poursuivi par l'individu. Les travaux de Mokhtarian et de Salomon (1997) ont permis d'identifier l'éventail de réponses suivantes :

1. **Accepter les coûts du déplacement** : cette attitude passive semble être la réponse la plus commune. Elle peut vouloir dire que malgré les griefs adressés par le citoyen et la classe politique à la congestion, le problème pourrait ne pas être aussi grave qu'on l'imagine généralement. En termes économiques, elle implique que les coûts liés à l'adoption de toute autre stratégie de réponse sont supérieurs aux coûts de la congestion pour l'individu.
2. **Réduire les coûts du déplacement** : les constructeurs et les équipementiers automobiles ne restent apparemment pas insensibles aux frustrations de l'automobiliste en proposant un "environnement migratoire" de plus en plus agréable et fonctionnel. L'air conditionné, les systèmes "audio" de qualité, le téléphone cellulaire, et d'autres éléments de confort rendent les "pertes" de temps liées à la mobilité plus supportables.
3. **Modifier l'heure de départ** : cette stratégie peut réduire la durée du déplacement si "l'heure" de pointe est relativement étroite. Elle sera moins efficace là où la congestion perdure pendant plusieurs heures. La possibilité d'opter pour ce type de réponse est limitée par

certaines contraintes, telles que la rigidité des horaires de travail et/ou l'utilisation de la voiture pour véhiculer d'autres membres de la famille.

4. **Modifier l'itinéraire** : en choisissant un itinéraire moins congestionné, l'automobiliste peut réduire le stress généré par les déplacements domicile-travail, même si le nouvel itinéraire est plus long ou plus lent.
5. **Acheter du temps** : en acquittant une taxe de congestion, on peut acheter du temps pour se déplacer, au même titre que l'achat de redevances de stationnement permet de réduire le temps d'accès. Une stratégie très répandue afin de compenser les pertes de temps générées par les déplacements consiste à acheter le temps d'autres personnes, telles que les *baby-sitters*, les aides ménagères ou les services d'appui sur le lieu de travail. Investir dans des technologies qui accroissent la productivité à domicile est une autre façon d'acheter du temps. Les pertes de temps liées à la mobilité sont ainsi compensées par des gains réalisés ailleurs (activités à domicile) moyennant un certain coût.
6. **Changer les habitudes de travail (introduction d'horaires de travail variables, compression de la semaine de travail et adoption de formules de travail à temps partiel)** : ces modifications permettent le transfert des déplacements de l'heure de pointe vers d'autres moments de la journée, soit par l'adoption d'horaires variables, soit par l'adoption de la semaine de quatre jours de travail de 10 heures.
7. **Passer à un autre mode de transport** : l'adoption d'autres modes de transport, plus efficaces, est souvent la solution préconisée par les professionnels des transports, les spécialistes de l'environnement et les hommes politiques. Or, l'expérience montre que ce type d'approche spécifique n'est couronné de succès que dans les situations de congestion très aiguë et à condition que les modes de transport collectifs soient compétitifs en temps et en coût par rapport à l'automobile (par exemple pour les déplacements vers les centres-villes, où les emplacements de parking sont rares et coûteux).
8. **Télétravailler à domicile ou dans un centre de services local** : les formes d'organisation nouvelles du travail facilitent, de par leur souplesse dans l'espace et dans le temps, l'adoption de réponses qui permettent à l'individu d'éviter la congestion.

9. **Transférer le lieu de travail ou d'habitation** : la relocalisation constitue une réponse à long terme. Elle peut soit réduire la distance à parcourir, soit faciliter le déplacement par le choix d'itinéraires échappant à la congestion.
10. **Créer sa propre entreprise à domicile** : cette stratégie génère des coûts mais aussi des avantages tels que les gains de temps et d'argent, la diminution du stress (plus grande maîtrise du travail) et la commodité (souplesse des horaires).
11. **Quitter son emploi** : cette réponse entraîne un coût monétaire encore plus important que celui généré par la stratégie n°10. Si la motivation principale est le stress provoqué par la congestion, il est probable qu'il en résultera une frustration profonde. La démarche pourrait s'avérer aujourd'hui plutôt banale, alors qu'on la considérait précédemment comme une mesure franchement radicale. On peut ainsi imaginer que pour bon nombre de personnes qui ne travaillent pas, les coûts de la congestion (pertes de temps surtout) sont en fait devenus supérieurs aux coûts d'autres réponses possibles et aux avantages du travail. Ce constat paraît devoir s'appliquer davantage aux femmes qu'aux hommes.

Le classement a été établi en fonction de la fréquence probable des réponses. La liste ainsi constituée permet également d'identifier trois types de stratégies pertinentes : les réponses qui entretiennent le niveau de mobilité existant en abaissant le coût des déplacements et en les rendant plus commodes ; les réponses qui diminuent le niveau de mobilité et les changements de localisation ou de mode de vie. Sur le plan de l'action politique, ces deux dernières catégories ne sont pas dénuées d'intérêt, bien que les changements de localisation puissent avoir des effets pervers sur la congestion.

Les usagers étant censés maximiser l'utilité et non minimiser les coûts, ils tendent à explorer les possibilités d'ajustement sur la base de critères personnels ("ce qui est bon pour eux") qui ne sont pas forcément compatibles avec les critères pour la collectivité. Ainsi, lorsque les conditions changent, l'individu optera vraisemblablement pour un comportement "de fuite", c'est-à-dire visant à identifier et à adopter les options les moins coûteuses pour lui. A l'inverse, lorsque les contraintes deviennent plus supportables, comme c'est le cas pour une extension du réseau autoroutier par exemple, l'individu aura plutôt tendance à adopter un comportement "expansif" visant à améliorer sa situation relative. Le phénomène du "retour à l'heure de pointe" observé

dans certains cas (voir ci-dessous) est un exemple de comportement expansif. En revanche, l'introduction de la tarification routière entraînera plus de changements sur le plan du mode de vie ou de la localisation que sur celui, souvent escompté, du transfert modal au bénéfice des transports publics.

3.1.3. *Preuves empiriques de l'adaptation aux conditions changeantes de la congestion*

Les réponses apportées aux conditions changeantes de la congestion n'ont fait l'objet que de peu d'analyses approfondies. Dans la plupart des cas, la recherche porte essentiellement sur l'efficacité d'une mesure politique précise et passe sous silence le vaste éventail de réponses que l'individu peut être amené à envisager et à adopter.

Tacken et De Boer (1991) ont procédé à une évaluation "avant-après" des modifications constatées au niveau de la programmation dans le temps des déplacements à la suite de l'entrée en service d'une nouvelle infrastructure routière. Aux fins de leur étude, ils ont relevé en 1989 et en 1990, les heures de départ des habitants concernés par l'achèvement du tunnel Zeeburger sur le canal de la Mer du Nord, dernier chaînon manquant de la rocade ceinturant la ville d'Amsterdam. L'ouverture de ce nouveau tunnel a permis de faire disparaître ou, à tout le moins, de réduire la congestion à hauteur des goulets d'étranglement existants. Diverses modifications du comportement ont été observées et rapportées par Kroes *et al.* (1996). On retiendra notamment les glissements observés au niveau des heures de départ "normales" programmées. Le Tableau 5 montre clairement que les travailleurs, avec la situation nouvelle et le reflux de la congestion en 1990, ont modifié leurs schémas d'activité (adaptés aux niveaux de congestion antérieurs). On observe un retour manifeste à la "normale", les travailleurs revenant progressivement à des heures de départ plus commodes, c'est-à-dire proches de l'heure de pointe.

**Tableau 5. Évolution de l'heure de départ au travail
après l'ouverture du tunnel**

Départ au travail en 1989	Départ au travail en 1990						≠Total navetteurs
	Avant 7.00	7.00-7.30	7.30-8.00	8.00-8.30	8.30-9.00	Après 9:00	
Avant 7:00	22	11	5	0	0	0	38
7:00-7:30	21	110	43	20	8	4	206
7:30-8:00	5	46	149	58	7	5	270
8:00-8:30	0	22	57	179	40	8	306
8:30-9:00	0	3	8	46	127	11	195
9:00	1	0	3	14	10	51	79
≠Total navetteurs	49	192	265	317	192	79	1 094

Source : Tacken et De Boer, 1991.

Le Tableau 6, qui s'appuie sur des données fournies par Tacken et De Boer (1991), classe un certain nombre de réponses comportementales en fonction de leur taux d'acceptabilité pour les travailleurs (1 = réponses les plus acceptables à 5 = réponses les moins acceptables).

**Tableau 6. Acceptabilité des réponses comportementales apportées
aux changements de la congestion**

Réponse	Acceptabilité
Modification des horaires de travail	1.9
Modification de l'itinéraire	2.6
Choix autre mode de transport	2.9
Changement de travail	3.2
Déménagement vers autre lieu	3.8

Source : Tacken et De Boer, 1991.

3.2. Les réponses des entreprises à la congestion

La sensibilité des entreprises au problème de la congestion résulte de trois éléments de coûts liés respectivement à la main-d'oeuvre, aux clients et aux marchandises. Étant donné que toutes les entreprises sont tributaires de la main-d'oeuvre, la congestion subie par les salariés navetteurs a un coût pour ces entreprises. Les salariés peuvent ainsi réclamer des augmentations de salaire pour compenser les coûts de déplacements plus élevés subis en raison de la congestion. Les entreprises sont également concernées par les pertes de temps subies lors de déplacements directement liés au travail. Même si ces déplacements professionnels ne sont pas nécessairement tous effectués à l'heure de pointe, ils n'en peuvent pas moins se traduire par des périodes de temps significatives durant lesquelles le travail est improductif.

Un deuxième élément de coût, sans doute plus important pour les entreprises, est représenté par les problèmes de livraison de marchandises imputables à la congestion. Le chargeur dont les camions se trouvent sans cesse confrontés à des embouteillages ou à des ralentissements, risque de devoir agrandir la flotte de ses véhicules, surtout avec le passage aux systèmes de production en flux tendus où la ponctualité des livraisons est une question de vie ou de mort.

Certains éléments d'informations contenus dans une étude récente menée auprès des dirigeants et des salariés de 15 entreprises néerlandaises (Korver *et al.*, 1994) corroborent l'existence de ces coûts. Les dirigeants ont été interrogés sur les réponses apportées par l'entreprise à l'accroissement de la congestion du trafic interurbain. Quant aux salariés, ils ont été interrogés sur les réponses qu'ils apporteraient en cas d'accroissement de la congestion sur le chemin du travail. Parmi l'éventail de réponses possibles au niveau des dirigeants, celles qui ont été citées comme les plus probables étaient la modification des horaires de travail et l'encouragement de formules permettant de raccourcir la distance domicile-travail. À l'inverse, les réponses les moins probables sont le transfert de l'entreprise vers un autre site et l'incitation du travail à domicile. Ces résultats cachent aussi de fortes disparités d'un type d'entreprise à l'autre. Ainsi, les entreprises industrielles entrevoient moins de possibilités d'adaptation à la congestion que les entreprises prestataires de service. Quant aux salariés, les réponses les plus probables sont dans l'ordre :

- anticipation de l'heure de départ du domicile ;
- modification des horaires de travail ;
- modification de l'itinéraire domicile-travail-domicile ;

- intensification du travail à domicile ;
- utilisation plus fréquente des transports publics ;
- changement d'emploi ;
- réduction du nombre de jours de travail hebdomadaire ;
- transfert du lieu d'habitation.

Pour les travailleurs, l'option la moins séduisante est donc le transfert du lieu d'habitation, alors que les employeurs et les pouvoirs publics y voient, eux, une solution réaliste.

Si les réponses apportées par les entreprises à la congestion croissante diffèrent quelques peu de celles apportées individuellement, l'éventail d'options parmi lesquelles elles auront à choisir pourra aussi comporter des formules telles que des reprogrammations dans le temps des relocalisations, des changements dans les modes de transport utilisés, etc. Là encore, il convient de souligner que l'éventail des réponses peut être large et, en tout cas, plus large que celui envisagé par les décideurs politiques.

4. QUELLES POLITIQUES POUR QUELLE CONGESTION ?

Les pouvoirs publics et les responsables politiques ont fait de la congestion l'un des chevaux de bataille de leur programme et lui consacrent donc beaucoup d'attention. Peut-être trop ! Le problème de la congestion constitue également un volet important du programme de travail des chercheurs spécialisés dans le domaine des transports. Il est évident que l'on est confronté, dans l'abondante littérature professionnelle et dans les débats publics qui ont lieu dans de nombreux pays industrialisés, à une recherche de mesures politiques permettant d'y remédier.

Au-delà du large consensus selon lequel "il faudrait faire quelque chose", de nombreux avis sont avancés et il ne fait pas de doute que le débat est animé. D'une part, il se réfère à la définition de la notion d'*objectifs*. Quel est le niveau souhaité de congestion ? La position la plus commune consiste à dire que la congestion devrait être minimisée, voire neutralisée, tandis que du point de vue de la société, la question est de savoir quel est le niveau de congestion approprié ? D'autre part, se pose la question des moyens : quels sont les types de politique qui peuvent et devraient être mis en oeuvre ? La querelle, en bref, se situe entre les promoteurs de politiques efficaces qui pourraient être

politiquement trop onéreuses et ceux qui défendent des politiques qui sont séduisantes mais moins efficaces, voire inefficaces. Ces avis divergents sont sous-tendus par une question plus philosophique relative au degré de réglementation possible du comportement des gens et de l'adéquation des mesures économiques là où il n'y a pas de mécanisme de marché type en vue d'induire un comportement "correct".

La présente section s'ouvre sur une analyse de l'objectif poursuivi, qui revient à la question suivante : existe-t-il un niveau souhaité de congestion, et dans l'affirmative, comment convient-il de l'identifier ? Nous examinerons ensuite les relations entre politiques et comportement de ceux auxquels s'applique la politique. Enfin, nous donnerons un bref aperçu des approches politiques et procéderons à une évaluation des politiques potentielles en Europe.

4.1. Approche économique du niveau de congestion souhaité

La congestion impose des coûts qui revêtent diverses formes. Tout d'abord, d'un point de vue politique, il y a les coûts personnels supportés par des millions d'individus dont la durée de déplacement est accrue en raison de la congestion. Deuxièmement, il y a les coûts supportés par la société, considérée globalement. Ceux-ci incluent la perte de temps, irréparable, que subissent les gens, de même que les coûts accrus de friction dans des systèmes de production. Étant donné que la congestion est également synonyme de situation très instable, le degré de certitude quant à la durée du déplacement pendant une congestion, est faible. Il en résulte un coût supplémentaire pour les utilisateurs individuels, qui doivent prévoir suffisamment de temps pour compenser l'incertitude entourant le moment où ils arriveront à destination, et pour les entreprises, qui doivent s'adapter à une fiabilité plus faible, par exemple en accroissant le niveau de leurs stocks.

Dans la mesure où le temps des individus représente une valeur économique, ces pertes peuvent se traduire par un coût social. Outre les pertes de temps, la congestion accroît probablement la pollution atmosphérique et les émissions sonores de certains types de véhicules et risque de compromettre la sécurité. Aussi la congestion entraîne-t-elle des coûts significatifs pour la société. Des estimations auxquelles on a procédé aux États-Unis font état d'une perte de 38 milliards de dollars US en 1988 (Downs, 1992). En Europe, les coûts de la congestion sont estimés à quelque 2 pour cent du PIB (Kinnock, 1995).

Face à des coûts si élevés, il convient de faire quelque chose. Mais quel est exactement l'objectif à atteindre ? La perception habituelle du problème de la congestion, tel qu'il est vécu chaque jour par des millions d'Européens (et d'autres dans un monde urbanisé), c'est que les capacités devraient être renforcées par la construction de routes et d'infrastructures de chemin de fer supplémentaires. Cet avis est partagé également par de nombreux responsables politiques. En revanche, la question du *niveau souhaité de congestion* n'est que rarement soulevée.

La suggestion selon laquelle la congestion devrait être "minimisée" est douteuse. Il n'est pas possible de concevoir et de mettre en oeuvre un système de transport qui ne connaîtrait pas de congestion. Ce niveau de congestion zéro ne peut techniquement être réalisé que par le biais d'investissements insensés dans la construction d'infrastructures adéquates. Pendant de longues périodes de la journée, ce système sera sous-utilisé, tout comme les fonds investis dans sa construction. D'un point de vue social, il existe un niveau souhaité de coûts sociaux. Evans (1994) a attiré l'attention sur le fait que "la sécurité parfaite" n'est pas un objectif politique socialement raisonnable, même s'il met en jeu, en tant que valeur de base, la vie humaine. De même, les niveaux de pollution zéro ne sont pas des objectifs politiques appropriés, étant donné que certains niveaux réels de pollution entraînent moins de coûts sociaux que les avantages sociaux résultant de leur réalisation (Arnott et Small, 1994).

Le niveau souhaité de congestion est le niveau qui optimise les coûts sociaux et les avantages des divers éléments concernés compte tenu des diverses évolutions dans le temps.

La définition du niveau de congestion optimal est une tâche compliquée, étant donné que la quantification de certains des coûts et avantages est contestée par divers intérêts en présence, tels que le secteur industriel, les défenseurs de l'environnement et les économistes. De plus, vu que les infrastructures ont une durée de vie très longue (un siècle ou plus), les hypothèses réalistes quant à la valeur actuelle de flux économiques ayant une très large durée n'ont véritablement aucun sens. Néanmoins, en dépit des barrières méthodologiques, les efforts visant à définir un niveau souhaité représentent une approche plus utile que celle qui met en avant des objectifs peu pertinents (niveau zéro) ou qui se cachent derrière un langage ambigu en vue de définir ces objectifs.

Les coûts et avantages qui devraient être pris en considération incluent les capitaux nécessaires à la construction et à l'entretien des ouvrages, les coûts environnementaux (pollution atmosphérique, émissions sonores et valeur des terrains), les coûts et avantages en matière de sécurité et les pertes et gains en matière de temps de parcours.

Il est évident qu'il existe un compromis entre investissements en capital et congestion. L'acceptation de niveaux de congestion plus élevés revient à réduire les coûts de construction et d'entretien (moins de routes, moins de voies). En revanche, les coûts inhérents aux pertes sur les temps de parcours augmenteront.

Depuis une dizaine d'années, l'approche adoptée aux Pays-Bas prend explicitement en compte la congestion dans la conception des grands axes. Il est admis qu'un problème de congestion sur le réseau ne présente pas que des inconvénients s'il est maintenu à un niveau souhaité.

Le critère de la qualité du flux, retenu à l'heure actuelle aux Pays-Bas dans le cadre de la conception des autoroutes, est défini par la *probabilité de congestion*. Cette mesure exprime, pour un tronçon de route particulier, le pourcentage d'utilisateurs journaliers de ce tronçon qui connaissent des bouchons (elle quantifie la qualité du flux pouvant être réalisée dans une configuration donnée par rapport au niveau de flux de la demande prévu).

Comparée au critère classique de la vitesse, la probabilité de la congestion ajoute deux éléments d'appréciation importants en matière de qualité de flux : la perte de temps subie au cours du déplacement, représentée par le temps supplémentaire consacré à celui-ci, et la fiabilité du temps de parcours.

Cet étalon se fonde, comme on le verra ci-après, sur l'analyse des divers coûts associés à la construction et à l'utilisation des routes.

Alors que les approches classiques s'appuient sur des valeurs moyennes de capacité et de flux, l'estimation de la probabilité de congestion part explicitement de l'hypothèse selon laquelle tant la capacité que le flux sont des variables stochastiques. Toutes deux varient au fil du temps, en partie de façon systématique en raison de facteurs horaire, journalier et saisonnier, mais aussi, dans une large mesure, en raison de facteurs imprévisibles, tels que les accidents de la route, d'événements particuliers, des conditions atmosphériques etc. Même si en moyenne les flux sont inférieurs à la capacité, les fluctuations de ces deux variables peuvent donner lieu à d'importantes congestions.

Fondées sur des observations historiques, ces variations sont reprises dans un modèle de probabilité permettant de calculer les probabilités de congestion (Stembord, 1991).

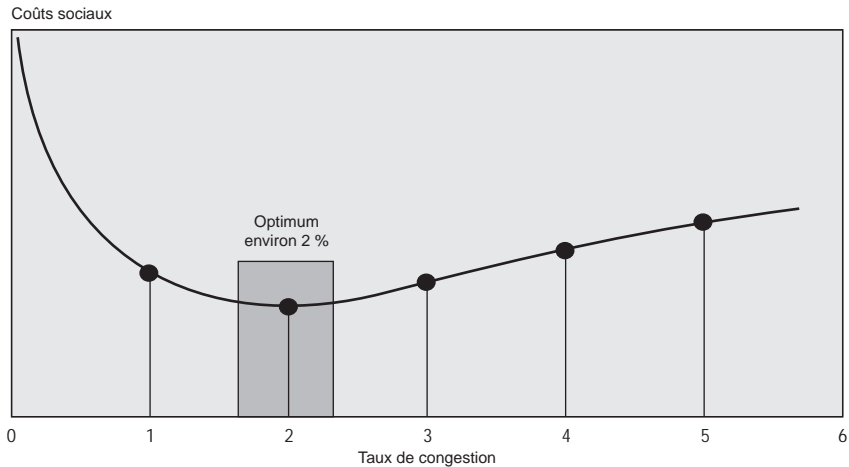
Ainsi donc, si les niveaux de congestion peuvent être prévus, quel est le niveau maximal qui devrait être permis au stade de la conception, eu égard aux considérations économiques ?

Des analyses économiques ont montré que (en 1990) le niveau de congestion optimal sur le réseau des grands axes aux Pays-Bas est égal à une probabilité de congestion de quelque 2 pour cent (Stembord 1994). Ce niveau optimal signifie, qu'en moyenne, sur une longue période, 2 pour cent du trafic quotidien sur une route rencontrent plus ou moins des problèmes de congestion. Ceci nécessite quelques explications. Si nous partons de l'hypothèse que l'ensemble de la congestion n'a lieu que lors des deux heures de pointe, l'une le matin, l'autre l'après-midi, chaque pointe représentant 10 pour cent du trafic quotidien, ces 2 pour cent signifient alors que les usagers sur la route à l'heure de pointe un jour ouvrable ont 10 pour cent de chances d'être pris dans un bouchon (les voyageurs circulant hors des heures de pointe ne connaîtront pas de congestion du tout). Il ne s'agit alors que d'un retard de quelques minutes, une fois tous les 15 jours. Toutefois, si nous avons affaire à un tronçon de route avec une probabilité de congestion de, par exemple, 20 pour cent (comme c'est parfois le cas), ceci revient à dire que nous avons un étranglement structurel avec congestion récurrente pendant les heures de pointe qui entraîne un retard de 20 minutes ou plus chaque jour ouvrable.

Le dimensionnement des routes et les calculs de capacité sont fondés à l'heure actuelle sur ce critère de congestion de 2 pour cent, qui est considéré comme un optimum économique.

Le calcul du niveau de congestion optimal prend en considération les coûts suivants : construction, entretien, sécurité, pertes de temps et dommages environnementaux. Il est évident que l'acceptation de niveaux de congestion plus élevés entraînerait une diminution des coûts de construction et d'entretien (moins de routes, moins de voies) mais que les coûts que représentent les pertes de temps augmenteraient. Le minimum global semble devoir se situer à 2 pour cent de probabilité de congestion (Figure 5). A ce niveau, le coût social total du réseau des grands axes est considéré comme minimal.

Figure 5. **Coûts sociaux de l'infrastructure routière par rapport aux niveaux de congestion acceptés**

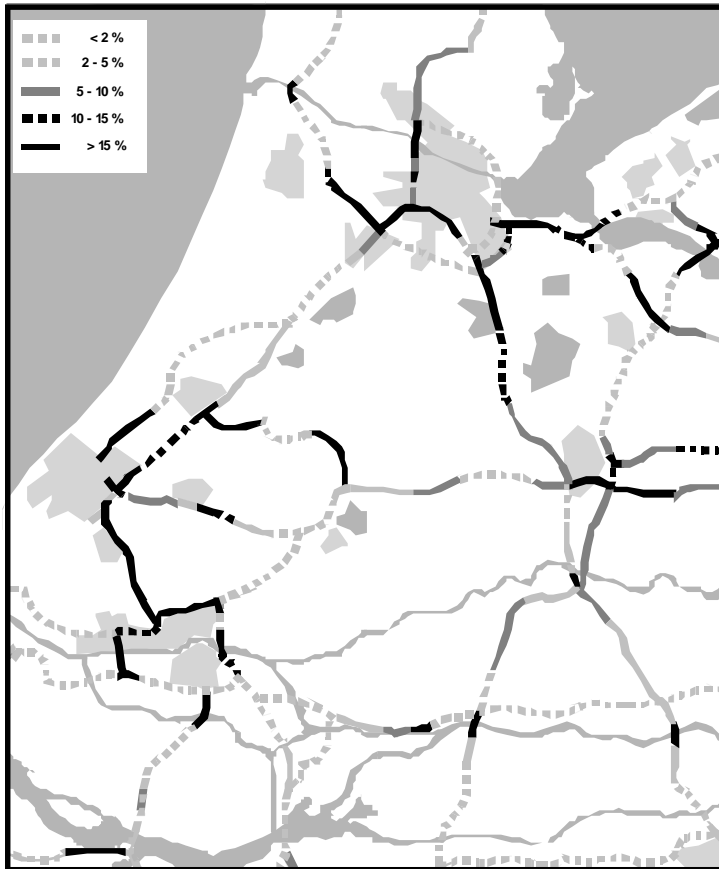


La question intéressante, bien sûr, est de savoir quel est le rapport entre les conditions actuelles en matière de flux de trafic et cette norme ?

Comparons pour ce faire la situation en 1995 aux Pays-Bas au niveau optimal de 2 pour cent (voir Figure 6).

Les indications, telles qu'elles apparaissent sur la Figure 6, permettent de conclure qu'en 1995 près de 20 pour cent du réseau national des grands axes était caractérisé par des niveaux de congestion plus élevés que la norme maximale requise. Dans la zone du Randstad, 50 pour cent seulement des liaisons répondent à la norme et, sur les axes vers l'arrière-pays, 65 pour cent seulement des liaisons étaient acceptables. Ces dernières supportent les deux tiers des heures de congestion au niveau national. Il existe de nombreuses liaisons qui accusent une probabilité de congestion de plus de 20 pour cent, ce qui représente une congestion quotidienne permanente pendant les heures de pointe.

Figure 6. Niveaux de congestion actuels sur le réseau autoroutier du Randstad



Si l'on estime que les indicateurs de congestion ne révèlent que la partie visible du problème et qu'ils ne tiennent pas compte des éléments invisibles, à savoir la suppression de la demande latente, on peut dire en toute certitude que, comme c'est le cas dans la plupart des conurbations, les Pays-Bas souffrent d'une grave congestion du trafic routier.

4.2. Le fossé qui sépare les décideurs politiques des administrés

Les pouvoirs publics, à tous les niveaux géographiques, sont sensibles, semble-t-il, au problème de la congestion pour un certain nombre de raisons. La congestion n'est pas seulement une charge économique, c'est aussi une importante préoccupation politique, étant donné que l'impact négatif affecte la vie de nombreux citoyens. De plus, la congestion entraîne des coûts environnementaux qui la font figurer en tête du programme d'action des pouvoirs publics. Aussi, les Gouvernements, aux niveaux local, régional et national, se préoccupent-ils de savoir comment réduire cette congestion. Certaines instances, au niveau européen, participent également aux efforts développés dans ce domaine, comme on peut le constater au nombre élevé d'études sur la congestion publiées ces dernières années par diverses organisations telles que la CEMT, l'OCDE et d'autres.

Inutile de dire que chaque mesure politique se fonde sur un jeu d'hypothèses avancées par les responsables politiques en ce qui concerne l'impact potentiel de la politique. L'analyse de la politique est une condition préalable et nécessaire à toute mise en oeuvre de celle-ci, de sorte que ses avantages potentiels, son efficacité et ses coûts puissent être pris en compte dans le processus décisionnel.

L'écart entre les coûts individuels et les coûts externes -- cause sous-jacente de la congestion -- doit être pris en compte lorsque sont mises au point des mesures politiques en vue de réduire la congestion. Très souvent, les politiques de cette nature partent de l'hypothèse qu'un individu répondra à une politique donnée d'une façon correspondant à l'objectif social. Estimer que les gens changeront de mode de transport afin d'améliorer l'environnement, c'est peut-être faire preuve de trop d'optimisme. Très vraisemblablement, les gens répondront de la façon qui leur convient le mieux. Comme l'ont dit Arnott et Small (1994) :

"Il est clair aussi que certaines solutions de bon sens ne résolvent pas le problème. Ce n'est que lorsqu'on comprendra la vraie nature des décisions que prennent les gens en matière de déplacements, et comment ils réagissent, que des politiques sensées pourront être formulées" (p. 455).

Parmi les critères à prendre en considération en vue d'une évaluation politique, il faut inclure une analyse des hypothèses comportementales qui sous-tendent la politique envisagée. Trop souvent, les responsables politiques

partent de l'hypothèse que les "administrés" se comporteront d'une manière donnée, cohérente avec les objectifs politiques. De telles hypothèses peuvent être valables pour des politiques qui accroissent l'offre et permettent aux individus d'ajuster leur comportement comme il leur convient. Toutefois, vu l'intérêt croissant porté aux techniques de gestion de la demande, qui tendent à soumettre le comportement individuel à certaines contraintes, ces hypothèses simplistes peuvent être trompeuses. Ainsi, Athènes (Grèce) s'est efforcée, dans les années 80, de limiter l'usage de la voiture afin de réduire les émissions. Certains véhicules n'étaient autorisés à pénétrer dans le centre d'Athènes que les jours pairs ou impairs en fonction du dernier chiffre de leur plaque minéralogique. Il en a résulté un accroissement du taux de motorisation, la deuxième voiture étant généralement plus vieille, entraînant plus de pollution que les nouvelles voitures (Giaoutzi et Damianides, 1990). Cette réaction n'avait pas été prévue et a rendu inefficace la mesure en question.

Les responsables politiques ont tendance à écarter les politiques restrictives et à rechercher des réponses leur permettant de maintenir les objectifs qui sont les leurs à un coût minimal. C'est faisable en partie en répercutant les coûts sur d'autres. Les auteurs suggèrent dès lors que le fossé qui risque d'exister entre la vision des décideurs politiques et celle des administrés soit pris en considération lors de l'évaluation de stratégies de lutte contre la congestion.

Les hypothèses qui sous-tendent (souvent de façon implicite) les politiques de lutte contre la congestion semblent expliquer en partie le manque relatif de succès que connaît la poursuite de cet objectif. Les hypothèses suivantes semblent être particulièrement incompatibles avec la compréhension que l'on a de nos jours des comportements en matière de déplacements :

- 1) supposer que la demande de déplacements est fixe et ne pas prendre en compte la matérialisation possible de la demande latente ;
- 2) supposer que les voyageurs tendent à minimiser les coûts plutôt qu'à maximiser l'utilité ;
- 3) supposer que seul un éventail limité d'options est à la disposition de l'individu et, en conséquence, que l'ajout d'une option aura un impact significatif ;
- 4) supposer que les réponses aux techniques de gestion de la demande sont semblables aux réponses aux mesures relatives à l'offre.

4.3. Approches politiques

Historiquement, on peut identifier pour le moins trois périodes où les mesures politiques de lutte contre la congestion ont été le fruit d'hypothèses très différentes concernant la nature du problème. Au départ, et tout au long des années 60, l'expansion de l'infrastructure était le principal instrument : on a construit plus de routes en vue de répondre à la demande. Plus tard, on a assisté à un glissement vers une amélioration de la gestion de l'infrastructure disponible. C'est la période du TSM (gestion des systèmes de transport), qui a prévalu pendant les années 70 et qui reste un outil pertinent. Toutefois, le TSM est lui aussi limité dans la contribution potentielle qu'il peut apporter et, au début des années 80, on s'est rendu compte de plus en plus qu'une modification du comportement de l'individu serait la prochaine étape obligatoire. Ce constat a débouché sur le développement et la mise en oeuvre de stratégies de gestion de la demande dans le domaine des transports (TDM), assorties d'un large éventail de politiques visant à réduire la sujétion à l'égard de l'automobile personnelle.

Tandis que les deux premières périodes peuvent être considérées comme amplifiant les mesures dans le domaine de l'offre, la troisième période, par définition, doit affecter la demande. Dans le domaine de l'offre, les mesures qui ont pour but de favoriser une adéquation avec la demande seront reçues, semble-t-il, de façon positive par les usagers (mais pas nécessairement par les non-usagers qui peuvent être les mêmes personnes quant elles ne sont pas au volant). Politiquement, les mesures qui portent atteinte au comportement personnel (et à la liberté) sont hautement indésirables et c'est pourquoi, selon Alsthuler (1979), les responsables politiques s'abstiennent de mettre en oeuvre des politiques ayant un impact négatif sur les usagers, telles que celles qui visent à modifier la demande. Lorsque c'est possible, les responsables politiques préféreront adopter une politique "séduisante" même si son efficacité est limitée.

La question de la tarification routière, largement défendue par les professionnels des transports en tant qu'instrument prometteur de gestion de la congestion, mais si rarement appliquée, est un exemple évident d'une politique qui affecte directement la poche des usagers (Emmerink *et al.*, 1994 ; Jones, 1991 ; Grieco et Jones, 1994 ; Wachs, 1994).

Les interventions dans le domaine de l'offre et de la demande diffèrent d'un autre point de vue, important dans le contexte actuel. En général, le sens de la réponse comportementale aux mesures adoptées dans le domaine de

l'offre peut être conforme, semble-t-il, à celle qui est prévue par les responsables politiques et la question est de savoir si le niveau d'adaptation sera plus faible (comme c'est souvent le cas pour le taux d'utilisation d'un nouveau service de transport collectif) ou plus élevé (comme c'est le cas lorsque la demande latente se manifeste et déclenche presque immédiatement une congestion sur la nouvelle installation) que prévu. En revanche, dans le cas des mesures relatives à la demande, l'individu est confronté à une situation qui impose une contrainte. Dans ce cas, il recherchera, semble-t-il, de nouvelles échappatoires et l'innovation peut alors générer des réponses nouvelles, peut-être inattendues, comme on le verra ci-après.

Si l'on se place dans une perspective qui est celle de la politique des pouvoirs publics, les stratégies visant à atténuer la congestion peuvent être classées en cinq groupes, variant en fonction de la nature de l'intervention prévue : réglementaire, planificatrice, économique, technologique et éducative.

La *réglementation* inclut un large éventail de mesures. Un grand nombre d'entre elles sont à la disposition d'instances locales, par le biais desquelles les responsables politiques agissent en vue de modifier le comportement des consommateurs, c'est-à-dire des utilisateurs du système de transport. Elles peuvent aller des restrictions en matière de stationnement aux changements d'horaire de travail et des écoles, etc. La réglementation n'est politiquement pas séduisante et elle est susceptible d'être économiquement inefficace, mais son grand avantage est qu'elle est relativement aisée à mettre en oeuvre et, par conséquent, si elle est efficace, elle entraînera des bénéfices à court terme.

La *planification*² inclut une série de mesures visant à modifier l'environnement physique en changeant la relation spatiale entre diverses possibilités. Des interventions en matière d'utilisation du sol, modifiant sa densité ou sa structure sont souvent proposées en vue d'assurer une plus grande dépendance à l'égard du déplacement non motorisé et, partant, une réduction des déplacements en voiture. Par ailleurs, la planification (et la mise en oeuvre) des infrastructures de transport modifie également le rapport spatial entre les possibilités et, en conséquence, est susceptible d'affecter les schémas de déplacement. Le recours à des stratégies de planification en vue de réduire la congestion est une politique à long terme et ses perspectives font l'objet de larges controverses (Handy, 1997 ; Breheney, 1995).

Les mesures *économiques* sont généralement considérées comme des instruments politiques efficaces puisqu'elles envoient aux utilisateurs des signaux clairs quant au changement de comportement souhaité. Certains pays

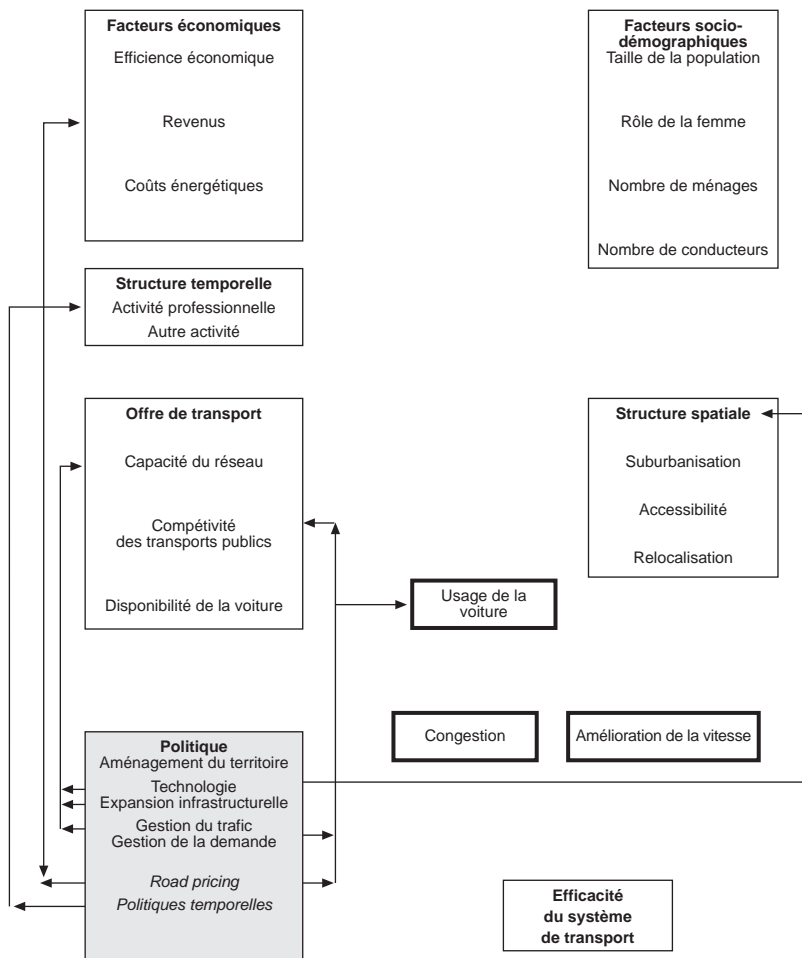
européens ont commencé à mettre en oeuvre des mesures de cette nature, telles que la tarification de la congestion ou, plus généralement, la tarification routière. La tarification du stationnement dans le centre des villes afin de refléter les externalités, est une autre mesure possible. On s'attend à ce que l'introduction de systèmes de perception électronique des péages favorise l'intérêt à l'égard des mesures économiques, en dépit de la large opposition de la part du public et des élus, qui les considèrent comme une taxe supplémentaire.

Les approches fondées sur la *technologie* incluent une variété de mesures susceptibles d'améliorer la gestion des systèmes de transport en général et de la capacité routière en particulier. Les systèmes de transport intelligents (ITS) offrent un large éventail d'options permettant d'agir à la fois sur le volet de l'offre et sur celui de la demande.

L'*éducation* est souvent la mesure politique oubliée. De nombreux responsables politiques et le grand public ne sont pas toujours conscients de la nature du problème de la congestion, d'autant plus que leurs attentes concernant la "solution" à ce problème ne sont pas réalistes. Aussi l'éducation visant à expliquer la nature du problème et les implications des diverses politiques est-elle importante. Toutefois, l'efficacité de l'éducation, si tant est qu'elle existe, ne peut être assurée qu'à très long terme et c'est là probablement la raison pour laquelle cet aspect est négligé.

La Figure 7 reprend la structure présentée à la Figure 1 précédemment, mais met l'accent sur l'aspect politique. Elle complète la Figure 1 en montrant comment les politiques visant à réduire la congestion peuvent être mises en oeuvre en vue d'agir sur les divers facteurs sous-tendant la congestion.

Figure 7. **Rapport entre l'impact des politiques de lutte contre la congestion et les facteurs sous-tendant la congestion**



5. CONCLUSIONS

L'analyse présentée dans le présent rapport débouche sur les conclusions suivantes.

5.1. Notion et ampleur de la congestion

Il n'y a pas une définition de la congestion, claire et faisant l'objet d'un large consensus, et de la façon dont elle devrait être mesurée. Il n'existe pas de collecte systématique des données en matière de congestion routière (sauf aux Pays-Bas). L'absence de chiffres réalistes et comparables concernant l'ampleur de la congestion et les coûts qu'elle représente (à l'exception de l'étude ECIS) fait obstacle à une comparaison internationale valable des conditions de congestion dans les États et régions européens. Or, seules des études comparatives permettent de se faire une idée des diverses causes de la congestion, dans des contextes mouvants et, ce qui est plus important, de tirer des leçons quant à l'efficacité des approches politiques. Les chiffres dont on dispose à l'heure actuelle sur l'étendue de la congestion en Europe et ceux utilisés dans de nombreux documents européens officiels (CE, OCDE, CEMT) manquent de fondement suffisant et offrent une base peu solide dans la perspective d'une prise de décision.

5.2. Utilisation des mesures de la congestion comme indicateurs de qualité

Les chiffres relatifs à la congestion (par exemple, longueur des bouchons, durée de la congestion, perte de temps, coûts) sont en soi de faibles indicateurs de la qualité des réseaux ou des déplacements. La congestion n'est pas nécessairement synonyme de réseaux mal conçus ou d'une qualité de débit inacceptable. D'un point de vue économique, il existe un niveau optimal de congestion des systèmes de transport, qui dépend des conditions locales, telles que les coûts de construction et la valeur du temps pour les voyageurs, ou encore le poids que représentent les transports et les considérations environnementales par rapport à d'autres problèmes sociaux.

5.3. Extension des niveaux de congestion

Mesurée à l'aune d'un réseau global (par exemple, nombre total d'heures supplémentaires consacrées aux déplacements, longueur totale des bouchons), la congestion n'a fait qu'augmenter au cours des dix dernières années, au même rythme que celui de l'usage des autoroutes (en moyenne 4 pour cent par an). Dans une large mesure, cette croissance globale traduit une extension des niveaux de pointe dans le temps et dans l'espace. C'est un indicateur utile dans la perspective des décisions que doivent prendre les pouvoirs publics. En revanche, sous l'angle du comportement du voyageur appelé à choisir, la congestion, telle qu'elle est vécue par les utilisateurs et telle qu'elle est mesurée directement, reste assez constante.

5.4. Dimension européenne de la congestion

Le problème de la congestion ne se situe ni à l'échelle européenne ni à l'échelle nationale. Il n'est pas non plus typique des déplacements sur de longues distances ou transfrontaliers. La congestion du trafic routier est un problème urbain et régional (métropolitain). Il se présente surtout dans les agglomérations à forte densité démographique et autour de celles-ci. Aussi des comparaisons internationales devraient-elles se fonder sur des données régionales plutôt que sur des données nationales.

5.5. Coût réel de la congestion

Vu le manque de chiffres incontestables concernant la congestion et son étendue dans le temps et dans l'espace, on s'accorde à pronostiquer l'imminence d'une catastrophe ou d'une rupture du système. Cet avis semble exagéré et les coûts de la congestion, tels qu'évalués dans diverses publications officielles, sont peut-être surestimés. La congestion sur les grands axes semble être un problème local qui affecte un nombre limité de voyageurs. Recalculée au niveau national, la perte de temps subie lors des déplacements est plus que probablement inférieure à 2 pour cent, ce qui représente 0.5 pour cent du Produit National Brut.

5.6. Distribution de la congestion en Europe

La congestion du trafic routier est évidente dans de nombreuses régions d'Europe. Toutefois les niveaux de congestion, les taux de croissance et les distributions varient largement entre pays et régions. Ces différences peuvent être attribuées à des variations des facteurs sous-jacents, notamment en ce qui concerne les schémas spatiaux d'utilisation du sol et les conditions inhérentes au réseau. Le principal dénominateur commun est la densité de population. Dans les zones à forte densité démographique, l'espace nécessaire aux infrastructures routières est rare tandis que la densité des utilisateurs potentiels est élevée.

5.7. Réponses à la congestion

Lorsqu'ils doivent faire face à des niveaux de congestion variables, les utilisateurs des réseaux (individus et entreprises) disposent d'un large éventail de possibilités de comportement. Certaines réponses sont des adaptations à court terme tandis que d'autres représentent des changements à plus long terme, relatifs à la localisation et au mode de vie. La mise en œuvre des politiques de lutte contre la congestion induit tout un éventail de réponses comportementales, dont les plus communes sont le changement d'horaire (retour à l'heure de pointe) et d'itinéraire, le choix d'un autre mode de transport et le changement de comportement en matière de mobilité. Ces réponses reflètent généralement les glissements qui s'opèrent au niveau de la demande existante. La réduction de la congestion ne semble guère induire de demande de transport nouvelle.

5.8. Limites de la congestion

La demande totale de transport routier n'est pas illimitée. La croissance démographique et les vitesses accrues, en raison d'un accroissement du bien-être, tels sont les facteurs dominants en matière de consommation de transport routier. La croissance du kilométrage total du trafic routier est appelée à diminuer dès lors que les populations augmentent moins vite et que les budgets "temps de déplacement" deviennent de plus en plus contraignants. Il en résultera une modification des activités plus qu'une intensification de la mobilité.

5.9. Investissements en vue de soulager la congestion

Le manque d'investissements dans les infrastructures routières est l'une des principales causes de l'accroissement de la congestion en Europe. Dans la plupart des pays, c'est le rail qui se taille la part du lion en matière d'investissements dans les infrastructures nationales, surtout pour les liaisons à longue distance. Ces liaisons ne contribuent guère à soulager la congestion routière parce qu'elles traitent des flux peu denses et à longue distance. Un problème grave réside dans le fait que les investissements dans les liaisons ferroviaires à longue distance se font au détriment des réseaux de transport public à courte distance ainsi que des investissements routiers. La contribution des investissements "transport public" urbains et régionaux au soulagement de la congestion est limitée en raison des caractéristiques inhérentes au système de transport public (couverture spatiale et qualité du service notamment).

6. RECOMMANDATIONS

Compte tenu de l'analyse et des conclusions ci-dessus, un certain nombre de recommandations semblent pertinentes.

6.1. Statistiques en matière de congestion

Eu égard au poids de la congestion dans la prise de décision par les pouvoirs publics, il faut mettre au point des définitions opérationnelles claires en ce qui concerne la mesure de la congestion et élaborer des méthodes de mesure se prêtant à des comparaisons interrégionales. Un système statistique paneuropéen devrait être mis sur pied afin de chiffrer la congestion. Il conviendrait d'établir une distinction entre mesures agrégées (au niveau des réseaux) et indicateurs individuels (ayant trait au voyageur). Les statistiques de cette nature amélioreront les informations relatives aux conditions de congestion et à leur impact sur la société, et renforceront donc le processus décisionnel politique en matière de transport, en particulier en ce qui concerne les investissements dans les infrastructures, la tarification et le transport public.

6.2. Niveau optimal de congestion

Il conviendrait de développer davantage la notion selon laquelle il y a un niveau de congestion optimal qui n'est pas le niveau zéro et cette notion devrait être expliquée aux leaders d'opinion, aux hommes politiques et aux groupes d'intérêt. Il conviendrait d'élaborer une approche permettant de déterminer le niveau de congestion optimal à retenir en matière de planification et de conception du réseau routier.

6.3. Nécessité d'un développement spatial équilibré

Les solutions à long terme au problème de la congestion doivent viser à réduire la demande croissante de déplacements et à raccourcir les distances de déplacement grâce à un développement équilibré des réseaux d'infrastructures et de la distribution spatiale des activités. De nouveaux concepts de configuration spatiale doivent être mis au point et faire l'objet d'une évaluation. On ne voit toujours pas très bien comment la structure spatiale affecte les changements de comportement, mais il ne fait pas de doute que la densité est étroitement liée à l'efficacité des divers modes de transport. Aussi un examen attentif de ce lien est-il souhaitable.

6.4. Transports publics : une mesure inefficace pour réduire la congestion

Le développement et la promotion de modes de transport de substitution (tels que les transports publics) pour lutter contre la congestion, ne représentent pas, en général, une approche politique très efficace, sauf pour les corridors spécifiques à haute densité. Ceci est dû aux caractéristiques inhérentes au système. Le transport par chemin de fer ne peut desservir que de segments très limités du marché des transports. Les transports publics ont cependant un rôle important à jouer par les services qu'ils peuvent offrir dans des zones et des corridors denses, et en permettant à des personnes privées de voiture de se déplacer.

6.5. "Seule la route peut soulager la route" (Gerondeau, 1997)

La façon la plus efficace de s'attaquer au problème de la congestion, du point de vue de l'offre, c'est d'intervenir sur la route proprement dite au lieu de suggérer des modes de transport de substitution. Une approche de cette nature

passer par l'apport de capacités supplémentaires : élargissement des routes, mise en place de dispositifs-tampons en vue de réduire la congestion secondaire, accroissement de la capacité routière et de l'utilisation des capacités par le recours à des techniques de gestion dynamique du trafic et de la demande, telles que la tarification de la congestion. Ceci ne signifie pas que le réseau routier doit être étendu de façon aveugle. D'autres considérations, telles que la qualité de l'environnement et l'impact social et spatial, doivent également être pris en compte. Toutefois, l'espoir que les transports publics puissent résoudre les problèmes de congestion n'est probablement qu'une illusion.

6.6. Agir sur la qualité des infrastructures : une nécessité

Eu égard aux développements démographiques et économiques à venir, il n'y a pas moyen de faire autrement semble-t-il que d'améliorer les infrastructures routières de façon sensible, tant du point de vue quantitatif (capacité supplémentaire) que qualitatif (sur le plan environnemental). La construction de nouvelles routes et l'amélioration des routes existantes doivent répondre à des normes élevées du point de vue environnemental et esthétique. Vu que les zones congestionnées se caractérisent par une rareté de l'espace et par un environnement naturel et artificiel vulnérable (bruit, esthétique, etc.), les solutions coûteuses sont inévitables. Il peut s'agir, dans les cas extrêmes, du percement de tunnels ou de construction de routes en déblai, de la mise à deux niveaux ou de la mise sous dalle de certaines routes ou encore de la construction de tunnels spéciaux séparés pour les voitures automobiles et les camions. Il faut également investir dans des infrastructures de transfert de haute qualité aux portes des villes pour les voyageurs qui souhaitent se rendre au centre ville par les transports publics ou d'autres moyens. Eu égard à la dynamique du processus de formation de la congestion, les routes répondant à ce niveau de qualité ne seront peut-être pas de nature à accroître la vitesse, mais devraient assurer un écoulement du trafic à des niveaux de service raisonnables.

NOTES

1. Ce chapitre s'appuie tout particulièrement sur les travaux de Stern, Bovy et Tacken (1995) ; Goodwin *et al.*, 1992 ; Salomon et Mokhtarian, 1997 et Mokhtarian, Raney et Salomon, 1998.
2. Si l'on se place dans la perspective de l'action des pouvoirs publics, la planification est une forme de réglementation. Toutefois, compte tenu de l'importance primordiale que revêt la planification dans le cadre de la politique des transports, nous traiterons cette question séparément.

ANNEXE

"STATISTIQUES RELATIVES A LA CONGESTION DU TRAFIC ROUTIER AUX PAYS-BAS"

Afin d'illustrer les possibilités d'informations en ce qui concerne la congestion, la méthode néerlandaise de collecte et de production de statistiques sur la congestion est expliquée brièvement ci-après (pour plus de détails, voir Ministère des Transports, 1996 et 1997, et NEA, 1997).

Trois types de données sont collectées et publiées :

- (a) celles relatives aux bouchons (localisation, fréquence, importance, etc.) ;
- (b) celles relatives aux niveaux de congestion (LOS, probabilité de congestion, etc.) ;
- (c) celles relatives aux coûts et aux pertes de temps générés par la congestion.

Les statistiques ont trait au réseau des grands axes relevant de la compétence nationale.

(a) Statistiques relatives aux bouchons (Ministère des Transports, 1997)

Ces statistiques sont collectées et publiées depuis 1983. L'unité d'observation est un bouchon (suite de véhicules à l'arrêt ou se déplaçant lentement). La police nationale de la route collecte et traite les rapports sur les bouchons fournis par les automobilistes, les patrouilles de police et les patrouilles du service routier qui constatent un bouchon ou qui en sont victimes. 90 pour cent au moins des rapports proviennent des automobilistes utilisant leur téléphone de voiture ou leur téléphone portable.

Après exploitation de ces messages, on obtient l'information suivante relative aux bouchons : cause, localisation, heure de début, longueur par période, heure de fin.

Les causes suivantes, parmi d'autres, sont à la base de ces bouchons :

- goulet d'étranglement sur le réseau (capacité insuffisante)
- travaux routiers (capacité réduite)
- accidents
- circonstances particulières (demande exceptionnellement élevée)
- conditions atmosphériques
- actions publiques, manifestations.

Les messages permettent de déduire les caractéristiques suivantes pour chaque bouchon distinct :

- longueur moyenne
- longueur maximale
- durée totale
- importance (produit de la longueur du bouchon, de la longueur de l'intervalle de temps et du nombre total de voies congestionnées durant les intervalles de temps concernés).

En 1996, près de 16 000 bouchons ont été observés et traités.

Les statistiques relatives aux bouchons se présentent sous forme de tableaux, de graphiques, de cartes, et elles fournissent notamment les données suivantes :

- classement des sites selon la fréquence et l'importance des bouchons
- fréquence totale du bouchon, durée et importance classées par région, par type de route, par cause, par jour type, par période de la journée, par mois, etc.
- cartes routières indiquant l'intensité du bouchon et l'importance de celui-ci avec classement en fonction de la cause.

(b) Statistiques relatives aux niveaux de congestion (Ministère des Transports, 1996)

Une deuxième série de statistiques indique les caractéristiques annuelles de la congestion de l'ensemble des sections routières, en fonction des flux horaires mesurés (classés par type de véhicule) et de la capacité de la section routière (en fonction des dimensions de la section). L'unité d'observation est la section routière (par direction). Un modèle d'estimation statistique calibré de la congestion (Van Toorenburg, 1991) calcule les probabilités de congestion (pourcentage moyen annuel du flux journalier connaissant des bouchons) et les temps de déplacement supplémentaires dus à la congestion.

Le modèle tient compte de l'effet des variations stochastiques de la capacité et de la demande en fonction du niveau de flux, de la structure humaine des flux et du type de route.

Les statistiques en matière de congestion sont présentées sous la forme de cartes routières indiquant les niveaux de probabilité de la congestion.

Les tableaux indiquent quelles routes ne répondent pas aux normes relatives au niveau de service (2 pour cent de probabilité de congestion pour les axes vers l'arrière-pays, 5 pour cent pour les autres grands axes).

(c) Statistiques relatives à la perte de temps et aux coûts (NEA, 1997)

Ces statistiques indiquent les pertes de temps et les coûts générés par les bouchons, ventilés en fonction d'un certain nombre d'éléments : voyageurs et marchandises, motifs du déplacement et types de bouchons. Le cœur de l'information est constitué par les informations de base relatives aux bouchons (a) et les caractéristiques de déplacement pour un échantillon de sections routières résultant d'enquêtes régulières sur la circulation routière.

La perte de temps est calculée en utilisant un modèle de formation et de dissipation de la congestion. Les coûts de la congestion se composent des coûts générés par les pertes de temps, calculés en utilisant des chiffres normalisés relatifs à la valeur du temps, et des coûts supplémentaires par véhicule (tels que la consommation de carburant supplémentaire).

Ces statistiques consistent en tableaux indiquant les temps supplémentaires de déplacement et les coûts, ventilés en fonction de la période de la journée, du type de jour, du motif du déplacement, du type de véhicule, etc.

RÉFÉRENCES

Ministère des Transports (1997), *Verkeersgegevens Jaarrapport 1996* (en hollandais) (Rapport statistique annuel sur le trafic 1996), Rotterdam, Adviesdienst Verkeer en Vervoer, juillet.

Ministère des Transports (1996), *Beleidseffectmeting Verkeer en Vervoer: beleidseffectrapportage 1995* (en hollandais), (Mesures du trafic et des effets de la politique de transport, rapport 1995), La Haye, Ministère des Transports Direction de la Stratégie et de la Programmation, septembre.

NEA (1997), *Filekosten op het Nederlandse hoofdwegennet in 1996* (en hollandais), (Les coûts de congestion sur le réseau routier principal des Pays-Bas en 1996), Rijswijk, NEA, 1997, Rapport commandité par le Ministère néerlandais des Transports.

Van Toorenburg, J.A.C. (1991), Performance of motorways and trunk routes at high traffic volumes, in: U. Brannolte (ed.), *Highway capacity and level of service*, Rotterdam, Balkema, 1991, pp. 413-418.

BIBLIOGRAPHIE

Altshuler, A. (1979), "*The Urban Transportation System*", MIT Press, Cambridge, Mass.

Arnott, R. et Small K. (1994), "*The economics of traffic congestion*", *American Scientist*, 82, 446-455.

Billheimer, J. (1978), "*The Santa Monica Freeway Diamond Lanes: Evaluation Overview*", Présentation à la réunion annuelle du Transportation Research Board, Washington, DC.

Breheny, M. (1995), "*The compact city and transport energy consumption*", *Transaction of the Institute of British Geographers*, 20, 81-101.

Brühning, E., *et al.* (1997), "*Entwicklung der Verkehrsicherheit auf Europäische Autobahnen*" (en allemand) (Développement de la sécurité du trafic sur les autoroutes européennes), *Strassenverkehrstechnik*, janvier.

Bukold, S. (1997), "*Bottlenecks in European Infrastructure*", Rotterdam, ECIS, janvier.

CEMT (1993), *Survey procedure and results by country*. Paris, novembre.

CEMT, (1995) "*Tendances du transport européen et besoins en infrastructures*", Paris.

Cervero, R. (1991), "*Congestion, growth and public choices*", University of California Transportation Center, Reprint No. 51, Berkeley, California.

Coughlin, J. (1994), "*The tragedy of the concrete commons: Defining traffic congestion as a public problem*", in: Rocherfort, D. et R. Cobbs (ed.), *The Politics of Problem Definition*, Kansas.

Delucchi, M. (1997), "*The social cost of motor vehicle use*", Annals of the American Academy of Political and Social Sciences, 553, 130-142.

DHV/Colquhoun (1991), "*The cost of inadequate transport infrastructure in Europe*", Rapport au Parlement Européen.

Downs, A. (1992), "*Stuck in Traffic: Coping with Peak-Hour Congestion*", Brookings Institute, Washington DC.

Emmerink, R.H.M, P. Nijkamp et P. Rietveld (1994), "*How feasible is congestion pricing?*", Tinbergen Institute, TI, 94-62.

Evans, A. (1994), "*Evaluating public transport and road safety measures*", Accident Analysis and Prevention, 26, 4, 411-428.

Gerondeau, C. (1997), "*Transport in Europe*", Londres, Artech House.

Giaoutzi, M. et L. Damianidias (1990), "*The Greek transport system and environment*", in: Brade, J. et K. Button.(ed.), Transport policy and the environment. Six case studies, Earthscan, Londres.

Giuliano, G. et K. Small (1994), "*Alternative strategies for coping with traffic congestion*", University of California Transportation Center, Working Paper No. 188, Berkeley, California.

Goodwin, P., P. Jones, J. Polak, P. Bonsall et J. Bates (1992), "*Adaptive Responses to Congestion: Proposals for a Research Programme*", Transport Studies Unit, Oxford University (TSU Ref: 736).

Gordon, P. et H. Richardson (1991), "*The commuting paradox*", Journal of the American Planning Association, 57, 4, 416-420.

Grieco, M. et P.M. Jones (1994), "*A change in the policy climate? Current European perspectives on road pricing*", Urban Studies, 31, 9, 1517-1532.

Gutierrez, J. et P. Urbano (1996), "*Accessibility in the European Union: The impact of the trans-European road network*", Transport Geography, 4,1, 15-26.

Handy, S. (1997), "*Travel behaviour-land use interactions: An overview and assessment of the research*", Présentation à la réunion IATBR, Austin, Tx.

Hendriks, F. *et al.* (1997), “*Infrastructureel investeringsbeleid in vergelijkend perspectief* (en hollandais), (Une comparaison des politiques d’investissement en infrastructures de transport : analyse de la politique des transports dans le Randstad, la Ruhr et la Flandre), Tilburg, Catholic University/TNO-Inro.

Hilbers, H.D. et E.J. Verroen, (1996), “*An international comparison of accessibility and congestion problems of urban areas: Can we still compete with our neighbours?*”, PTRC.

Hilbers, H.J. *et al.* (1997), “*Infrastructuur en mobiliteit in de Randstad*” (en hollandais), (Infrastructure et mobilité dans le Randstad, la Ruhr et la région Anvers-Bruxelles-Gand), Delft, TNO-Inro.

IMD/World Economic Forum (1996), *Global Competitiveness report*, Genève, IMD, 1996.

IWW/NEA *et al.* (1996), “*Bottlenecks in the European transport infrastructure: final report*”, Karlsruhe/Rijswijk, étude commanditée par ECIS.

Jones, P. (1991), “*Gaining public support for road pricing through a package approach*”, Traffic Engineering and Control, avril.

Kageson, P. (1993), “*Getting the prices right: A European scheme for making transport pay its true costs*”, Fédération Européenne pour les Transports et l’Environnement, Stockholm.

Kinnock, N. (1995), “*Vers une tarification équitable et efficace dans les transports*”, Bruxelles, CE.

Korver, W. *et al.* (1992), “*Gedragsveranderingen bij bedrijven als gevolg van reistijdvertragingen op het wegennet: deel II het zakelijke personenverkeer*” (en hollandais), (Retards liés à la congestion pour les déplacements professionnels : changement de comportement des entreprises), Delft, INRO-TNO.

Kroes, E., A. Daly, H. Gunn et T. Van der Hoorn (1996), “*The opening of the Amsterdam ring road: A case study on short term effects of removing bottlenecks*”, *Transportation*, 23, 71-82.

Litman, T. (1997), “*Policy implications of full social costs*”, *Annals of the American Academy of Political and Social Sciences*, 553, 143- 156.

Meyer, M.D. (1990), “*Dealing with congestion from a regional perspective: the case of Massachusetts*”, *Transportation*, Vol. 16 (1990) 197-220.

Ministère des Transports (1996), “*An international comparative study on infrastructure*”, La Haye, SDU Publishers.

Ministère des Transports (1996a), “*Beleidseffectmeting Verkeer en Vervoer: beleidseffectrapportage 1995*” (en hollandais), (Mesure du trafic et des effets de la politique des transports, rapport 1995), La Haye, Ministère des Transports, Direction de la Stratégie et de la Programmation, septembre.

Ministère des Transports (1997), “*Verkeersgegevens Jaarrapport 1996*” (en hollandais), (Rapport statistique annuel sur le trafic 1996), Rotterdam, Adviesdienst Verkeer en Vervoer, juillet.

NEA (1996), “*ECIS Study: Bottlenecks in European transport networks; road transport*”, Rijswijk (Pays-Bas), étude commanditée par ECIS.

NEA (1997), “*Filekosten op het Nederlandse hoofdwegennet in 1996*” (en hollandais), (Les coûts de congestion sur le réseau routier principal des Pays-Bas en 1996), Rijswijk NEA, étude commanditée par le Ministère néerlandais des Transports.

Pucher, J. et C. Lefevre (1996), “*The Urban Transportation Crisis in Europe and North America*”, Macmillan, Londres.

Quinet, E. (1994), “*Les coûts sociaux des transports*”, dans : CEMT, Internaliser les coûts sociaux des transports, Paris, OCDE.

Salomon, I., P.H.L. Bovy, et J.-P. Orfeuil (éd.) (1993), “*A billion trips a day: Tradition and Transition in European Travel Patterns*”, Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, 1993.

Salomon I. et P. Mokhtarian (1997), “*Coping with congestion: Reconciling behavioural responses and policy analysis*”, *Transportation Research*, D, 2, 2, 107-123.

Stembord, H.L. (1991), “*Quality of service on the main road network in the Netherlands*”, dans : U. Brannolte (éd.), *Highway Capacity and Level of Service*, Rotterdam, Balkema, pp. 357-365.

Stern, E., P. Bovy et M. Tackén (1995), "*Traffic congestion and behavioural reaction*", Conférence européenne de la recherche sur "European transport and communication networks: Policies on European networks", Espinho, Portugal, 17-23 avril.

Tackén, M. et E. DeBoer (1991), "*Flexitime and the spread of traffic peak hour: an analysis of conditions and behaviour*", Delft University of Technology, OSPA (en hollandais).

Tackén, M. et E. DeBoer (1991), "*Change in spread of travel and working times due to opening of the Amsterdam Orbital motorway*", Delft University of Technology, OSPA (en hollandais).

Transroute ISIS, Heusch-Boesefeldt et A.T. Kearney (1992), EC Motorway Network Perspectives, étude pour la CCE-DG VII.

Van Toorenburg, J.A.C. (1991), "*Performance of motorways and trunk routes at high traffic volumes*", in: U. Brannolte (ed.), Highway capacity and level of service, Rotterdam, Balkema, 1991, pp. 413-418.

Wachs, M. (1994), "*Will congestion pricing ever be adopted?*", Access, 4, 15-19.

Westland, D. (1997), "*The Gattis hypothesis tested on Dutch motorway bottlenecks*", Delft University of Technology, Faculty of Civil Engineering.

WP5 (1994), Base méthodologique pour la définition de critères communs concernant les goulets d'étranglement, les liaisons manquantes et le niveau de service sur les réseaux d'infrastructure, Rapport, Bonn, juin.

ROYAUME-UNI

J.M. DARGAY
P.B. GOODWIN
ESRC Transport Studies Group
University College London
Royaume-Uni

SOMMAIRE

1. LA CONGESTION EN EUROPE : UN PROBLÈME ANCIEN	177
2. DÉFINITION DE LA CONGESTION	178
3. INDICATEURS DE LA CONGESTION	186
4. FACTEURS INFLUANT SUR LA CROISSANCE DU TRAFIC.....	200
4.1. Effets du revenu sur la motorisation.....	201
4.2. Les effets des coûts.....	204
5. SCÉNARIOS DE CONGESTION.....	213
6. CONCLUSIONS.....	216
NOTES.....	219
BIBLIOGRAPHIE	221

Londres, décembre 1997

1. LA CONGESTION EN EUROPE : UN PROBLÈME ANCIEN

Lay (1993) fait remarquer que l'encombrement routier n'est pas un phénomène nouveau. En effet, il y a 2000 ans, il était déjà déclaré dans un édit romain que "*la circulation des personnes ne devait pas être entravée par un trop grand nombre de litières et de chars bruyants*". La cité antique de Pompéi limitait le stationnement, et c'est Jules César qui, le premier, proclama des lois sur le stationnement en dehors de la voie publique. Le centre de Rome était interdit aux véhicules entre 6 heures et 16 heures, et en l'an 125 de notre ère, Hadrien limita le nombre de véhicules autorisés à entrer dans Rome. Vers l'an 180, Marc-Aurèle étendit les interdictions en principe à toutes les villes de l'Empire romain, préfigurant en cela un organisme européen tentant d'aller dans une certaine mesure au-delà de ce que l'on appellerait aujourd'hui le principe de subsidiarité. On ne sait toutefois pas très bien si l'interdiction impériale a été mise en application de façon uniforme.

Depuis, de nombreuses cités médiévales et industrielles ont pu faire l'expérience des problèmes occasionnels causés par une circulation excessive et se sont efforcées d'y remédier. Elles se sont aussi rendu compte que leur prospérité et leur puissance dépendaient dans une large mesure des revenus qu'elles tiraient du commerce. Les villes hanséatiques sont l'exemple même de la prospérité dont peut jouir une ville capable de s'assurer le contrôle d'une certaine partie des sommes dépensées pour le transport des biens et des personnes. Cela nous rappelle que, dans un certain sens, la congestion n'est qu'une caractéristique de la popularité. Les villes sont des endroits où les gens souhaitent se rencontrer pour échanger des biens et des idées, et il est naturel que ce genre de rassemblement se traduise par la formation de foules.

Il ne faudrait toutefois pas en conclure qu'il n'y a rien de nouveau dans l'ampleur et les effets de la congestion que nous connaissons aujourd'hui, dans la rapidité avec laquelle elle progresse, ou dans ses conséquences pour l'environnement, pour l'économie et pour la société. Nous sommes en effet

confrontés à un problème qui, pour être semblable dans sa forme à celui que connaissaient les grandes cités antiques, n'en est pas moins différent dans sa nature profonde.

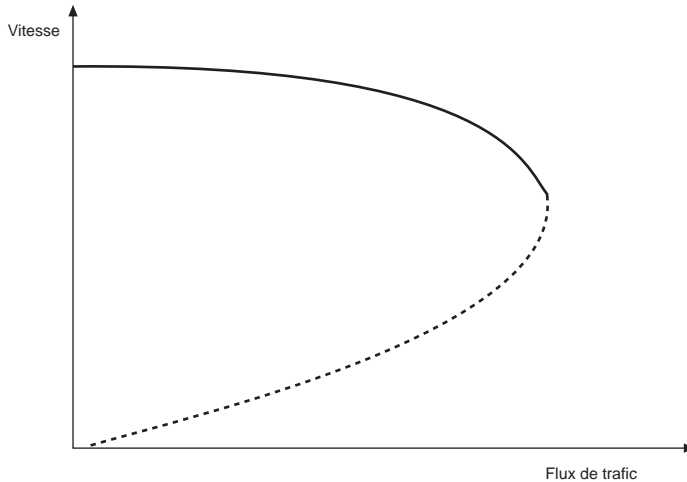
2. DÉFINITION DE LA CONGESTION

Sur le plan des définitions, la relation fondamentale des techniques de la circulation est la courbe vitesse-débit, qui montre que plus une route est utilisée, plus la circulation est lente, cet effet s'accroissant à mesure que le volume de trafic se rapproche de la capacité maximale du réseau, jusqu'à ce que la surcharge soit telle qu'aucun véhicule ne soit plus capable de se déplacer. Si nous étendons l'idée de temps de parcours à une définition plus large des coûts, qui englobe les inconvénients et l'inconfort, le même procédé peut être appliqué d'une façon générale à pratiquement toutes les formes de transport, et de fait, peut être considéré dans une certaine mesure comme une caractéristique générale de tous les systèmes connaissant des contraintes de capacité et une certaine forme de variation aléatoire.

La congestion va donc de pair avec tous les systèmes de transport à forte utilisation. Sa caractéristique générale est que les utilisateurs se gênent les uns les autres dans leur liberté de mouvement. La définition *générale* de la congestion se rapporte par conséquent à une caractéristique générale des systèmes de transport, à savoir :

La congestion se définit comme la gêne que les véhicules s'imposent les uns aux autres, en raison de la relation vitesse-débit du trafic, dans des conditions où l'utilisation du système de transport se rapproche de la capacité de ce système.

Cette définition indique qu'il ne faut pas voir la *cause* sous-jacente de la congestion dans les éléments déclencheurs passagers et immédiats que les automobilistes remarquent lorsqu'ils sont bloqués dans un embouteillage, tels que les travaux de voirie, les taxis, ou encore les accidents. S'il y a congestion, c'est parce que le volume de trafic se rapproche trop de la capacité du réseau, et qu'en pareille situation, n'importe lequel de ces incidents passagers aura un effet disproportionné.



Mesurer la congestion

La méthode classique utilisée pour mesurer la congestion et la convertir en valeur économique a été élaborée par Glanville et Smeed (1958). Cette méthode élégante et simple, qui a exercé une très grande influence au cours des quarante dernières années, est pourtant fondée sur une erreur conceptuelle.

En effet, selon Glanville et Smeed :

"Le coût total du retard dépend de ce que l'on considère comme étant une vitesse de circulation raisonnable. En situation de faible trafic sur des routes de bonne qualité, la vitesse moyenne est d'environ 25 miles à l'heure (soit 40 km/h) dans les agglomérations, et de 40 miles à l'heure (65 km/h) hors agglomération. Si l'on retient ces vitesses comme normes, les calculs chiffrent les retards à 125 millions de livres dans les agglomérations et à 45 millions de livres en région rurale, soit au total 170 millions de livres par an."

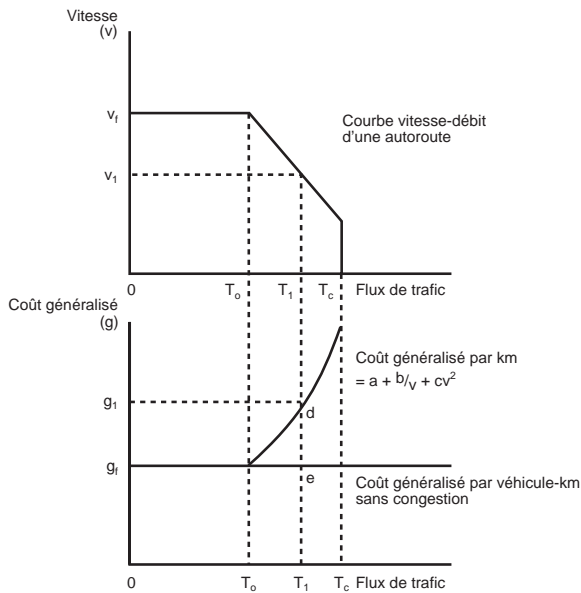
Trente ans plus tard, la Fédération Routière britannique (1988) a effectué un calcul analogue en utilisant essentiellement la même méthode, pour aboutir à la conclusion suivante :

"Le coût supplémentaire, par rapport au coût associé à une situation de circulation fluide, constitue le coût de congestion. Ce coût s'élève à 3 milliards de livres par an dans les grandes agglomérations seulement."

La Confédération de l'industrie britannique (1988) est arrivée au chiffre de 15 milliards de livres par an pour le Royaume-Uni. De temps à autre, ce chiffre a été actualisé, soit simplement pour tenir compte de l'inflation, soit à la suite de nouveaux calculs. Ainsi, Newbury (1995) a avancé le chiffre de 19.1 milliards de livres pour 1993.

Si l'on tient compte de l'inflation et de l'évolution de la valeur attribuée au temps, ces chiffres indiquent que le coût de la congestion a augmenté en termes réels de 400 à 500 pour cent en quarante ans.

Figure 1. Le coût de la congestion routière



Source: Dodgson and Lane (1997).

L'exemple peut-être le plus poussé de ce genre de calcul nous est donné par Dodgson et Lane (1997), qui proposent une méthode un peu plus rigoureuse, résumée à la Figure 1. Ils postulent que le coût de la congestion est délimité par la zone $g_1 g_1 d_e$ du diagramme, et s'obtient donc en multipliant le nombre de véhicules par la différence entre le coût généralisé moyen par véhicule dans des conditions de circulation fluide et les conditions réelles (par opposition au

calcul qui fait appel à une multiplication par les coûts marginaux de la congestion et qui est, selon eux, implicite chez Newbury), et en désagrégeant ensuite le résultat obtenu selon de nombreux types de routes et de véhicules.

Dodgson et Lane parviennent au chiffre de 7 milliards de livres, soit moins de la moitié des chiffres déjà cités, bien que cela demeure un coût considérable.

Selon le Ministère britannique de l'Environnement, des Transports et des Régions (1997), compte tenu des tendances actuelles de la croissance, les niveaux de trafic augmenteraient pour divers types de routes de 31 à 117 pour cent d'ici à 2031, et les temps de parcours s'allongeraient, pour doubler sur les autoroutes urbaines pendant les heures de pointe, mais n'augmenter que de 5 pour cent environ sur les principales routes rurales pendant les heures creuses. Globalement, cela impliquerait que les coûts de congestion, tels qu'ils sont calculés, augmenteraient encore d'environ 100 pour cent.

Ces calculs ne cessent d'être cités dans le débat sur la politique nationale et internationale des transports. Ils démontrent tous que la congestion routière est assortie d'un coût extrêmement lourd pour l'économie, et que ce coût devrait augmenter à l'avenir.

Cela étant dit, il convient toutefois de prendre un certain recul pour examiner un problème. *Dans l'ensemble, les déplacements n'ont pas ralenti, mais se sont accélérés.*

Comment alors concilier le fait que l'on observe une accélération des déplacements et les calculs qui aboutissent à une augmentation des coûts de la congestion ?

Deux éléments entrent en ligne de compte. D'abord, la méthode proposée pour calculer les coûts de congestion est fautive. Ensuite, le comportement des personnes qui se déplacent s'adapte à l'évolution de la situation.

Un calcul erroné

La méthode de calcul des coûts de congestion de Glanville et Smeed est fondée sur la formule suivante :

(Temps à la vitesse "cible") - (Temps à la vitesse réelle)

multiplié par

(Volume de trafic)

égale

(Retard total attribuable à la congestion).

Ce que cette formule veut dire, c'est que si la vitesse cible change, les coûts de congestion, tels qu'ils sont calculés, peuvent augmenter même si personne ne ressent véritablement les effets de la congestion. Considérons une circulation en période de pointe à la vitesse de 20 km/h sur une route locale où la vitesse est limitée à 30 km/h. Portons ensuite la limite de vitesse à 60 km/h et apportons des améliorations à la route qui permettent une vitesse réelle de 25 km/h en période de pointe. Selon cette formule, les coûts de congestion seront plus importants, bien qu'en fait chaque véhicule se déplace plus rapidement.

C'est ce qui se produit même si le volume de trafic ne varie pas. Cependant, si celui-ci augmente, le coût de congestion doit alors augmenter en conséquence, même si les vitesses ne diminuent pas, ou même si celles-ci augmentent, mais dans une proportion moindre que le volume de trafic.

Par conséquent, selon ce calcul, un volume croissant de véhicules circulant sur un réseau routier amélioré continuellement, à des vitesses en augmentation constante, pourrait malgré tout aller de pair avec une augmentation du coût total de la congestion.

Inversement, si l'on révisé à la baisse la vitesse "cible" admise (comme cela se fait généralement en matière de limitation de vitesse), ou si l'on modifie le tracé de la route de façon à réduire la vitesse de circulation fluide (comme cela se fait très souvent dans le cadre d'actions visant à la modération de la circulation), le coût total de la congestion pour l'économie diminuera en apparence.

Il est difficile de se convaincre que ces mesures du coût de la congestion nous renseignent utilement sur l'économie ou sur la politique des transports.

Un comportement qui s'adapte

Les calculs mentionnés ci-dessus reposent tous sur la comparaison des conditions réelles de déplacement avec des conditions hypothétiques qui seraient réunies si *le même volume de trafic* pouvait circuler à des vitesses plus élevées. Dans la réalité, le volume de trafic est soumis à la fois à des variations externes et aux variations provoquées par l'évolution de la facilité de déplacement. C'est pourquoi, il est très difficile de calculer le coût des quantités moyennes à l'échelle de toute une économie.

L'exemple suivant -- qui repose sur des chiffres fictifs (sans être forcément irréalistes) -- montre qu'à mesure que le trafic croît, la vitesse de déplacement globale peut augmenter, même si les effets vitesse-débit ralentissent la circulation sur chacune des routes considérée isolément.

Nous examinons le cas d'une économie où il existe deux catégories de routes (les routes à circulation rapide et les routes à circulation lente, c'est-à-dire d'une part les autoroutes, d'autre part les rues de desserte) et deux périodes (période "de pointe" et période "creuse"). Au stade initial, un niveau de trafic total de 400 véhicules-kilomètres est également réparti entre les quatre paramètres de déplacement, comme l'indique le Tableau 1. Les vitesses varient de 20 km/h sur les routes à circulation lente en période de pointe à 120 km/h sur les routes à circulation rapide en période creuse.

Tableau 1. **Conditions initiales**

		Routes à circulation rapide	Routes à circulation lente
Période de pointe	Vitesse (en km/h)	60	20
	Véhicules-km	100	100
Période creuse	Vitesse (en km/h)	120	30
	Véhicules-km	100	100

Nous laissons ensuite le trafic augmenter de 150 pour cent, pour le porter à 1 000 véhicules-kilomètres. Cette croissance -- ce qui est parfaitement normal -- n'est pas répartie uniformément dans le temps, ni dans l'espace. Elle est très

faible sur les routes à circulation lente déjà encombrées en période de pointe (mais son effet sur la vitesse de circulation y est sensible), et elle est concentrée à l'extérieur des heures de pointe, sur les routes à circulation plus rapide, où elle a alors un effet relativement faible sur la vitesse.

Nous notons cependant un certain ralentissement pour chaque catégorie de route. Autrement dit, tous les usagers qui ont connu la situation avant et la situation après remarquent qu'ils se déplacent plus lentement, tant sur les routes à circulation rapide que sur les routes à circulation lente, et pendant les périodes de pointe comme pendant les heures creuses.

Tableau 2. Après une croissance du trafic de 150 pour cent

		Routes à circulation rapide	Routes à circulation lente
Période de pointe	Vitesse (en km/h)	45	15
	Véhicules-km	280	120
Période creuse	Vitesse (en km/h)	115	25
	Véhicules-km	400	200

Maintenant, considérons le temps total de parcours ainsi que la vitesse moyenne globale qu'impliquent ces chiffres. Les résultats sont indiqués au Tableau 3.

Tableau 3. Conditions moyennes de parcours

	Avant	Après
Trafic (en véhicules-km)	400	1 000
Temps total de parcours (en heures)	10.8	25.7
Vitesse moyenne globale (en km/h)	37	39

Il apparaît clairement que le temps total de parcours a augmenté, en raison du nombre accru de véhicules en circulation, et que la vitesse sur tous les types de routes a diminué, par suite de l'effet de congestion de la courbe vitesse-débit. Cependant, ces deux effets sont, dans l'exemple, dissociés l'un de l'autre. *La vitesse moyenne globale de déplacement a augmenté*, en raison de la croissance

différentielle selon les types de routes et selon les périodes (de pointe ou creuse). La question qui se pose alors est de savoir dans quelle mesure la congestion a "augmenté" pour l'économie dans l'ensemble. Nous constatons qu'il y a davantage de gens qui se déplacent, tous plus rapidement, mais que tous se rendent compte que leurs conditions de déplacement se détériorent partout où ils vont.

Dans l'exemple ci-dessus, la seule forme envisagée d'ajustement du comportement se situe au niveau du choix entre les deux types de routes et les deux périodes de la journée. Dans une situation réelle, l'éventail de choix est beaucoup plus large -- les types de routes sont, notamment, beaucoup plus différenciés, et les modes de transport, fréquences et motifs de déplacement varient également. On notera que plus le choix est vaste, plus il est possible que la détérioration des conditions dans chaque cellule soit compensée par un déplacement entre les cellules, ce qui ralentit le rythme de la détérioration ou améliore la moyenne globale¹.

C'est ce qui s'est passé en Europe au cours des dernières décennies.

En résumé, si l'on retient des affirmations du type "la congestion coûte à l'économie 15 milliards de livres par an", en actualisant de temps à autre le chiffre pour tenir compte de l'inflation, cela représente la distribution potentielle à chaque famille d'un dividende annuel de 1 000 livres. Il s'agit là d'un chiffre fictif consensuel qui est commode et que l'on obtient en comparant le temps de parcours aujourd'hui et le temps réduit si le même volume de trafic pouvait s'écouler librement, et en attribuant ensuite à tous ces gains de temps fictifs la même valeur marchande que celle que nous attribuons actuellement aux quelques minutes gagnées grâce aux améliorations apportées aux transports. Nous sommes là en pleine démarche spéculative, dépourvue de cohérence interne et qui ne peut pas être transposée dans la réalité. (Si la circulation était entièrement fluide, nous pouvons être assurés que le trafic augmenterait et qu'au moins une partie du temps gagné serait utilisée pour faire d'autres déplacements, ce qui entraînerait d'autres changements, dont la valeur n'a pas encore été déterminée). Voilà une réponse précise à une équation fantôme.

Nous effectuerons maintenant certaines estimations quantitatives de la croissance antérieure et de la croissance future des niveaux de trafic, de la capacité routière et de la congestion.

3. INDICATEURS DE LA CONGESTION

Dans la présente section, nous examinerons certains indicateurs de la congestion pour divers pays de l'OCDE. Comme nous l'avons vu dans la section précédente, la congestion a une composante spatiale et temporelle, en ce sens qu'elle est déterminée par le trafic circulant à un moment donné sur un tronçon routier donné. Pour la mesurer au niveau national, pour étudier son développement dans le temps ou pour la comparer d'un pays à un autre, il faudrait disposer de données détaillées sur la répartition dans le temps des ratios volume-capacité sur des routes données ainsi qu'une méthode permettant de les agréger, ce qui dépasse largement le cadre de la présente étude. En revanche, nous pouvons donner une indication approximative de la croissance de la congestion et établir une comparaison entre les pays à partir de certaines relations agrégées.

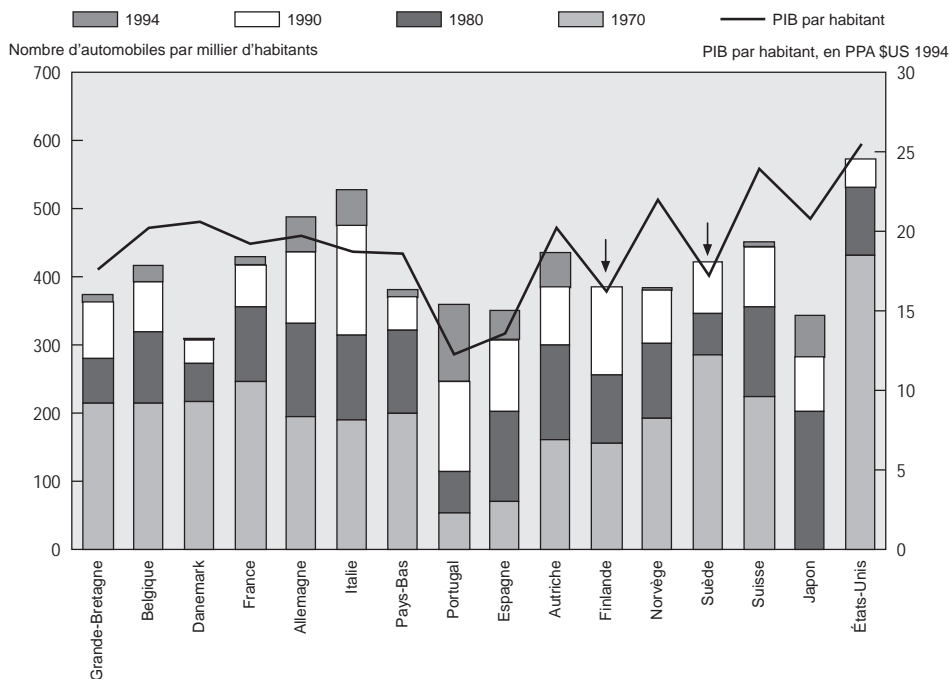
Pour simplifier, on peut dire que la congestion est déterminée par l'interaction de la demande de déplacement en véhicule routier pendant une période donnée et de l'offre d'espace routier. La demande de déplacement routier, en termes de véhicules-kilomètres (par unité de temps) peut être de nouveau décomposée selon le nombre de voitures ou de véhicules disponibles ainsi que selon leur utilisation moyenne (en termes de kilomètres par unité de temps). Nous commencerons par examiner comment certaines de ces composantes de la congestion varient dans divers pays et comment elles ont évolué au cours des 25 dernières années. Notre analyse se fonde sur des données annuelles². Pour simplifier, nous ne considérons que les automobiles ainsi que les véhicules-kilomètres parcourus en automobile. Les véhicules de transport routier de marchandises et de transport public ainsi que le trafic qui leur correspond, feraient bien sûr augmenter les chiffres indiqués, mais ne remettraient pas fondamentalement en cause la validité de la comparaison entre pays et du développement dans le temps.

Pour effectuer une comparaison utile entre pays de population et de superficies différentes, nous devons normaliser les données eu égard à ces éléments variables. La Figure 2 indique le taux de motorisation, mesuré par le nombre d'automobiles pour 1 000 habitants, dans un certain nombre de pays de l'OCDE pour les années 1970, 1980, 1990 et 1994, dernière année pour laquelle on dispose de données.

Les écarts marqués que l'on constate entre les taux de motorisation des différents pays sont évidents, si l'on considère qu'en 1994, le taux de motorisation du Danemark était de 0.31 automobile par habitant alors que celui des États-Unis était de 0.58 automobile par habitant. Les écarts diminuent toutefois avec le temps. Comme on pouvait s'y attendre, nous constatons que le taux de motorisation a augmenté pendant toute la période dans tous les pays, sauf deux -- la Finlande et la Suède -- où il marque un léger recul pendant les années 90 (ce recul étant signalé par des flèches et des pointillés indiquant les chiffres pour 1994), ce qui pourrait être attribuable à la baisse du revenu réel dans les pays concernés pendant ces années-là. Toutefois, la progression du taux de motorisation a commencé à ralentir dans la plupart des pays, en termes absolus comme en pourcentage. Cette tendance est particulièrement notable dans les pays où les revenus sont les plus élevés. L'exception la plus évidente à cet égard est le Portugal -- le plus pauvre des pays considérés -- où le taux de motorisation s'est accéléré.

La Figure montre également le PIB par habitant pour les différents pays en 1994 (en parités de pouvoir d'achat avec le dollar US). En général, comme on pouvait s'y attendre, il semble exister une relation étroite entre le PIB et le taux de motorisation. Cependant, quelques pays affichent des taux de motorisation sensiblement plus bas que prévu, compte tenu de leur niveau de revenu élevé, notamment le Danemark, le Japon et la Norvège.

Figure 2. Nombre d'automobiles par millier d'habitants dans les pays de l'OCDE (1970-1994) et PIB par habitant (1994)

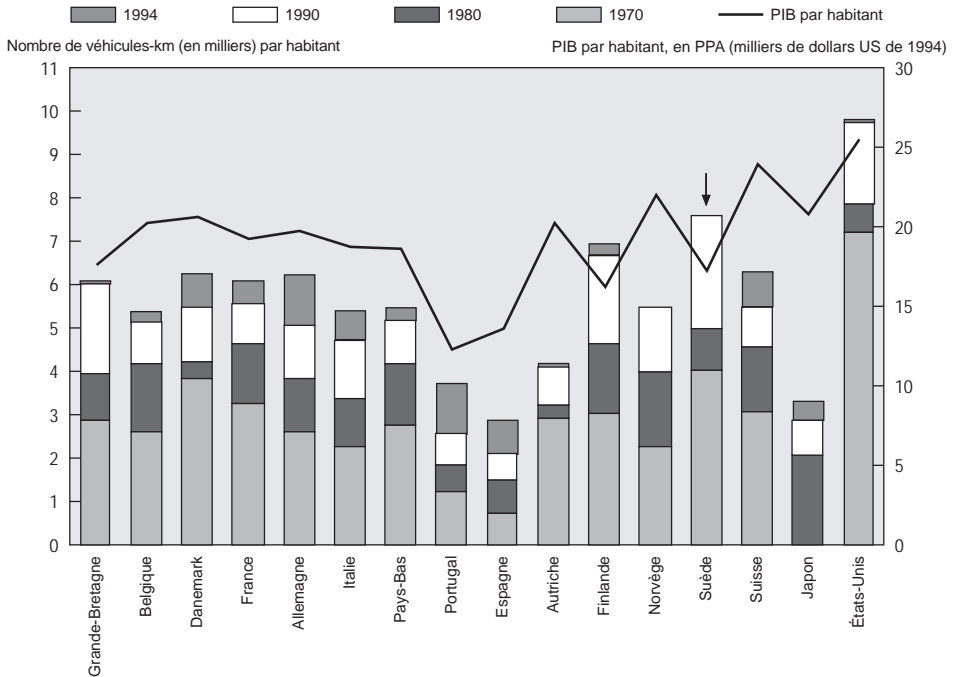


L'utilisation de l'automobile est illustrée à la Figure 3, qui montre le nombre de véhicules-kilomètres parcourus (en automobile) par année et par habitant pour les quatre années³ considérées. L'évolution globale s'apparente à celle observée pour le taux de motorisation, à quelques nettes différences près cependant. D'abord, l'utilisation varie davantage entre les pays que le taux de motorisation. Elle est de 3 000 en Espagne et au Japon, mais de près de 10 000 aux États-Unis. Ensuite, la progression de l'utilisation a été plus forte en termes absolus pendant les années 80 que pendant les années 70 dans la majorité des pays, alors que c'est le contraire qui s'est produit pour le taux de motorisation. Là encore, la relation avec le PIB est manifeste, mais quelques pays -- Japon, Norvège et Autriche -- affichent une utilisation plus faible que prévu, compte tenu de leurs revenus élevés.

Le Japon et la Norvège ont donc tous deux des taux de motorisation et une utilisation par automobile plus faibles que la moyenne des pays du même niveau de revenu. Ces deux pays ne sont pas particulièrement semblables, par exemple,

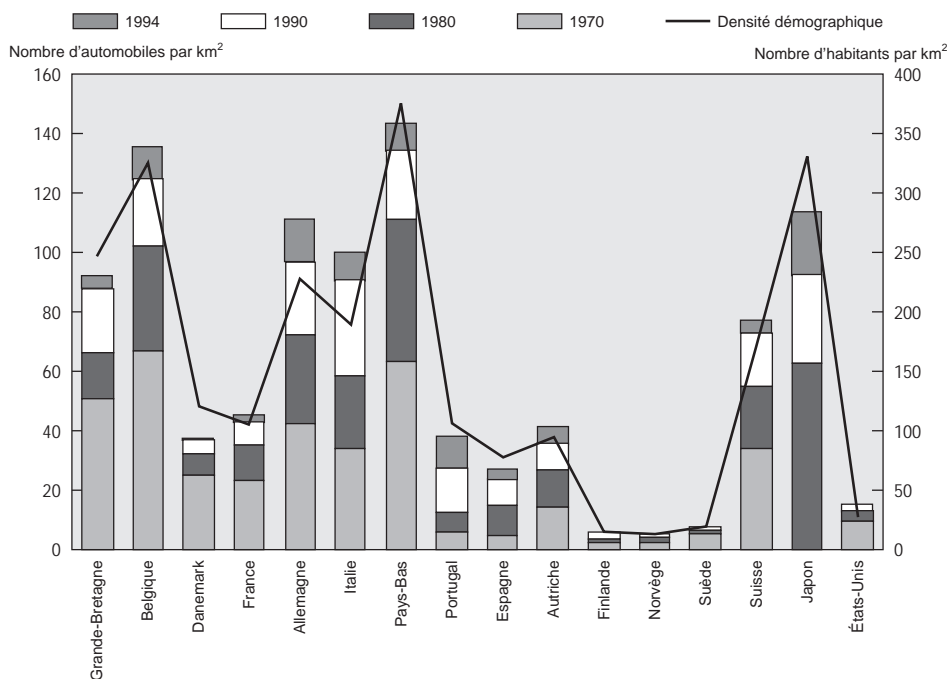
du point de vue de la densité de leur développement, de leur histoire, de leur culture ou de l'aménagement routier (comme on le verra plus loin) ni encore de la politique des transports.

Figure 3. Nombre de véhicules-kilomètres par habitant dans les pays de l'OCDE (1970-1994) et PIB par habitant (1994)



On peut mesurer de façon très simple la densité du trafic en établissant un lien entre le taux de motorisation et l'utilisation d'une part, et la superficie du pays d'autre part. C'est ce qu'illustre la Figure 4 pour les automobiles et la Figure 5 pour les véhicules-kilomètres, ces figures montrent également la densité démographique (quotient de la population par la superficie) dans les divers pays en 1994. La "densité" d'automobiles et de kilomètres est de toute évidence liée à la densité démographique, comme on pouvait s'y attendre. Intéressante exception à cet égard, le Japon, où la densité du trafic est comparativement faible si l'on considère la forte densité démographique du pays, ce qui pourrait s'expliquer par le fait que la population est fortement concentrée dans des agglomérations densément peuplées.

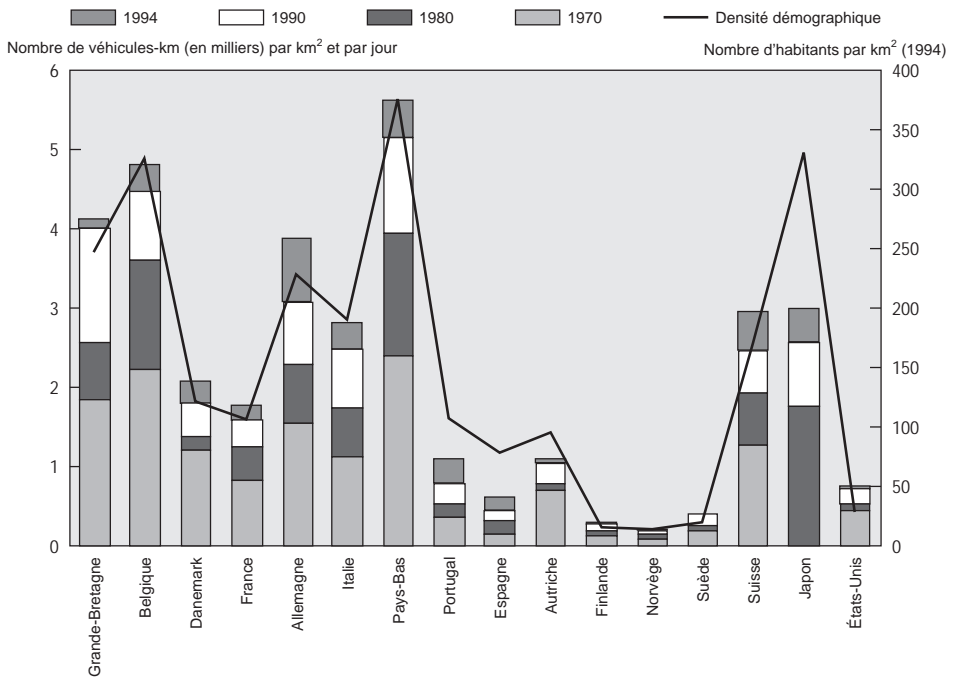
Figure 4. Nombre d'automobiles par kilomètre carré (1970-1994) et densité démographique (1994)



Manifestement, les pays les plus densément peuplés -- Pays-Bas, Belgique et Royaume-Uni. -- affichent une densité moyenne d'automobiles et de trafic beaucoup plus forte que les pays à population dispersée comme ceux de Scandinavie et les États-Unis. Les pays densément peuplés auront aussi en général une plus grande propension à la congestion, étant donné que l'expansion du réseau routier y est limitée par la superficie disponible et présente des risques plus graves pour le milieu physique. Bien qu'il existe un lien évident entre taux de motorisation et utilisation de l'automobile d'une part, et densité démographique de l'autre, les conclusions précises que l'on peut tirer de ces chiffres sont limitées, essentiellement parce que cette mesure de la densité démographique suppose une répartition uniforme de la population sur l'ensemble du pays. La proportion de la population vivant dans les zones densément peuplées -- c'est-à-dire les villes et leurs environs -- serait une mesure plus indiquée. Dans ces agglomérations, on peut s'attendre à ce que le taux de motorisation et la distance parcourue soient moindres que dans les régions à population plus dispersée, parce que les déplacements sur de grandes

distances y sont moins nécessaires et que les services de transports publics y sont plus facilement accessibles et plus commodes que dans les régions rurales. Malgré tout, ce sont les contraintes que font peser les transports sur la superficie limitée disponible dans les régions densément peuplées qui sont à l'origine des problèmes de congestion les plus évidents.

Figure 5. Nombre de véhicules-kilomètres par km² de superficie (1970-1994) et densité démographique (1994)

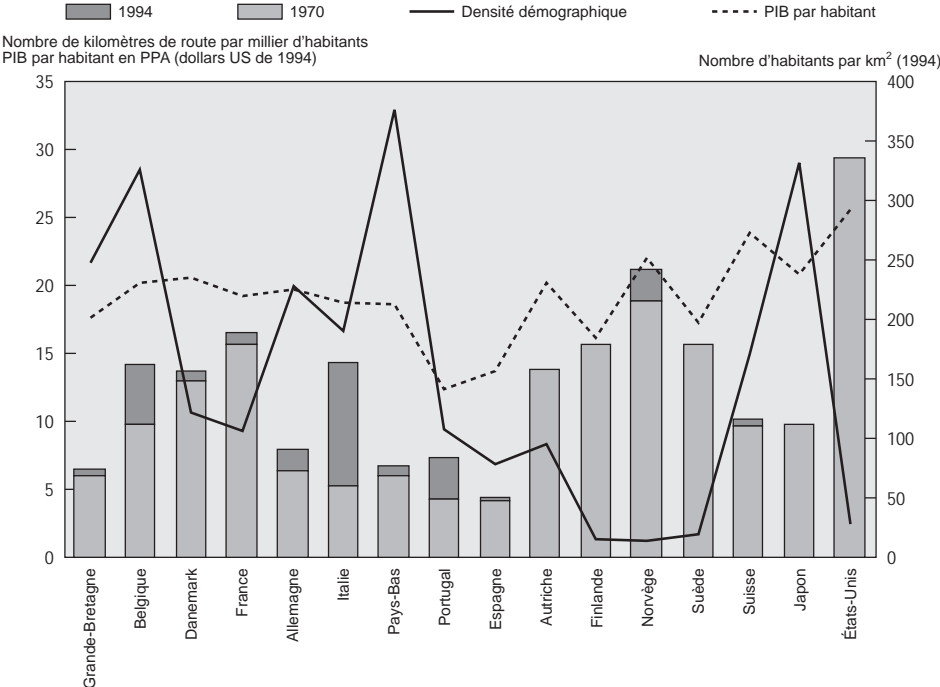


Il apparaît clairement dans les figures que l'occupation de l'espace physique par les automobiles et les déplacements en automobile sont en augmentation dans tous les pays et ne semblent plafonner que dans quelques-uns.

La congestion n'est pas seulement déterminée par la demande d'espace routier, mais également par son interaction avec l'offre de routes. Les deux prochaines figures illustrent comment cette offre diffère selon les pays. La Figure 6 indique le nombre de kilomètres de route par rapport à la population.

Une certaine prudence est toutefois de rigueur dans l'interprétation de ces résultats et la comparaison entre les différents pays. D'abord, la méthode de mesure de la longueur du réseau routier peut induire en erreur, car elle ne fait aucune distinction entre les routes de capacité et de qualité différentes. Ainsi, un kilomètre de petit chemin rural est considéré de la même façon qu'un kilomètre d'autoroute à six voies, qui peut bien sûr absorber une circulation beaucoup plus abondante et rapide. L'expansion du réseau routier, dont la caractéristique principale est d'accroître le nombre de voies, n'est par conséquent pas prise en compte dans les données. Ensuite, les routes considérées ne sont pas les mêmes dans tous les pays. Plus précisément, les chiffres du Danemark, de la Norvège et de l'Espagne ne comprennent pas la voirie urbaine, tandis qu'au contraire, la croissance exceptionnelle observée en Italie depuis 1970 s'explique justement par le fait que la voirie urbaine est intégrée aux données ultérieures à cette année de base.

Figure 6. Nombre de kilomètres de route par habitant (1970-1994), PIB par habitant et densité démographique (1994)

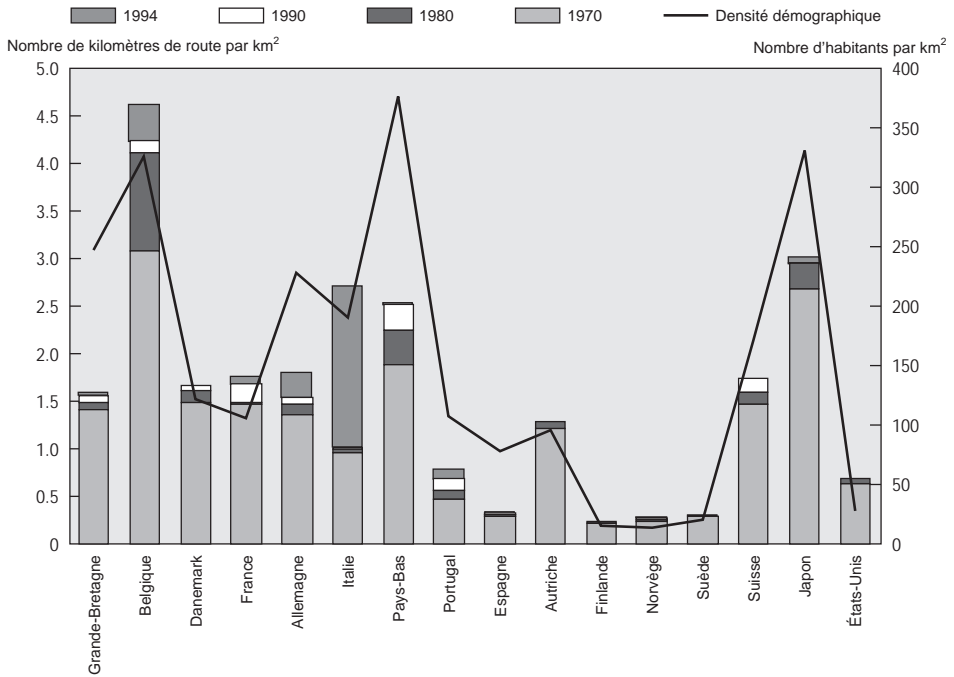


Même si l'on tient compte de ces problèmes de définition, on constate une différence considérable et réelle entre les pays du point de vue de la disponibilité du réseau routier par habitant, qui varie d'environ 7 kilomètres par millier d'habitants en Grande-Bretagne à près de 30 aux États-Unis. On note également une nette relation inversée entre le nombre de kilomètres de route par habitant et la densité démographique. La Figure montre en effet que les pays à population dispersée comme les États-Unis et les pays scandinaves disposent en général d'un plus grand espace routier par habitant que les pays densément peuplés comme la Grande-Bretagne, les Pays-Bas ou le Japon. En outre, on constate que la disponibilité du réseau routier par habitant n'a pas progressé de façon sensible dans la plupart des pays depuis 1970. En fait, elle a légèrement reculé dans quelques pays : Autriche, Finlande, Suède, Japon et États-Unis (le chiffre de 1994 est indiqué par la ligne en pointillé).

Enfin, on constate une relation vague entre la disponibilité du réseau routier et le PIB (qui apparaît également dans la Figure). Les pays à revenu élevé comme les États-Unis et la Norvège ont des ratios réseau routier-population élevés, tandis que les pays à faible revenu comme le Portugal ont une faible disponibilité du réseau routier. Cette relation n'est toutefois certainement pas indiscutable, étant donné que d'autres pays à revenu élevé comme la Suisse et le Japon ont également un espace routier par habitant relativement faible.

La densité routière, en termes de kilomètres de route par km² de superficie, est illustrée à la Figure 7, ainsi que la densité démographique. Comme on pouvait s'y attendre, on constate une relation évidente entre densité du réseau routier et densité démographique, bien que quelques pays aient effectivement une densité routière plus faible que la moyenne compte tenu de leur densité démographique, notamment la Grande-Bretagne et les Pays-Bas, ainsi que, dans une moindre mesure, l'Allemagne et le Japon. On voit également que la superficie occupée par le réseau routier continue de croître dans la plupart des pays, surtout dans les pays les plus densément peuplés, bien que l'augmentation constatée en Italie traduise dans une large mesure le changement de définition déjà observé. Il importe également de souligner que l'augmentation du nombre de kilomètres de route illustrée dans la Figure sous-estime fort probablement la croissance réelle de la capacité routière, car elle ne tient pas compte de l'augmentation du nombre de voies par route. Or, l'expansion du réseau routier réalisée au cours de la dernière décennie a consisté dans une large mesure à accroître le nombre de kilomètres de voie, plutôt que le nombre de kilomètres de route (ce que mesurent nos données).

Figure 7. Nombre de kilomètres de route par km² de superficie (1970-1994) et densité démographique (1994)



Le nombre de véhicules par kilomètre de route comme indice de la congestion

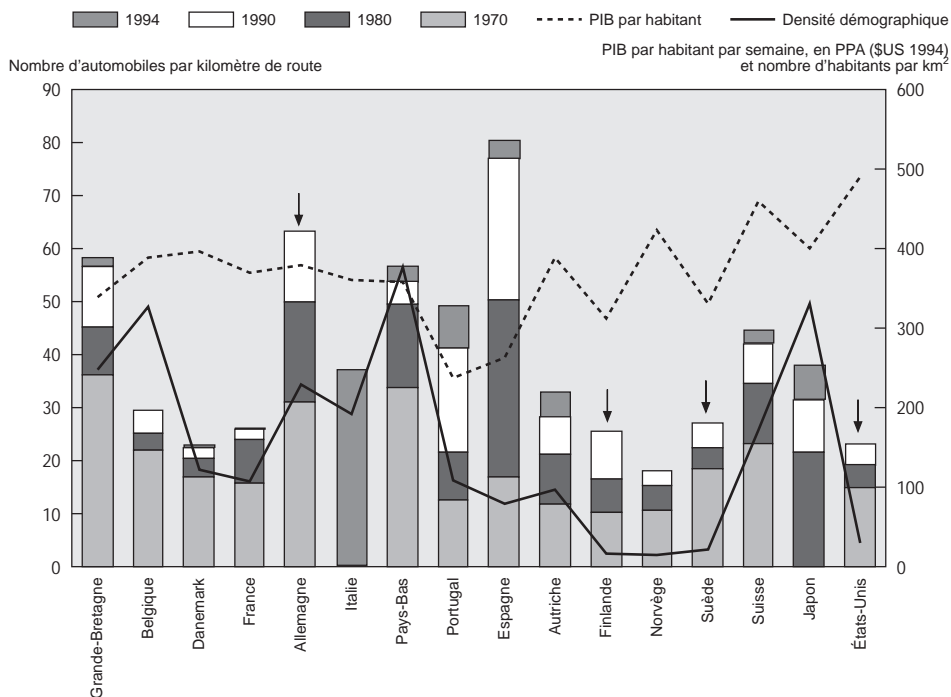
Pour les raisons déjà évoquées, un quelconque indice simple de la congestion sera problématique, surtout si on l'applique à l'ensemble du réseau, étant donné qu'un indice ne peut par définition rendre compte du caractère momentané et localisé de la congestion ni de son interaction avec la demande, et que, dans la pratique, on utilisera toujours des définitions imparfaites.

Néanmoins, le débat révèle que la forme générale la plus utile d'un tel indice serait un rapport entre un volume de trafic et la capacité d'un réseau. Une grande prudence est toujours de rigueur à cet égard, mais on serait en droit de prétendre qu'un ratio simple de ce type pourrait servir d'indicateur approximatif des variations du niveau de congestion.

C'est pourquoi les sections qui suivent seront consacrées à la demande d'espace routier, mesurée par le nombre de véhicules ainsi que le nombre de kilomètres parcourus, et à l'offre d'espace routier, mesurée par le nombre de kilomètres de route. Nous serons ainsi en mesure de procéder à une comparaison générale entre les différents pays et d'examiner les variations dans le temps pour chacun d'eux. (Nous soulignons encore, comme cela a été montré ci-dessus, qu'une augmentation d'un ratio de ce type révèle une possibilité ou une probabilité de diminution de la vitesse, mais n'est pas déterminant à cet égard, étant donné que les réactions de la demande auront une importance primordiale).

Les deux Figures qui suivent illustrent le nombre d'automobiles et de véhicules-kilomètres par kilomètre de route ainsi que le PIB et la densité démographique. Le nombre d'automobiles par kilomètre de route pour les divers pays apparaît à la Figure 8 pour les années 1970 à 1994. On constate une variation considérable selon les pays -- environ 19 automobiles par kilomètre de route en Norvège contre près de 80 en Espagne. Cependant, pour aucun de ces pays les données ne comprennent les voies urbaines, de sorte qu'elles ne sont pas rigoureusement comparables avec la plupart des autres pays. Cette différence de définition traduirait une surestimation pour les deux pays précités par rapport aux autres. Si nous ne tenons pas compte, de l'Espagne, l'écart qui sépare l'Allemagne, deuxième pays en importance par son ratio où les voies urbaines étaient prises en compte, et la Norvège, si les voies urbaines avaient été prises en compte, est supérieur à celui qui apparaît dans la Figure. La densité d'automobiles par route la plus élevée se trouve en Allemagne, en Grande-Bretagne et aux Pays-Bas -- qui sont tous des pays assez densément peuplés -- tandis que la plus faible est constatée aux États-Unis et dans les pays du Nord de la Scandinavie, qui ont une faible densité démographique. Cependant, la relation avec cette densité ne tient pas pour tous les pays. Il existe en effet des différences considérables entre des pays de densité démographique comparable, par exemple entre la France et le Portugal, et entre l'Allemagne et l'Italie. Comme nous avons pu le voir dans les Figures précédentes, bien que le Portugal ait un taux de motorisation par habitant inférieur d'environ 15 pour cent à celui de la France, son réseau routier ne représente *grosso modo* que la moitié du réseau français (en nombre total de kilomètres de route). De même, le taux de motorisation par habitant de l'Italie est de 6 pour cent supérieur à celui de l'Allemagne, mais le réseau italien est deux fois plus long que le réseau allemand.

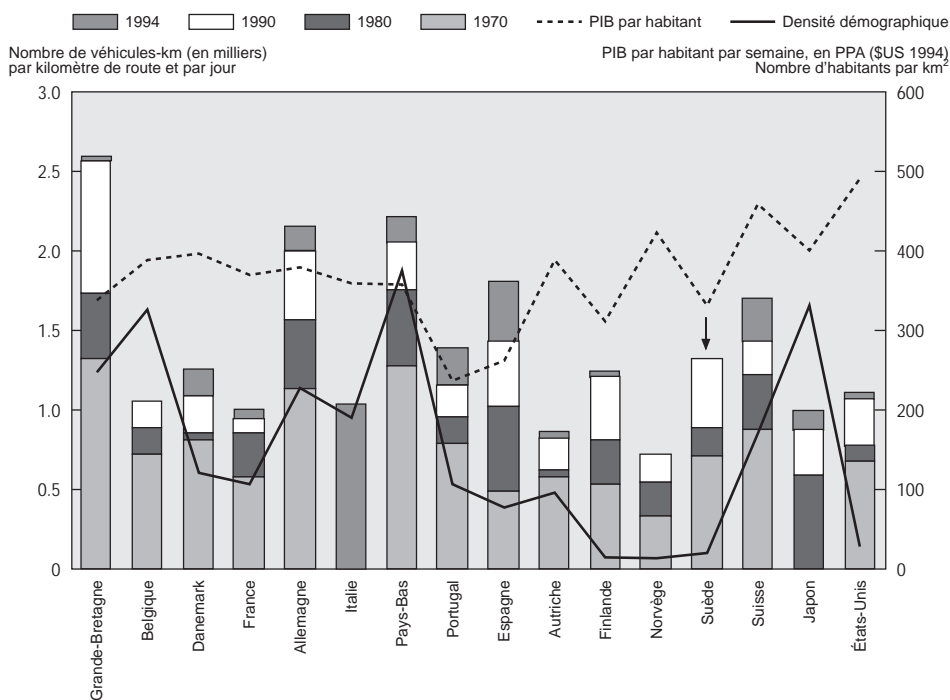
Figure 8. Nombre d'automobiles par kilomètre de route (1970-1994), PIB par habitant et densité démographique (1994)



Il ressort également clairement de la Figure que le nombre d'automobiles par kilomètre de route augmente en général dans le temps dans la plupart des pays, ce qui veut dire que la construction de routes n'a pas suivi l'augmentation du taux de motorisation. En moyenne, la congestion devrait aller en s'accroissant. Cependant, on a constaté dans les années 90 une légère diminution du ratio automobiles-routes dans quelques pays (indiquée par des flèches et des lignes pointillées) -- notamment en Suède et en Finlande, où le recul du taux de motorisation s'explique par la baisse des salaires. Les chiffres de l'Allemagne peuvent donner une image déformée de la réalité, étant donné que les données recueillies avant et après la réunification ne sont pas cohérentes. Enfin, la Figure indique qu'il n'existe pas de relation entre le ratio automobiles-routes et le PIB, du moins d'un pays à un autre.

La congestion n'est évidemment pas déterminée directement par le nombre d'automobiles disponibles, mais par leur utilisation. Pour mesurer la congestion globale, il est préférable de calculer le nombre de véhicules-kilomètres réellement parcourus par rapport à l'espace routier disponible. Cette mesure est illustrée à la Figure 9, qui montre le nombre de véhicules-kilomètres par kilomètre de route pour un jour moyen. La structure correspond à celle que nous avons vue pour les automobiles, à savoir que c'est en Grande-Bretagne, aux Pays-Bas et en Allemagne que la circulation routière est la plus dense, tandis que c'est en Norvège qu'elle l'est le moins. Il importe toutefois de noter un certain nombre de différences significatives dans le classement des pays. La Grande-Bretagne, la Suède, la Finlande et le Danemark affichent un nombre de véhicules-kilomètres par route relativement élevé par rapport à leur ratio automobiles-routes, ce qui porte à croire que les habitants de ces pays utilisent leur automobile pour parcourir des distances plus grandes que ceux d'autres

Figure 9. Nombre de véhicules-kilomètres par kilomètre de route et par jour (1970-1994), PIB par habitant et densité démographique (1994)

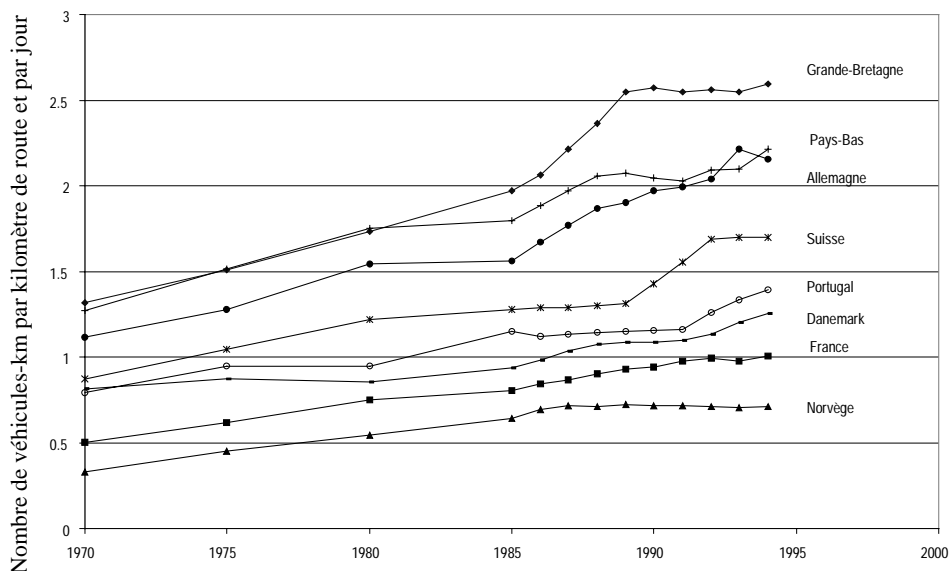


pays. D'après les données, nous estimons que le nombre moyen de kilomètres par automobile varie de 16 000 à 20 000 pour ces quatre pays, tandis qu'il serait de 14 000 au maximum pour tous les autres. En ce qui concerne les trois pays scandinaves, on pourrait concevoir que leurs chiffres élevés s'expliquent par une répartition analogue de leur population, mais cela ne vaut pas pour la Grande-Bretagne, dont le chiffre continue de faire problème du point de vue du comportement (et du point de vue politique).

Enfin, nous constatons que le nombre de véhicules-kilomètres par kilomètre de route augmente avec le temps dans tous les pays, et plus rapidement que le taux de motorisation. L'utilisation de l'automobile est plus intense, ce mode de transport étant utilisé pour faire davantage de déplacements et parcourir des distances plus grandes. Là encore, nous constatons que l'offre routière n'a pas suivi la demande d'espace routier et que le problème est loin de s'atténuer, bien au contraire.

La Figure 10, dans laquelle on utilise le nombre quotidien moyen de véhicules-kilomètres par kilomètre de route comme indicateur supplétif de la congestion, illustre le développement de la congestion au cours des 25 dernières années dans un certain nombre de pays européens (tous n'ont pas été indiqués par souci de lisibilité). Comme auparavant, nous constatons une nette gradation dans les niveaux de congestion, la Grande-Bretagne étant le pays où elle est la plus forte et la Norvège celui où elle l'est la moins. Le même schéma général s'applique à l'ensemble de la période considérée. L'exception la plus notable est l'évolution en Grande-Bretagne et aux Pays-Bas. En effet, pendant les années 70, ces deux pays affichaient des ratios véhicules-kilomètres/kilomètre de route quasiment identiques. Par la suite, et en particulier à la fin des années 80, ce ratio a augmenté beaucoup plus rapidement en Grande-Bretagne, pour dépasser de près de 20 pour cent celui des Pays-Bas en 1994. Comme l'ont montré les Figures précédentes, il semble que cela soit principalement attribuable à un accroissement beaucoup plus faible de la capacité routière en Grande-Bretagne. Nous voyons dans la Figure 7 que le nombre de kilomètres de route a augmenté de près de 40 pour cent aux Pays-Bas depuis 1970, alors que la progression est de moins de la moitié en Grande-Bretagne, bien que le nombre de véhicules-kilomètres ait doublé dans les deux pays (Figure 5).

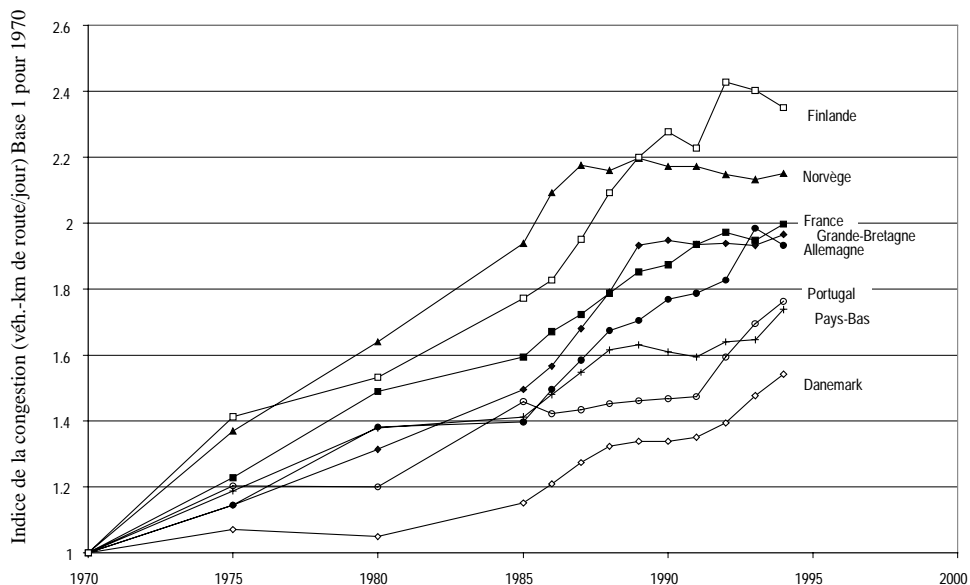
Figure 10. Nombre de véhicules-kilomètres par kilomètre de route et par jour (1970-1994)



Les taux de croissance relative de cette mesure de la congestion dans les différents pays sont illustrés de façon plus claire dans la Figure 11, qui indique un "indice de congestion" (base 1 pour 1970). Nous constatons que pour l'ensemble de la période, la "congestion" a plus que doublé en Finlande et en Norvège, pays où les niveaux absolus sont bas, alors qu'elle a augmenté de seulement 50 pour cent au Danemark. La France, la Grande-Bretagne et l'Allemagne ont eu des taux de croissance comparables d'environ 100 pour cent, tandis que la progression est moindre (environ 80 pour cent) pour les Pays-Bas et le Portugal. En dépit du fait que ces deux derniers pays aient augmenté le nombre de kilomètres de leurs routes de 40 et 50 pour cent respectivement au cours de la période considérée, ils n'ont pas été capables de suivre la progression de l'utilisation de l'automobile.

Il s'agit là peut-être de la conclusion la plus importante de cette analyse, à savoir que le ratio véhicules-kilomètres/kilomètre de route a augmenté, de façon assez régulière, dans l'ensemble de l'Europe pendant au moins un quart de siècle. Ce phénomène est essentiellement attribuable à l'accroissement du volume de trafic, qui est tel qu'aucun programme d'expansion réaliste du réseau routier ne permet de le suivre.

Figure 11. **Indice de la congestion (véhicules-kilomètres/kilomètre de route et par jour) - base 1 pour 1970**



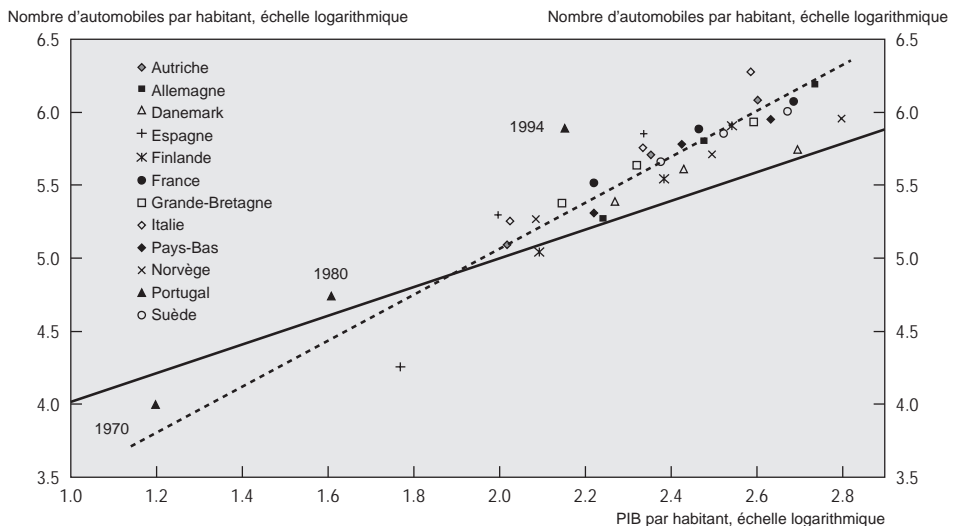
4. FACTEURS INFLUANT SUR LA CROISSANCE DU TRAFIC

Nous avons examiné dans la section précédente quelques-unes des composantes de la congestion et nous avons vu que certaines des différences qui existent entre les pays pouvaient être mises en relation avec la variation de facteurs tels que le revenu et la densité démographique. Dans la présente section, nous étudierons dans une optique davantage quantitative l'incidence du revenu et des coûts de transport sur le taux de motorisation et l'utilisation de l'automobile. Notre réflexion s'appuiera dans une large mesure sur des données obtenues au moyen de modèles économétriques et sur des travaux du TSU. Certaines études mentionnées ont une dimension internationale, puisqu'elles font intervenir les données de nombreux pays, tandis que d'autres se rapportent exclusivement au Royaume-Uni.

4.1. Effets du revenu sur la motorisation

La relation entre le taux de motorisation par habitant et le revenu par habitant est illustrée dans la Figure 12, qui montre la motorisation par habitant en ordonnée et le PIB réel par habitant en abscisse, pour les pays indiqués, en 1970, 1980 et 1994. Les deux variables sont exprimées sous forme de logarithmes. La pente de la ligne qui correspond le plus étroitement aux observations (la ligne pointillée) peut être prise comme mesure de l'élasticité-revenu. Comme repère, une ligne représentant la pente d'une élasticité-revenu égale à 1 est également tracée dans la Figure (c'est la ligne pleine). Il apparaît clairement, d'après les données indiquées, que la pente de la ligne (l'élasticité-revenu) est supérieure à 1. Certes, cette même relation ne se constatera pas forcément pour tous les pays ni pour toutes les années à venir, et elle sera modifiée si l'on tient compte d'autres influences, notamment les prix.

Figure 12. La relation entre motorisation et revenu

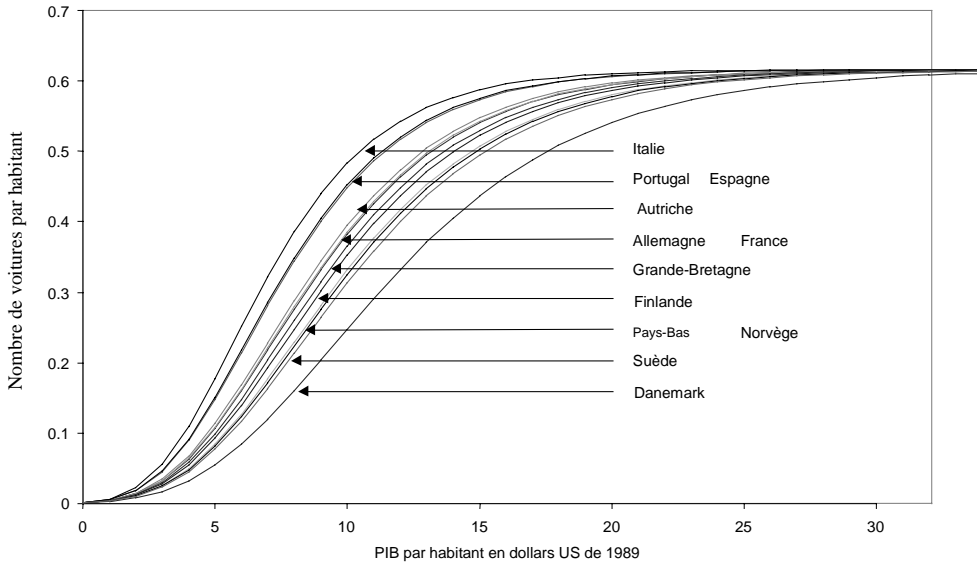


Les effets du revenu sur le taux de motorisation dans une optique internationale ont été récemment étudiés par Dargay et Gately (1997). Les résultats et le raisonnement exposés dans la présente section s'en inspirent largement. Les estimations de la motorisation sont fondées sur un modèle économétrique mettant en relation la motorisation par habitant et le revenu par habitant. On part de l'hypothèse que la relation à long terme entre ces deux

éléments peut être représentée par une courbe de Gompertz. Il s'agit d'une courbe en S qui indique une faible croissance de la demande, lorsque les niveaux de revenus sont les plus bas, puis une croissance plus forte qui suit l'augmentation des revenus pour enfin redescendre lorsque le niveau de motorisation se rapproche du point de saturation. Le modèle est évalué en fonction de données chronologiques pour un échantillon de 26 pays membres et non membres de l'OCDE, dans la plupart des cas pour la période comprise entre 1973 et 1992. En ce qui concerne la mise en oeuvre empirique, la fonction de Gompertz s'inscrit dans le cadre d'un modèle d'ajustement partiel qui permet de prendre en compte les décalages dans l'ajustement du stock d'automobiles par rapport aux variations de revenus. De cette façon, il est possible d'estimer à la fois les élasticités-revenu à court et à long terme, ainsi que les délais nécessaires à l'ajustement pour parvenir au point d'équilibre. Ces calculs statistiques fournissent une meilleure estimation de l'élasticité-revenu que l'idée qu'on peut s'en faire à partir de diagrammes tels que celui qui précède.

La relation à long terme estimée entre le niveau de motorisation et le revenu par habitant est illustrée à la Figure 13. Le niveau de saturation est estimé à 0.62 voiture par habitant⁴, et est le même pour tous les pays. La saturation est atteinte à des niveaux de revenu différents selon les pays. En ce qui concerne la saturation, c'est en Italie qu'elle est atteinte au niveau de revenu le plus faible (moins de 20 000 dollars US de 1985) et au Danemark qu'elle est atteinte au niveau de revenu le plus élevé (plus de 30 000 dollars). Pour les pays indiqués, la saturation est atteinte en moyenne à 25 000 dollars.

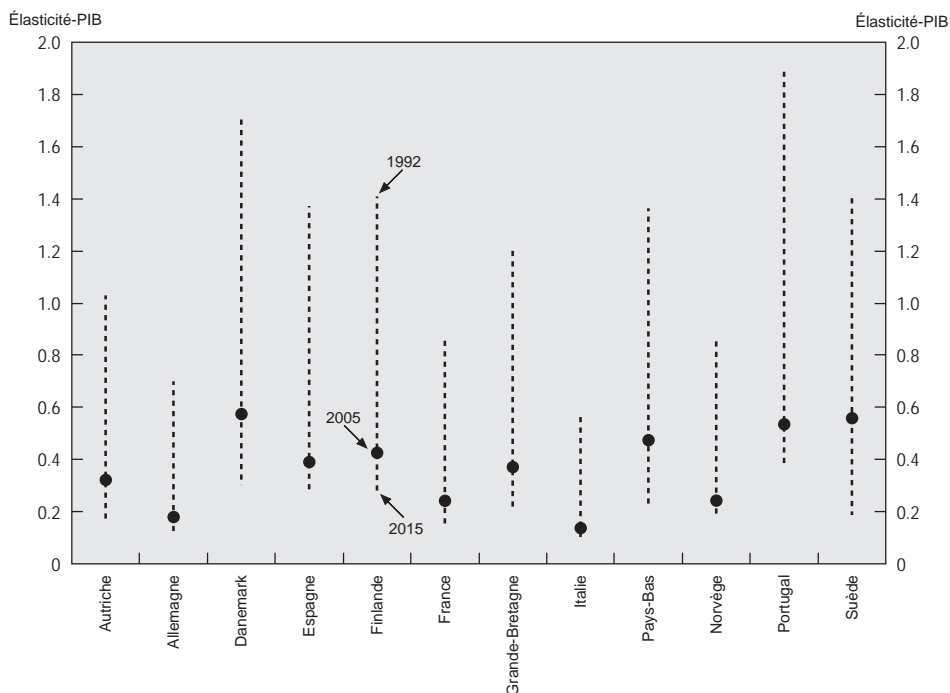
Figure 13. Fonctions d'estimation du niveau de motorisation à long terme. Dargay-Gately (1997)



Étant donné la nature de la fonction utilisée dans l'estimation, les élasticités-revenu ne sont pas constantes pour tous les pays et dans le temps. Elles varient plutôt selon le pays et le niveau de revenu, et donc, indirectement, selon le niveau de motorisation proprement dit. Les estimations de l'élasticité à long terme⁵ qui en découlent (voir la Figure 14) sont fondées sur la croissance du PIB par habitant prévue pour les pays considérés. En 1992, tous, sauf l'Allemagne, la France, l'Italie, la Norvège et la Grande-Bretagne, avaient une élasticité supérieure à 1. L'élasticité la plus forte -- près de 2 -- est constatée pour le pays dont le revenu est le plus bas, c'est-à-dire le Portugal. Nous voyons que l'élasticité devrait diminuer dans tous les pays, à mesure que progresseront les revenus et la motorisation et que l'on s'approchera du point de saturation. En 2005, l'élasticité devrait être tombée bien en dessous de 0.6 dans tous les pays et continuer à diminuer pour s'établir à moins de 0.4 en 2015. Il convient de noter que ces élasticités sont fondées sur la croissance supposée des revenus (c'est-à-dire une croissance réelle moyenne du PIB par habitant de 2.4 pour cent par an, pour une fourchette variant de 1.9 pour cent en Suède à 3.5 pour cent au Portugal), ainsi que sur les niveaux de motorisation qui en découlent. Une

croissance plus lente des revenus, ou un recul du niveau de motorisation, attribuable par exemple à des augmentations de coûts, ralentirait la diminution des élasticités.

Figure 14. Estimations de l'élasticité-revenu à long terme



4.2. Les effets des coûts

Bien que l'augmentation des revenus ait traditionnellement été l'élément déterminant de l'accroissement du parc de voitures particulières, d'autres facteurs entrent également en ligne de compte, qui pourraient devenir plus importants à l'avenir, en particulier si les pouvoirs publics prennent des mesures en matière de prix afin de maîtriser la croissance du trafic. Dans la plupart des pays européens, les coûts de l'automobile sont demeurés relativement bas en termes réels au cours des dernières décennies. Les seules hausses sensibles sont attribuables à l'augmentation des prix du pétrole causée par les chocs pétroliers des années 70, mais l'effondrement des prix survenu en 1986, ainsi que

l'inflation générale ont ramené les prix réels à leur niveau du début des années 70 dans la plupart des pays européens. Bien que les prix nominaux de l'essence aient augmenté sensiblement au cours de la dernière décennie -- surtout ces dernières années -- les prix réels demeurent encore relativement bas dans l'ensemble de l'Europe. Les coûts totaux d'utilisation de l'automobile ont augmenté quelque peu dans de nombreux pays pendant les années 90, mais le prix d'achat d'une automobile a en général diminué, de sorte que les coûts impliqués par le recours à l'automobile se sont globalement plus ou moins maintenus. Parallèlement, les tarifs des transports publics ont augmenté dans plusieurs pays, ce qui accentué l'avantage économique de l'utilisation de la voiture particulière par rapport aux transports publics⁶. Étant donné cette évolution des prix, il n'est pas surprenant que la motorisation et l'utilisation de l'automobile aient été largement déterminées par l'augmentation des revenus.

En dépit de cette tendance à long terme, les prix de l'essence et les coûts de l'automobile ont beaucoup fluctué au cours des dernières décennies, et l'on ne manque pas de données empiriques concernant les effets des coûts sur le niveau de motorisation et d'utilisation. Les nombreuses tentatives d'estimation de l'élasticité-prix des déplacements en voiture aboutissent à des résultats très variés. Certains d'entre eux sont résumés ci-après.

Au Royaume-Uni, des études particulièrement importantes ont été menées par Tanner (de l'ancien *Road Research Laboratory*) qui a été pendant de nombreuses années le principal responsable des prévisions au Royaume-Uni (jusqu'à ce que sa méthode de prévision soit abandonnée en raison d'inexactitudes qui ne sont pas principalement attribuables à ses élasticités. Mackett (1998) note actuellement que ses prévisions pour la période actuelle se sont en fait révélées plus exactes que les révisions ultérieures). On a accordé une attention considérable à la cohérence entre l'élasticité-prix et les élasticités-coûts généralisés dans lesquelles elle se situe. Tanner (1974) a estimé que les élasticités de l'utilisation de l'automobile par rapport aux coûts généralisés se situaient dans une fourchette variant de - 0.9 à - 1.3. Il a choisi - 1.1 comme valeur privilégiée ainsi que des élasticités correspondantes par rapport à l'ensemble des coûts de l'automobile de - 0.67 et par rapport au prix des carburants de seulement - 0.17. On ne faisait alors pas la distinction entre effet à court terme et effet à long terme. Par la suite, Tanner (1977) a été confronté au problème très important de l'interaction entre les élasticités-revenu et les élasticités-prix. Si la progression du niveau de motorisation et d'utilisation de l'automobile était dans une trop large mesure attribuée à l'augmentation des revenus, on sous-estimait forcément l'effet du prix ou les effets des coûts généralisés. Après avoir envisagé d'autres façons d'évaluer l'importance

relative de ces effets, Tanner a proposé une "valeur médiane" de - 0.6 (dans une fourchette variant de - 0.4 à - 0.8) pour l'élasticité de la motorisation par rapport au coût monétaire (le rapport n'est pas tout à fait clair, mais il semble s'agir de l'ensemble des coûts liés à l'utilisation d'une automobile). Tanner (1981) a estimé l'élasticité du niveau de motorisation par rapport au prix d'achat d'une automobile à - 0.87 et par rapport au prix de l'essence à - 0.31, ainsi que l'élasticité des kilomètres parcourus par automobile par rapport au prix des carburants à - 0.26. Il a interprété ces chiffres comme des élasticités à long terme et a utilisé d'autres données pour aboutir à une élasticité à *court* terme de l'ordre de - 0.15. Il a postulé l'existence d'un processus d'ajustement dynamique selon lequel l'effet à long terme se faisait sentir sur une période d'environ quatre ans (40 pour cent au cours de la première année de la période) pour l'utilisation de l'automobile, et sur une période de dix ans (dont moins de 20 pour cent au cours de la première année de la période) pour le niveau de motorisation.

Dans des travaux ultérieurs (1983), Tanner a tenté de définir une procédure explicite d'estimation du décalage, au moyen de coefficients qui n'étaient pas très solides, en raison de problèmes de données. Tanner a pris sa retraite à peu près à cette époque et l'orientation de ses travaux semble avoir été abandonnée au Royaume-Uni, jusqu'à ce que Virley (1993) ait recours à une méthode analogue pour établir les élasticités de la consommation de carburant automobile par rapport au prix, au moyen d'un modèle retardé explicite. Virley est ainsi parvenu à une élasticité à court terme de la consommation d'essence par rapport au prix de - 0.09, ainsi qu'une élasticité à long terme de - 0.46, environ 20 pour cent de l'ajustement total s'effectuant au cours de la première année.

Ce travail récent s'inscrit dans le contexte de plusieurs études qui ont réexaminé les données disponibles dans une optique nouvelle au début des années 90. On note deux courants distincts de travaux, d'une part ceux concernant les effets des prix du carburant sur la consommation de carburant, d'autre part ceux concernant les effets sur les niveaux de trafic. On peut recenser au moins une centaine d'études empiriques distinctes, qui calculent les élasticités de la demande à partir de données chronologiques analysées au moyen de modèles dynamiques faisant intervenir une structure retardée explicite. Goodwin (1992) a cité 13 études dans lesquelles ont été calculés les effets des prix des carburants sur la consommation de carburant (élasticité à court terme d'environ - 0.25 à - 0.3 et élasticité à long terme variant de - 0.7 à - 0.8) ; 11 études dans lesquelles on a calculé l'effet du prix du carburant sur les niveaux de trafic (effet à court terme établi à - 0.16 et effet à long terme à

environ - 0.3). Sterner et son équipe (1992) ont estimé les élasticités de la demande d'essence pour 21 pays pris séparément. Le résultat moyen obtenu à l'aide du modèle retenu donne une élasticité à court terme de - 0.24 et une élasticité à long terme de - 0.79. Un dépouillement de la documentation australienne effectué par Luk et Hepburn (1993) recense 28 études et établit l'élasticité des niveaux de trafic par rapport au prix des carburants à - 0.1 à court terme et à - 0.26 à long terme.

Le Tableau 4 résume le dépouillement des publications effectué par Goodwin (1992) qui indique que, bien que la demande d'essence réagisse très fortement aux variations de prix de cette essence, le trafic automobile y est relativement insensible. En général, les élasticités à long terme de la demande par rapport aux coûts de déplacement sont différentes, et plus fortes, que les élasticités à court terme. Cette observation cadre, en la renforçant, avec l'idée selon laquelle le comportement est davantage restreint à court terme qu'à long terme. Ce Tableau est fondé sur les résultats de 24 études empiriques qui utilisaient des méthodes très diverses, pas toujours compatibles les unes avec les autres.

Tableau 4. Résumé des données sur l'élasticité de la demande par rapport au prix de l'essence

	Court terme	Long terme
SÉRIES CHRONOLOGIQUES		
Consommation d'essence	-0.27	-0.71
Trafic	-0.16	-0.33
DONNÉES TRANSVERSALES		
Consommation d'essence	-0.28	-0.84
Trafic	n.d.	-0.29

Une étude plus récente effectuée par Dargay et Gately (1997a) examine la question de la réversibilité de la demande de carburants de transport par rapport à des variations de prix à la hausse ou à la baisse, en se fondant sur les données de 11 pays/régions de l'OCDE pour la période comprise entre 1961 et 1990. Les élasticités obtenues sont indiquées dans le Tableau 5. Les données statistiques donnent à penser que la demande a réagi plus vigoureusement à certaines hausses de prix qu'à d'autres, notamment celles des années 70 qui étaient soudaines et considérables. L'impact de la chute des prix puis de leur remontée a été beaucoup plus faible. L'étude étaye également l'hypothèse de l'hystérésis :

lorsque les prix augmentent au-delà d'un certain plafond antérieur, la relation à long terme avec la demande elle-même change, de sorte que les baisses de prix ultérieures ne compenseront pas entièrement la diminution de la demande causée par la hausse initiale. L'interprétation de ces résultats est que la diminution de la demande s'explique dans une large mesure par les améliorations apportées à la technologie des véhicules et les mesures gouvernementales concernant les normes de rendement énergétique, qui sont elles-mêmes "induites" par des prix plus élevés. Bien que l'amélioration de l'efficacité de la consommation de carburant des véhicules, conjuguée à la baisse des prix du carburant ait fait diminuer le coût du transport routier par kilomètre, ni une plus grande utilisation des véhicules, ni un retour à des véhicules de plus grande taille et consommant davantage n'ont entièrement inversé le recul de la demande qu'avaient entraîné les hausses de prix. L'étude donne également à penser que les modèles de la demande qui ne prennent pas en compte ces asymétries sont imprécis et risquent de fausser les estimations de l'élasticité. Il convient de ne pas perdre cet aspect de vue lorsqu'on interprète des résultats tels que ceux qui sont présentés au Tableau 4 ci-dessus.

**Tableau 5. Élasticités-prix et élasticités-revenu du carburant
(fondées sur un modèle irréversible)**

	Court terme	Long terme
Élasticité-prix		
Forte hausse de prix	-0.18	-0.60
Faible hausse de prix	-0.04	-0.13
Baisse de prix	-0.04	-0.13
Élasticité-revenu	0.34	1.13

Les prix du carburant ne sont bien entendu qu'une des composantes des coûts de l'automobile -- soit environ la moitié des coûts d'utilisation proprement dits et le tiers du total des coûts (y compris le prix d'achat)⁷. En outre, la demande de carburant ne constitue pas nécessairement une bonne approximation de l'utilisation de l'automobile, étant donné que la consommation des véhicules varie considérablement et qu'elle n'a pas été constante dans le passé, ni n'est susceptible de l'être à l'avenir.

C'est pourquoi les hausses des prix du carburant auront un impact plus faible sur l'utilisation de l'automobile et les niveaux de trafic que sur la consommation d'essence. Autrement dit, l'élasticité du trafic par rapport au prix

du carburant sera moindre que l'élasticité de la demande d'essence, comme le montre le Tableau 4. Pour cette raison, il convient plutôt de s'intéresser directement à la demande de déplacements en automobile.

Les résultats d'un tel modèle pour le Royaume-Uni figurent dans les deux premières colonnes du Tableau 6. Le modèle utilisé est une relation log-linéaire assez simple entre le nombre de voyageurs-kilomètres par habitant, en voiture particulière et en bus respectivement, et des facteurs explicatifs comme le revenu par habitant, le prix d'achat d'une automobile et les coûts liés à son utilisation ainsi que les tarifs de transport par autobus. Il est tenu compte des réactions retardées aux variations en incorporant une valeur retardée de la variable dépendante. Le modèle est estimé sur la base des données annuelles pour la période comprise entre 1970 et 1993.

Tableau 6. **Élasticités estimées des kilomètres parcourus par habitant**

	Trafic (km parcourus en automobile)		Niveau de motorisation		Utilisation par automobile		Trafic (véh-km parcourus en automobile)	
	CT	LT	CT	LT	CT	LT	CT	LT
Élasticité-coût								
Prix d'achat du véhicule	-0.11	-0.20	-0.06	-0.38	-	-	-0.06	-0.38
Coût d'utilisation	-0.46	-0.86	-0.10	-0.63	-0.27	-0.65	-0.37	-1.28
Tarif des transports publics	0.37*	0.69*	0.11	0.69*	-	-	0.11	0.69*
Élasticité-revenu	0.45	0.84	0.13	0.81	0.09	0.22	0.22	1.03
Coefficient d'ajustement		0.53		0.16		0.41		

Note : Les chiffres remplacés par des tirets ne sont statistiquement pas sensiblement différents de zéro. L'élasticité croisée de la demande d'automobiles par rapport aux tarifs de transport par autobus est le signe approprié, mais n'est pas vraiment plausible dans son ampleur, et il est probable qu'elle est influencée par l'omission des niveaux de service des transports publics, qui sont en corrélation avec le prix. Par conséquent, il sera peut être plus judicieux d'interpréter ces élasticités croisées par rapport au coût généralisé du transport public, plutôt que par rapport aux tarifs, comme cela est indiqué. (La situation est différente pour les élasticités directes, étant donné que les vitesses de circulation sont en corrélation plus étroite avec le revenu qu'avec les coûts de l'automobile).

Les résultats présentés dans le Tableau sont les élasticités-prix à long terme et à court terme, l'élasticité croisée par rapport aux prix et l'élasticité-revenu (les chiffres remplacés par des tirets ne sont statistiquement pas différents de zéro). Nous constatons que l'utilisation de l'automobile -- mesurée par le nombre total de kilomètres par habitant -- est sensible à la fois au prix d'achat du véhicule et au coût d'utilisation, ainsi qu'aux tarifs de transport par bus. L'élasticité à long terme par rapport aux coûts d'utilisation, qui est de - 0.8, est beaucoup plus grande que celle par rapport au prix d'achat (- 0.2). A elles deux, elles indiquent une élasticité par rapport à l'ensemble des coûts de l'automobile d'environ - 1.0. Le coefficient d'ajustement indique que 53 pour cent de l'ajustement total se produit au cours de la première année et 90 pour cent au cours des trois années suivantes. L'élasticité-revenu estimée pour les déplacements en automobile est de 0.45 à court terme et de 0.84 à long terme.

On peut se faire une idée plus précise du mécanisme qui sous-tend la réaction des niveaux de trafic aux coûts de déplacement en analysant séparément ses composantes -- c'est-à-dire le niveau de motorisation et le degré d'utilisation du véhicule par automobile. A partir de ces estimations, on pourra déduire la demande de déplacement en automobile en termes de véhicules-kilomètres ou de trafic. Les résultats de cette étude, consignés dans Dargay et Goodwin (1994), également pour le Royaume-Uni, sont résumés dans la partie droite du Tableau.

Nous voyons ici que les coûts d'utilisation de l'automobile influencent les niveaux de trafic par leur impact sur le niveau de motorisation et le degré d'utilisation, mais d'une façon différente. A court terme, les variations de coûts d'utilisation se répercutent beaucoup plus sur l'utilisation de l'automobile que sur le niveau de motorisation, tandis qu'à long terme, les impacts sont plus ou moins identiques : la moitié étant attribuable à l'évolution de l'utilisation par automobile et l'autre moitié à l'évolution du parc automobile. Dans tous les cas, les élasticités à long terme sont plutôt importantes : plus de - 0.6 pour la motorisation et l'utilisation, et - 1.3 pour le nombre total de kilomètres parcourus en automobile. Il importe cependant de noter que notre définition des coûts d'utilisation englobe bien plus que le prix de l'essence, de sorte que nous prévoyons une élasticité supérieure à celle qu'on obtient en se fondant uniquement sur le prix de l'essence. En moyenne, au cours de la période, le prix de l'essence représente environ 50 pour cent du total des coûts d'utilisation. Si les élasticités étaient les mêmes pour le prix de l'essence que pour les autres coûts d'utilisation, nos résultats impliqueraient une élasticité à long terme du trafic automobile par rapport au prix du pétrole d'environ - 0.6. Enfin, les effets

des prix d'achat des automobiles et des tarifs des transports publics sur les niveaux de trafic sont relativement plus faibles que ceux des coûts d'utilisation, et ne se manifestent que par leur impact sur le niveau de motorisation.

Comme dans l'analyse précédente, les résultats concernant les effets des tarifs des transports publics semblent nettement s'écarter des idées reçues. Le fait que le chiffre ne devienne important qu'à long terme est un indice. Si les coûts monétaires des transports publics sont en corrélation avec la qualité du service, de sorte que l'élasticité en traduise les deux effets, il y aurait alors lieu de croire que cela aurait à long terme une forte influence sur le niveau de motorisation, et par conséquent sur les niveaux de trafic, mais de plus amples travaux sont nécessaires avant qu'on puisse s'appuyer sur cette relation.

L'élasticité-revenu du trafic automobile est estimée à environ 0.2 à court terme et à 1 à long terme. A court terme, le revenu influe de la même façon sur le niveau de motorisation et sur l'utilisation de l'automobile, ce qui fait que ces deux aspects contribuent à peu près également à l'évolution du trafic. En revanche, à long terme, l'influence du revenu se fait essentiellement sentir, comme on pouvait s'y attendre, au plan de la motorisation.

Les estimations relatives au niveau de motorisation et à l'utilisation de l'automobile présentent une importante différence en ce qui concerne la rapidité de l'ajustement. En effet, le niveau de motorisation réagit lentement aux variations de revenus et de prix. Le coefficient d'ajustement, qui est de 0.16, implique que seulement 16 pour cent du total de l'ajustement se produit au cours de la première année et que la plus grande partie de l'impact (90 pour cent) est étalée sur une période d'environ 13 ans. En revanche, l'utilisation de l'automobile réagit comparativement plus vite aux variations de revenus et de coûts : 41 pour cent de l'impact total se produit au cours de la première année et 90 pour cent au cours des 4.4 premières années. Étant donné que le trafic est le produit du niveau de motorisation et de l'utilisation de l'automobile, le processus d'ajustement qu'il suit dépend de l'effet conjugué de la réaction rapide de l'utilisation de l'automobile et de la réaction lente du niveau de motorisation ; son profil d'ajustement se situe quelque part entre les deux.

En général, les élasticités obtenues à partir du modèle "décomposé" sont légèrement plus fortes que celles que l'on obtient au moyen du modèle à équation unique, et le coefficient d'ajustement est un peu plus élevé également. Les élasticités sont cependant d'un ordre de grandeur comparable et suivent le même profil général.

En utilisant une méthode entièrement différente d'analyse de cohortes considérées comme si elles constituaient les membres d'un panel (ce qui est intéressant, car de cette façon, on prend en compte les changements de comportement en matière de déplacements, en fonction de l'âge et de la génération), Dargay (1997) a établi à - 0.35 pour la France et - 0.33 pour le Royaume-Uni l'élasticité de la demande de *motorisation* (possession d'une voiture) par rapport au prix d'achat total des véhicules, et à - 0.22 pour la France et - 0.51 pour le Royaume-Uni l'élasticité par rapport au coût d'utilisation. Il s'agissait là d'effets à long terme. A peine plus du tiers de la réaction à long terme se produisait au cours de la première année, l'ensemble de la réaction étant (pratiquement) achevée en une dizaine d'années.

Les résultats des études empiriques démontrent clairement que les variations de revenus et de prix peuvent avoir une importante influence sur l'utilisation de l'automobile et, par voie de conséquence, sur la circulation et la congestion. En ce qui concerne les effets du revenu, nous pouvons postuler, sur la foi des données fournies à la Figure 14 -- que l'élasticité-revenu est actuellement inférieure à 1 et qu'elle diminue à mesure qu'augmente le revenu et qu'on approche du point de saturation. S'agissant des effets du prix, nous pouvons conclure d'après le Tableau 6 que la sensibilité à court terme aux variations de l'ensemble des coûts de l'automobile est d'environ - 0.5, et qu'elle augmente à - 1.0 ou plus à long terme. Les données empiriques donnent également à penser que la réponse comportementale aux variations des coûts de déplacement est loin d'être instantanée et qu'elle se constitue en général dans la durée, de sorte qu'il peut parfois s'écouler une dizaine d'années avant que l'on puisse constater les effets véritables sur le comportement, le trafic et la congestion.

Enfin, nous devons noter que la mise à disposition de la capacité routière proprement dite, en permettant l'accélération de la circulation initialement, engendre ou induit un certain trafic supplémentaire qui, à son tour, réduit de nouveau la vitesse dans une certaine mesure. Le rapport SACTRA (1994) a évalué une grande diversité de données sur l'effet de l'accroissement de la capacité routière sur le volume total de trafic, et la CEMT (1998) recueille des données auprès d'autres pays européens qui démontrent qu'il s'agit là d'un phénomène largement répandu. L'effet n'est pas parfaitement symétrique, mais à peu près tout de même. Ainsi, Cairns et son équipe (1998) ont effectué le même type d'étude sur les effets de la réduction de la capacité. Les résultats dans les deux cas indiquent que les niveaux de trafic sont sensibles aux variations de vitesse et de fiabilité induites par les modifications apportées à la capacité -- beaucoup plus qu'on ne le supposait auparavant. Les deux études ont

abouti à des résultats très variés, qui indiquent des augmentations ou des réductions des niveaux de trafic pouvant atteindre 60 pour cent, avec des moyennes de l'ordre de 20 pour cent, selon les conditions. Les deux études concluent que (après avoir pris en compte le fait que les tendances générales de la croissance du trafic surestiment en général la croissance du trafic liée aux accroissements de la capacité et sous-estiment la réduction du trafic attribuable aux réductions de cette capacité), l'effet d'élasticité proprement dit a tendance à augmenter avec le temps.

5. SCÉNARIOS DE CONGESTION

Dans la présente section, nous évaluerons l'évolution possible de la congestion jusqu'en 2015. La définition de la congestion est la définition simplifiée utilisée auparavant -- c'est-à-dire le rapport entre le nombre total de kilomètres parcourus en voiture et le nombre total de kilomètres de route. Les projections correspondent à un pays européen "idéalisé", dont les caractéristiques moyennes sont celles des pays décrits dans la section précédente (Figure 12). Elles sont fondées sur des hypothèses relatives à la croissance démographique et à l'augmentation du revenu réel (PIB), à l'expansion du réseau routier ainsi qu'aux coûts de l'automobile. Elles sont obtenues au moyen d'une procédure de simulation dynamique. Les effets du revenu sont pris en compte grâce au modèle de Gompertz, décrit dans la section précédente, pour le niveau de motorisation. Le trafic est ensuite calculé à partir de ces projections, en supposant une utilisation constante par véhicule. Les effets des augmentations de coûts de l'automobile sur le trafic sont ensuite calculés d'après les élasticités-coûts supposées, de même que le trafic induit par l'expansion du réseau routier. L'indice de congestion est ensuite établi comme étant le nombre total de véhicules-kilomètres par kilomètre de route. Les hypothèses utilisées pour les simulations sont résumées dans le Tableau 7.

Tableau 7. **Hypothèses utilisées dans les simulations**

	Hypothèse haute		Hypothèse basse	
Croissance du PIB	2.4 % par an ¹	53 % d'ici à 2015	1.5 % par an	16 % d'ici à 2015
Nombre de km par automobile	12 700 par an ²	-	-	-
Croissance démographique	0.13 % par an ³	2 % jusqu'à 2015	-	-
Expansion du réseau routier	0.4 % par an ⁴	7 % jusqu'à 2015	Aucune	0
Coûts de l'automobile	1 % par an	20 % jusqu'à 2015	2 % par an	40 % d'ici à 2015
Élasticité-coût	Court terme -0.4	Long terme -1.0	Court terme -0.2	Long terme -0.5
Élasticité-revenu	Estimations moyennes pour les pays européens d'après le modèle de Gompertz			
Élasticité-traffic induit	Court terme -0.04	Long terme -0.1	-	-

1. La croissance du PIB est la moyenne des projections de la Banque Mondiale pour la période jusqu'à 2005, dont on suppose qu'elles seront les mêmes jusqu'à 2015.
2. Estimé comme la moyenne pour les pays européens au cours des cinq dernières années.
3. Projections moyennes pour les pays européens fournies par l'ONU.
4. Croissance moyenne au cours des dix dernières années.

Les projections ainsi obtenues sont reproduites dans la Figure 15, où la congestion est normalisée à 1.0 en 1997. Nous constatons que la croissance de la congestion varie considérablement dans les divers scénarios, à l'intérieur d'une fourchette qui va d'une augmentation d'environ 25 pour cent à une réduction de 7 pour cent, selon les hypothèses retenues. Dans le scénario de référence (A), nous ne retenons comme hypothèse qu'une croissance du revenu réel de 2.4 pour cent par an, sans expansion du réseau routier ni hausse de coût. Dans ce scénario du "*statu quo*", l'indice de congestion augmentera de 27 pour cent. Si la croissance du revenu est plus faible (B), la progression de l'indice n'est que légèrement moindre, s'établissant à environ 24 pour cent.

Les autres scénarios supposent une intervention des pouvoirs publics, soit par l'expansion du réseau routier, soit par des mesures agissant sur les prix. Ils sont tous fondés sur la croissance des revenus de 2.4 pour cent par an qui est retenue dans le scénario de référence.

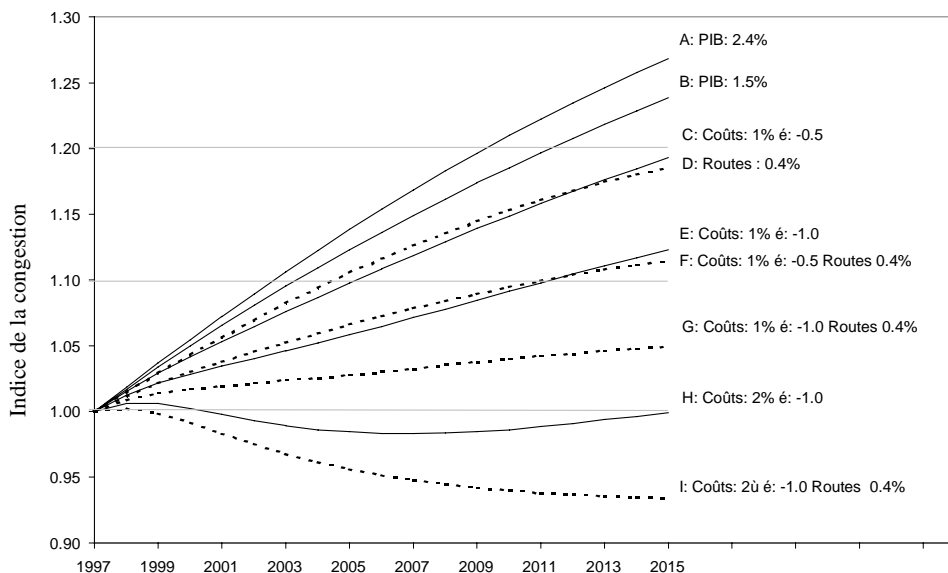
Les deux scénarios suivants montrent les effets (C) d'une hausse de 1 pour cent en termes réels par an de l'ensemble des coûts de l'automobile ou de 20 pour cent pour l'ensemble de la période considérée ainsi qu'une faible

élasticité-prix de - 0.5 à long terme et ceux (D) d'une expansion routière de 0.4 pour cent par an, soit 7 pour cent au cours de la période. Nous constatons que ces deux mesures auraient un effet analogue sur la congestion, compte tenu d'une élasticité-prix de - 0.5. La congestion augmenterait encore de 19 pour cent par rapport à ses niveaux actuels d'ici à 2015, mais serait de 30 pour cent moindre que dans le scénario de référence (A). Le scénario (E) illustre les effets de la même hausse de prix que dans (C), mais avec une élasticité plus forte (- 1.0). Même là, l'aggravation de la congestion se situe encore aux environs de 12 pour cent, mais est de 60 pour cent moindre que dans le scénario de référence. Un programme d'expansion routier de 0.4 pour cent par an, conjugué à la même hausse de prix se traduirait par une réduction analogue du taux de croissance de la congestion, même si l'élasticité-coût n'était que de - 0.5 (F). Le scénario (G) montre l'effet combiné de la même expansion du réseau routier et de la même hausse de coût avec une élasticité de - 1.0. Cette élasticité plus forte ralentirait la croissance de la congestion de moitié par rapport au scénario (F), pour la ramener à environ 10 pour cent au cours de la période.

Dans les deux derniers scénarios, la hausse des coûts est beaucoup plus importante : 2 pour cent par an en termes réels, ou 40 pour cent d'ici à 2015. Les deux scénarios sont fondés sur l'élasticité-coût "haute" de - 1.0. Dans le scénario (H), aucune expansion du réseau routier n'est prévue tandis que le scénario (I) retient le taux de croissance de 0.4 pour cent par an utilisé auparavant. Nous voyons qu'étant donné l'élasticité "haute", la hausse de coût suffirait à elle seule pour maintenir la congestion au niveau que nous connaissons aujourd'hui. Si cette hausse du coût était conjuguée à une expansion du réseau routier (I), la congestion pourrait être réduite de 7 pour cent. La même hausse de prix, conjuguée à une élasticité "basse" se traduirait par une croissance de la congestion comparable à celle de (E) sans expansion du réseau routier et à (G) avec expansion du réseau routier.

A noter qu'une hausse de 1 pour cent par an du total des coûts de l'automobile équivaut à une augmentation d'environ 3 pour cent par an des coûts de carburant si ces coûts sont les seuls utilisés comme instruments d'action.

Figure 15. **Projections de la croissance de la congestion jusqu'à 2015**



6. CONCLUSIONS

Les deux principaux facteurs qui agissent sur l'ampleur de la congestion sont (a) l'accroissement du volume de trafic, et (b) l'accroissement de la capacité du réseau routier. Dans le cas le plus simple, nous pouvons affirmer que si le trafic croît plus rapidement que la capacité, la congestion ne peut qu'augmenter (bien que cela ne soit pas toujours vrai au plan local, selon une définition rigoureuse de la "congestion", qui n'est pas uniquement déterminée par les encombrements les plus graves, et de la "capacité", qui est influencée par la construction de routes, mais également par des formes plus efficaces de gestion de la circulation, par l'information ainsi que par le comportement des automobilistes).

Les analyses des statistiques nationales et européennes révèlent qu'au cours des dernières décennies, le trafic a presque toujours progressé plus rapidement que la capacité, que l'on considère l'ensemble du réseau routier ou des parties spécifiques de ce réseau, par exemple les autoroutes assurant des

liaisons à grandes distances. Il n'est donc pas étonnant que la congestion ait pris de l'ampleur. Cependant, il ne faut certainement pas en conclure pour autant que la vitesse de circulation diminue chaque année : de toute évidence, les possibilités de déplacement rapide sur de longues distances se sont considérablement améliorées depuis une cinquantaine d'années.

Un examen plus attentif révèle que l'ampleur de la congestion est souvent mesurée non par son *intensité*, mais par la manière dont elle survient dans l'*espace* et le *temps*. Ainsi, le phénomène de "l'heure de pointe" que l'on connaissait auparavant dans les agglomérations est souvent maintenant une période de pointe soutenue qui occupe une importante partie de la journée. De même, dans les régions rurales, où la circulation était relativement fluide, les courants de trafic sont souvent plus denses, surtout dans les régions touristiques ou sur les axes qui relient deux villes. L'une des caractéristiques de ce processus est la *croissance différentielle*. C'est en effet dans les périodes et les endroits où la congestion est la plus forte que l'on constate les taux de croissance les plus lents. La croissance la plus forte ne se produit qu'aux endroits et pendant les périodes où cela est possible -- en fonction des conditions économiques sous-jacentes. La croissance différentielle est également liée au fait que différents pays ou régions traversent différentes phases de croissance économique rapide ou lente. Ainsi, la congestion progresse actuellement très rapidement dans les pays d'Europe orientale.

Les tendances dominantes révélées dans la plupart des modèles de prévision donnent à penser que ce processus devrait se maintenir : le trafic continuera à croître plus rapidement que la capacité, et la congestion continuera à prendre de l'ampleur, plus rapidement au milieu de la journée, le soir, les week-ends, dans les banlieues et les régions rurales et sur certaines parties du réseau routier dont la capacité a été accrue.

Cependant, il importe également de prendre en compte certaines "tendances inverses". Les centres-villes, qui étaient traditionnellement le lieu de concentration de la congestion, sont également des endroits où la limitation de la circulation automobile est très populaire et donne de très bons résultats. On prétend souvent que les déplacements domicile-travail sur de grandes distances peuvent être influencés par des substituts comme les télécommunications. Par conséquent, il n'est pas impossible que nous assistions (dans une certaine mesure) à un phénomène de "décongestion".

Deux types très différents d'instruments politiques peuvent être envisagés : augmenter le coût d'utilisation de l'automobile, ce qui a pour effet de réduire les niveaux de trafic ou de ralentir leur progression, et accroître la capacité du réseau routier. Compte tenu de l'information disponible sur les effets relatifs à la demande et à l'offre au niveau d'un "pays européen moyen" fictif, nous parvenons aux conclusions suivantes :

- a) Si les coûts de l'automobile n'augmentent pas, le maintien de l'ampleur et de la nature des programmes de construction de routes caractéristiques de ces dernières années ne pourra que ralentir la progression de l'indice de congestion, qui augmenterait de 20 pour cent d'ici à 2015.
- b) Sans expansion notable de la capacité routière, une hausse de 1 à 2 pour cent par an du coût total de l'automobile (selon que l'élasticité est de - 1 ou de - 0.5) ralentirait également l'indice de congestion, qui continuerait toutefois de progresser dans une certaine mesure.
- c) Pour réduire l'indice de congestion sans avoir recours à la construction de routes, il faudrait que le total des coûts de l'automobile augmente de 2 pour cent par an (compte tenu d'une élasticité de - 1). Le maintien des programmes récents de construction de routes *en plus* de cette hausse de coûts, se traduirait par une réduction de l'indice de congestion.
- d) Ces conclusions ne prennent pas en compte d'autres mesures comme l'amélioration des services de transport public, la limitation de la circulation automobile par d'autres moyens que les coûts de l'automobile, ou encore des modifications de la congestion réelle qui pourraient être favorisées par une gestion spontanée ou encouragée de la demande de façon à l'éloigner des endroits et des périodes les plus sensibles.

NOTES

1. Dans l'exemple, nous ne faisons pas de distinction entre l'ajustement du comportement, c'est-à-dire le résultat spontané d'une évolution des conditions sociales (par exemple, le développement des banlieues) et l'ajustement qui découle d'une réaction de la demande à l'évolution des conditions (par exemple, un effet d'élasticité croisée entre les déplacements en période de pointe et les déplacements en période creuse à mesure que se détériorent les conditions en période de pointe). Cette distinction ne change en rien le calcul arithmétique de notre exemple, mais elle est en revanche importante pour l'évaluation économique des variations du bien-être, étant donné qu'on constate une certaine perte de bien-être causée par un déplacement pendant une période de la journée qui correspond à un "second choix", par exemple. Nous avons fait valoir que les incidences du point de vue du bien-être de cette recherche de meilleures conditions ne peuvent être rigoureusement évaluées que dans un cadre de demande dynamique, et non en comparant des conditions d'équilibre (Dargay et Goodwin, 1995), car l'ajustement exige du temps. Il est probable qu'une évaluation appropriée du "coût de la congestion" tenant compte des incidences du point de vue du bien-être exigerait également une formulation dynamique, mais cela n'a pas encore été démontré. Entre temps, nous notons que s'il est possible (et seulement à cette condition) de cerner les réactions externes et internes de la demande (et de les distinguer en toute confiance), on pourrait alors procéder à une évaluation à l'équilibre de l'effet de l'évolution de la congestion sur la rente du consommateur en s'en tenant rigoureusement à la règle de la moitié.
2. Les données proviennent du Ministère des Transports du Royaume-Uni : *International Comparisons of Transport Statistics 1970-94*, ainsi que de la CEMT : *Annales statistiques de transport, 1965-1992* et des Nations-Unies : *Bulletin annuel de statistiques des transports pour l'Europe*, 1996.
3. La définition des véhicules-kilomètres se rapporte aux automobiles et aux taxis, et pour tous les pays, sauf la Grande-Bretagne, l'Allemagne, les

Pays-Bas, l'Espagne, la Finlande, la Suisse, le Japon et les États-Unis, seuls sont considérés les véhicules immatriculés dans le pays concerné.

4. Dargay et Gately estiment également le niveau de saturation à 0.85 véhicule routier par habitant. Comme on pouvait s'y attendre, le taux de saturation est plus élevé pour l'ensemble des véhicules que pour les voitures particulières, ce qui permet d'établir la saturation pour les "autres véhicules" à 0.23 par habitant.
5. Selon les estimations, environ 10 pour cent de l'évolution totale du niveau de motorisation en fonction des variations de revenu se produit en une année. Les élasticités à court terme correspondent donc à environ 1/10 des élasticités à long terme.
6. Au Royaume-Uni, le total des coûts de l'automobile a diminué d'environ 7 pour cent depuis 1980, alors que les tarifs des transports publics augmentaient en moyenne de 10 pour cent ; en France, les coûts de l'automobile ont augmenté de 7 pour cent et les tarifs des transports en commun de 14 pour cent.
7. Selon certaines hypothèses relatives au comportement rationnel, les élasticités auront *grosso modo* la même relation proportionnelle entre elles et par rapport au coût total. Autrement dit, si l'élasticité-carburant est de - 0.3 et correspond à un tiers du coût total, l'élasticité par rapport au coût total sera d'environ - 0.9. De même, si l'on utilise le cadre des coûts généralisés en supposant que le temps de parcours constitue une composante deux fois plus importante que les coûts monétaires, l'élasticité par rapport à ce temps sera alors deux fois plus grande. Ces identités se révéleront davantage utiles pour les élasticités à long terme qu'à court terme.

BIBLIOGRAPHIE

- Brindle, R. (1996) : *“Putting the car in its place - a historical perspective”*, Brisbane City Council et Queensland University of Technology, Brisbane.
- Dargay, J. (1997) : *“Modelling car ownership in France and the UK : a pseudo-panel approach”*, TSU Working paper.
- Dargay, J. et D. Gately (1997a) : *“The demand for transportation fuels, imperfect price-reversibility?”*, Transportation Research - B, 31B (1), pp 71-82.
- Dargay, J. et D. Gately (1997b) : *“Income’s effect on car and vehicle ownership, worldwide : 1960-2015”*, TSU Working Paper Ref. 97/61, ESRC Transport Studies Unit, University College Londres, 1997.
- Dargay, J.M. et P.B. Goodwin (1994) : *“Transport evaluation in a disequilibrium world, some problems in dynamics”*, 11th Annual Conference on Transport Research, Linköping, Suède.
- Dargay, J.M. et P.B. Goodwin (1995) : *“Evaluation of consumer surplus with dynamic demand”*, Journal of Transport Economics and Policy, XXIX, 2, 179-193.
- Dodgson, J. et B. Lane (1997) : *“The costs of road congestion in Great Britain”*, National Economic Research Associates, Londres.
- Glanville, W.H. et R.J. Smeed (1958) : *“The basic requirements for the roads of Great Britain”*, Institution of Civil Engineers, Londres.
- Goodwin, P.B. (1992) : *“A review of new demand elasticities with special reference to short and long run effects of price changes”*, Journal of Transport Economics and Policy, XXVI(2).

- Lay, M.G. (1993) : “*Ways of the World : a history of the world’s roads and of the vehicles that used them*”, Primavera, Leichhardt, cité par Brindle (1996).
- Luk, J. et S. Hepburn (1993) : “*New review of Australian travel demand elasticities*”, Victoria, Australian Road Research Board.
- Mackett, R.L. (1998) : “*Why are travel demand forecasts so often wrong (and does it matter) ?*” Universities Transport Studies Group Conference, Dublin, janvier.
- Newbury, D.M. (1995) : “*Reforming Road Taxation*”, The Automobile Association, Basingstoke.
- Tanner, J.C. (1977) : “*Car ownership trends and forecasts*”, TRRL Report LR 799, Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne.
- Tanner, J.C. (1983) : “*A lagged model for car ownership forecasting*”, TRRL Laboratory Report 1072, Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne.

AUTRES COMMUNICATIONS

Lors de la Table Ronde, plusieurs participants ont remis des contributions écrites. Ces contributions sont reproduites ci-après à titre d'informations complémentaires.

PAYS-BAS	B. van Wee et R. van den Brink.....	225
ROYAUME-UNI	D. Newbery	232

PAYS-BAS

Bert VAN WEE

**Institut National pour la Santé Publique et
l'Environnement (RIVM) et
Université d'Utrecht -
Département de Géographie**

Robert VAN DEN BRINK

**Institut National pour la Santé Publique et
l'Environnement (RIVM)**

**EFFETS ENVIRONNEMENTAUX DE LA CONGESTION
ET MESURES VISANT A LA RÉDUIRE**

Introduction¹

L'ampleur croissante de la congestion dans les pays occidentaux figure parmi les préoccupations prioritaires, essentiellement pour des raisons d'accessibilité et des considérations économiques. D'un point de vue économique, le niveau de congestion dépasse, sur de nombreux réseaux routiers, le "niveau optimal" (qui n'est pas équivalent à une absence totale de congestion, les coûts marginaux imposés par la réduction intégrale de la congestion étant très souvent supérieurs aux avantages marginaux ainsi générés). Mais qu'en est-il des effets environnementaux de la congestion et des mesures visant à la réduire ? Telle est la question que nous nous proposons d'examiner brièvement ici, en nous attachant principalement aux effets directs provoqués par les différences de niveaux d'émissions au kilomètre selon que les routes sont congestionnées ou non, ainsi qu'aux effets indirects liés au changement dans les volumes de trafic, dans l'hypothèse de budgets-temps constants. Seule la congestion du réseau routier principal est étudiée, la congestion urbaine n'étant pas prise en compte. Les données relatives aux Pays-Bas servent à fournir des indications quantitatives sur les niveaux de congestion et sur l'incidence de la congestion sur les émissions.

Conformément aux travaux de recherche menés régulièrement aux Pays-Bas, une distinction sera établie ici entre deux types de congestion : la congestion forte et les autres degrés de congestion. La congestion forte impose des vitesses relativement faibles, d'environ 15 km/h en moyenne, les voitures se trouvant souvent immobilisées. Les autres formes de congestion se produisent lorsque les vitesses sont inférieures à celle permettant d'assurer la fluidité de la circulation, mais pas aussi faibles qu'en cas de congestion forte. La vitesse moyenne peut être d'environ 60 km/h. Il est très difficile de faire la différence entre ces deux degrés de congestion. Les statistiques présentées ne revêtent donc qu'un caractère indicatif. D'après le NEA (1997), les véhicules-heures perdus en 1995 aux Pays-Bas à cause d'une forte congestion ont été de l'ordre de 18 à 19 millions environ et, avec les autres formes de congestion, elles ont approché les 25 millions. Dans l'hypothèse de véhicules roulant à 15 km/h en cas de congestion forte et à 60 km/h dans les autres cas de congestion, la part de la congestion forte exprimée en véhicules-kilomètres est d'environ 15 pour cent, le reste correspondant aux autres degrés de congestion. Le Tableau 1 présente ces statistiques sous une forme résumée.

Tableau 1. **Congestion sur le réseau routier principal aux Pays-Bas**

	Véhicules-heures perdus	Part en véhicules-kilomètres
Congestion forte	18-19 millions	15 %
Autres degrés de congestion	25-26 millions	85 %
Total	44 millions	100 %

Source : NEA/RIVM

Effets directs de la congestion : émissions par kilomètre

On étudiera essentiellement les émissions de dioxyde de carbone (CO₂), d'oxydes d'azote (NO_x) et de composés organiques volatils (COV). Le CO₂ serait à l'origine du réchauffement climatique mondial. Les NO_x provoquent des phénomènes d'acidification et des problèmes de santé, à la fois directement et indirectement en contribuant à la formation d'ozone. Le choix de ces polluants

se fonde sur la part relativement élevée des transports dans les émissions totales et sur le fait que la politique actuellement mise en oeuvre aux Pays-Bas ne permettra pas d'atteindre les objectifs fixés (RIVM, 1997).

Des recherches menées aux Pays-Bas et en Allemagne indiquent que les quantités de CO₂ par kilomètre émises par les voitures et les camions quand la circulation est fluide sont inférieures d'environ 20 pour cent à celles produites en cas de forte congestion. La réduction de l'ensemble de la congestion sur les routes principales néerlandaises abaisserait de moins de 0.1 pour cent la consommation totale d'énergie des véhicules routiers, uniquement dans l'hypothèse d'effets directs. Les émissions de CO₂ produites par les autres degrés de congestion sont à peu près identiques à celles produites en situation de circulation fluide.

Les émissions de NO_x par kilomètre produites par les voitures et par les camions sont moins importantes en cas de congestion (forte ou autre) que lorsque la circulation est fluide. Les émissions de COV sont plus fortes en cas de forte congestion.

Le Tableau 2 présente sous forme résumée ces différences dans les quantités d'émissions.

Tableau 2. Différences dans les quantités d'émissions par kilomètre en cas de congestion, par rapport à une situation de circulation fluide

	Congestion forte	Autres degrés de congestion
CO ₂	Émissions plus fortes qu'en situation de circulation fluide	A peu près identiques à celles produites en situation de circulation fluide
NO _x	Plus faibles qu'en situation de circulation fluide	Plus faibles qu'en situation de circulation fluide
COV	Plus fortes qu'en situation de circulation fluide	A peu près identiques à celles produites en situation de circulation fluide

Effets indirects de la congestion : volumes de trafic

Les effets indirects sont causés par les différences dans le volume des déplacements. Beaucoup de chercheurs sont parvenus à la conclusion que les individus consacraient un budget-temps constant au transport (voir Kraan, 1997, pour un tour d'horizon de la question). Même si d'aucuns contestent la validité de la théorie du budget-temps constant, nous nous proposons néanmoins d'y recourir. D'après cette théorie, des durées de trajet plus longues (par exemple, en raison de la congestion) donneront lieu à une diminution du nombre de voyageurs-kilomètres. La plupart des publications relatives aux élasticités-temps des trajets de longue durée en voiture donnent des valeurs comprises entre environ - 0.5 et - 1.0 (Goodwin, 1996). L'élasticité calculée au moyen du Système de Modélisation National Néerlandais (LMS ; Bovy *et al.*, 1992) est même de - 1.27, ce qui signifie qu'un temps de trajet supérieur de 1 pour cent réduit de plus de 1 pour cent le nombre de voitures-kilomètres. Ce résultat qui pourrait paraître contraire à la logique peut avoir une double explication. D'une part, si les durées de trajet sont moins longues, en particulier du fait de vitesses plus élevées sur les autoroutes, il peut y avoir changement d'itinéraire : pour atteindre une destination donnée, un automobiliste peut préférer un itinéraire plus long parce que le temps de trajet sera plus court. D'autre part, des durées de trajet plus courtes en voiture peuvent donner lieu à des changements dans la répartition modale au profit de la voiture. La valeur - 1.0 sera utilisée ici et l'on considérera, par conséquent, que les budgets-temps consacrés aux trajets en voiture sont constants. L'importance du transfert modal ne doit pas être surestimée. D'après les calculs effectués au moyen du LMS, seul un tiers de la réduction du nombre de voitures-kilomètres correspond à un changement de mode (transports publics, covoiturage, modes lents). Du point de vue des effets sur l'environnement, seuls les transports publics ont une véritable incidence. A supposer que 10 pour cent de la réduction du nombre de voitures-kilomètres correspond à l'utilisation des transports publics et étant donné que la consommation d'énergie par voyageur-kilomètre des trains est deux fois moindre que celle des voitures (van den Brink et van Wee, 1997) et que les émissions par voyageur-kilomètre de la plupart des polluants sont beaucoup plus faibles pour les trains que pour les voitures, on peut, selon nous, considérer comme négligeables les changements intervenant dans le niveau d'émissions en raison de la congestion ou aux mesures visant à la réduire.

Du fait de la congestion, l'utilisation de la voiture se trouvera réduite. En supposant une vitesse de 15 km/h en cas de forte congestion et de 100 km/h en situation de circulation fluide, une réduction de la congestion au niveau zéro multipliera par sept environ le nombre de kilomètres parcourus dans le même

laps de temps. En supposant une vitesse de 60 km/h en cas d'autres formes de congestion, l'accroissement du nombre de kilomètres parcourus sera de l'ordre de 65 pour cent. Par conséquent, les effets indirects (d'une réduction) de la congestion sont beaucoup plus importants que les effets directs. A supposer un nombre de véhicules-heures perdus équivalent à celui indiqué précédemment et une part de 90 pour cent pour les voitures (camions, camionnettes et autobus constituant les 10 pour cent restants), une réduction à zéro du niveau de congestion se traduira par une augmentation de l'utilisation de la voiture d'environ 3 pour cent.

Ces calculs sont conformes aux simulations. Les résultats d'une étude de TNO-INRO envisageant divers scénarios montrent qu'en 2015, aux Pays-Bas, le taux d'utilisation de la voiture serait inférieur d'environ 6 pour cent si, comme le prévoit la politique actuelle, on n'étend pas le réseau routier principal (Verroen *et al.*, 1995). Cet effet plus marqué que celui calculé pour 1995 résulte essentiellement du niveau plus élevé de congestion en 2015 si le réseau routier n'était pas étendu.

S'agissant de l'utilisation des camions, on n'a constaté aucune élasticité-temps de trajet. Ces élasticités seraient probablement beaucoup plus faibles que pour l'utilisation de la voiture.

Mesures visant à réduire la congestion

En supposant un budget-temps constant, la réduction de la congestion par la *construction de routes supplémentaires* se traduira par un niveau beaucoup plus élevé d'émissions de tous les polluants mentionnés.

La *tarification de la congestion* risque d'entraîner une réduction de la durée des trajets, mais aussi une augmentation de leurs coûts. L'incidence globale sur l'utilisation de la voiture varie considérablement selon le système de tarification de la congestion. Les calculs effectués au moyen du LMS montrent que les projets élaborés dans le cadre de la politique néerlandaise actuelle (tarifier la congestion seulement aux heures de pointe et seulement dans les quatre régions principales) se traduiront aux Pays-Bas par une réduction globale de l'utilisation de la voiture de l'ordre de 1 pour cent, tandis qu'un système mis au point dans le cadre du Deuxième Programme relatif aux Structures de Transport, qui prévoit une tarification de la congestion non seulement dans le Randstad (partie occidentale des Pays-Bas à forte densité de population), mais aussi à l'extérieur de cette région, ainsi que des tarifs élevés appliqués également en dehors des heures de pointe, entraînerait une réduction d'environ 13 pour cent de l'utilisation de la voiture.

Des simulations réalisées au moyen du LMS font apparaître qu'une réduction de 1 pour cent de l'utilisation de la voiture résultant d'un alourdissement des taxes sur les carburants conduirait à une diminution de 2 à 5 pour cent du nombre de véhicules-heures perdus. Une *augmentation du prix des carburants*, même si elle ne constitue pas la meilleure solution pour résoudre les problèmes de congestion (Verhoef, 1996), a des effets positifs non seulement sur la congestion, mais aussi sur les émissions.

Conclusions

Si la congestion sur les routes principales était ramenée au niveau zéro, les émissions de CO₂ imputables au trafic routier seraient abaissées d'environ 0.1 pour cent, à supposer seulement des effets directs. Les émissions de COV seraient également inférieures, mais celles de NO_x seraient supérieures.

La réduction de la congestion par la construction de routes supplémentaires a un effet indirect marqué en raison de l'accroissement du nombre de véhicules-kilomètres. Cet effet indirect est beaucoup plus important que l'effet direct lié aux changements intervenant dans les émissions par véhicule-kilomètre. Aux Pays-Bas, si la congestion était entièrement supprimée, le nombre de voitures-kilomètres augmenterait d'environ 3 pour cent.

NOTE

1. Cette contribution s'inspire de van Wee (1997).

BIBLIOGRAPHIE

Bovy, P.H.L., J. Jager, H. Gunn (1992), *The Dutch National and Regional Model Systems : Principles, Scope and Applications*. Selected Proceedings of the Sixth World Conference on Transport Research (WCTR) : Vol.II, Demand. Traffic and Network Modelling, WCTR Society, 1992, pp. 1197-1208.

Goodwin, P.B. (1996), *Empirical evidence on induced traffic : A review and synthesis*, Transportation, Vo. 23, no.1, pp. 35-54.

Kraan, M. (1997), *Time to travel ? A model for the allocation of time and money*, Thèse de doctorat, Enschede : Université de Twente.

NEA (1997), *Les coûts de congestion sur le réseau routier principal*, Rijswijk : NEA (en néerlandais).

RIVM (1997) *Perspectives environnementales nationales 4 – 1995-2020*. Alphen aan den Rijn : Samson H.D. Tjeenk Willink (en néerlandais).

Van den Brink, R.M.M. et G.P. van Wee (1997), *Consommation d'énergie et émissions par kilomètre*, Rapport RIVM n° 773002007, Bilthoven : Institut national pour la santé publique et l'environnement (en néerlandais).

Van Wee B. (1997), *Réduction de la congestion, amélioration de l'état de l'environnement ?* Verkeerskunde n°3,1997, pp.18-19 (en néerlandais).

Verhoef, E. (1996), *Economic efficiency and social feasibility in the regulation of road transport externalities*, Thèse de doctorat, Amsterdam : Thesis Publishers Amsterdam.

Verroen, E.J., H.D. Hilbers, C.A. Smits (1995), *Évaluation par modélisation du projet relatif au Randstad : résultats*. Delft : INRO-TNO (en néerlandais).

ROYAUME-UNI

David NEWBERY
Département d'Économie Appliquée
Université de Cambridge

LA MODÉLISATION DE LA CONGESTION A CAMBRIDGE

Afin de calculer les coûts sociaux de la congestion à Cambridge, le modèle SATURN (*Simulation and Assignment of Traffic in Urban Road Networks*) a été utilisé. Ce modèle fait appel à un logiciel qui simule et affecte le trafic sur les réseaux routiers urbains, et procède à des itérations jusqu'à ce que l'équilibre soit atteint. L'équilibre est la situation dans laquelle aucun de ceux qui se déplacent ne peut réduire son coût généralisé. Le coût généralisé est le coût en termes de temps auquel s'ajoute le coût en termes de distance. Le modèle met fin à son processus itératif lorsque le coût des déplacements sur tous les itinéraires utilisés entre chaque couple d'origine-destination est égal au coût minimum de déplacement et que tous les itinéraires non empruntés présentent un coût égal ou supérieur.

A Cambridge et aux alentours, les charges moyennes de trafic à différents moments de la journée (jours ouvrables) sont les suivantes :

Période de la journée	Nombre de voitures	Véhicules-km	Véhicules-km/ Véhicules
Pointe du matin	48 119	965 400	20.06
Pointe du soir	44 421	861 380	19.39
Période creuse	28 227	568 850	20.15

Source : WS Atkins pour le *County Council* de Cambridge.

En utilisant les valeurs du temps et de distance suivantes :

	Pointe	Période creuse
Valeur du temps (pences/minutes)	7.63	8.53
Valeur de distance (pence/kilomètres)	5.27	6.25

Source : Department of Transport, Environment and the Regions.

on parvient aux conclusions suivantes :

1. Les coûts moyens et marginaux pour les différentes périodes de la journée sont :

	Pointe du matin	Pointe du soir	Période creuse
Coût moyen en Pences/kilomètres	13.12	12.84	13.38
Coût marginal en Pences/kilomètres	20.57	18.81	13.74
Coût marginal social en pences/kilomètres	18.77	17.01	11.94

2. En supposant une fonction linéaire inverse de demande avec respectivement une élasticité de 1 et 0.5 au niveau prédominant de trafic, la perte pour l'économie, c'est-à-dire la différence entre le coût marginal social et le prix réellement payé par celui qui se déplace, par voiture est en pences/kilomètres la suivante :

	Pointe du matin	Pointe du soir	Période creuse
$\eta = 1$	0.4396	0.2589	0.0409
$\eta = 0.5$	0.3326	0.1907	0.0224

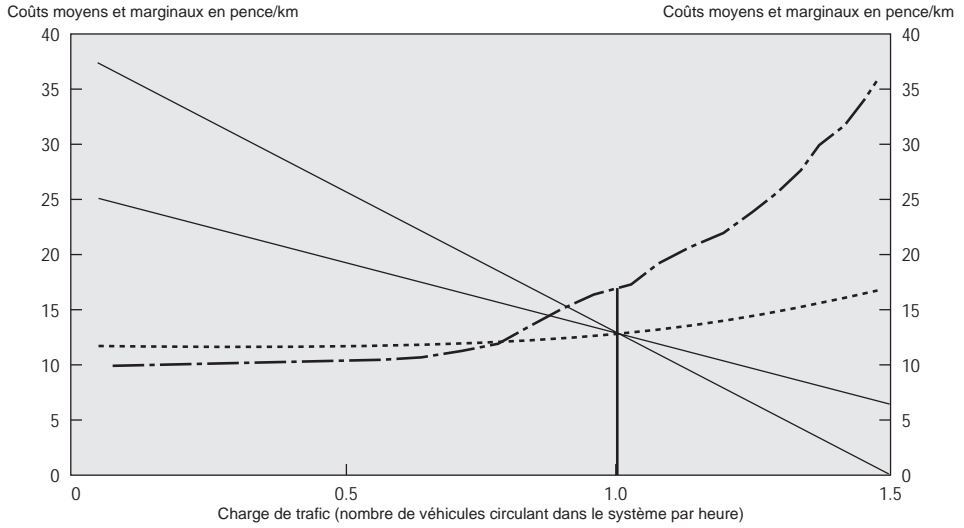
3. La perte totale exprimée en Livres est alors :

	Pointe du matin	Pointe du soir
$\eta = 1$	9 244	2 230
$\eta = 0.5$	3 211	1 643

Ces chiffres ont été obtenus en multipliant la perte unitaire par voiture par le nombre de véhicules-kilomètres circulant dans le système.

FIGURES

**Figure 1. Coûts moyens et marginaux en pences/kilomètres
lors de la pointe du soir**



**Figure 2. Coûts moyens et marginaux en pences/kilomètres
lors de la pointe du matin**

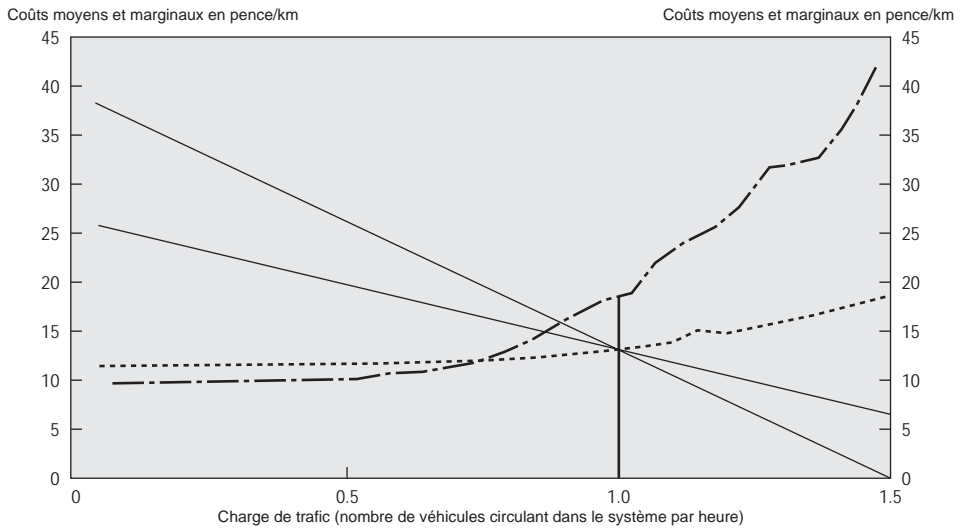
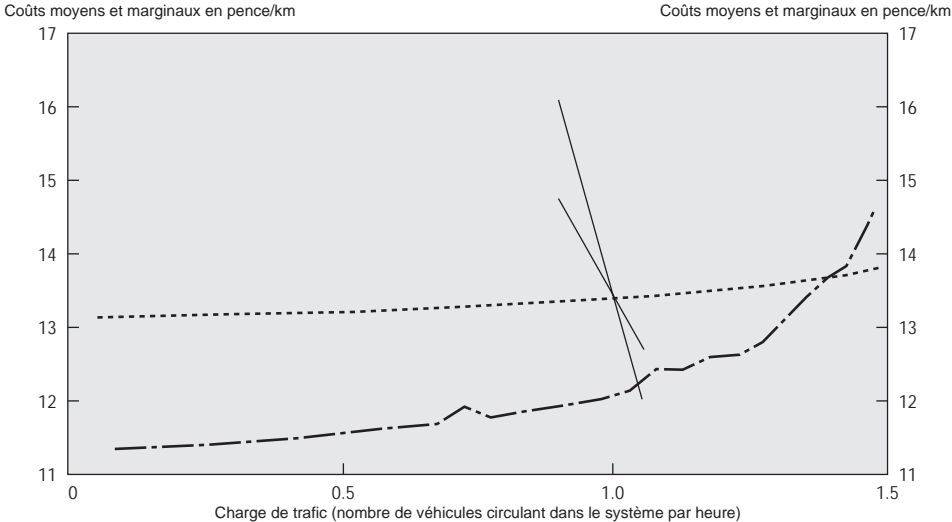


Figure 3. **Coûts moyens et marginaux en pences/kilomètres en période creuse**



SYNTHÈSE DE LA DISCUSSION

SOMMAIRE

INTRODUCTION.....	243
1. DÉFINITION, MESURE ET ÉTENDUE DE LA CONGESTION.....	244
1.1. Définition de la congestion.....	244
1.2. Mesure de la congestion	245
1.3. Étendue de la congestion	246
2. ÉVOLUTION ET CONSÉQUENCES DE LA CONGESTION	248
2.1. Tendances récentes	248
2.2. Conséquences	249
2.3. Évolution future.....	250
3. LES REMÈDES A LA CONGESTION	252
CONCLUSIONS.....	254

INTRODUCTION

Le problème des encombrements routiers fait souvent la une de l'actualité tandis que sa résolution se situe en haute priorité sur l'agenda des hommes politiques. On ne compte plus le nombre d'études qui recensent le montant des heures perdues dans les embouteillages routiers. Les chiffres que l'on présente alors sont alarmants et font revêtir aux encombrements un caractère apocalyptique. L'importance accordée à l'environnement et la forte responsabilité des transports dans les atteintes à notre cadre de vie expliquent la sensibilité de certains mouvements d'opinion à l'égard des conditions de circulation.

Toutefois, au-delà de la congestion vécue quotidiennement par les automobilistes, les avis commencent à diverger sur l'ampleur du phénomène et sur les remèdes que l'on peut lui apporter. Pour certains les encombrements se limitent à certaines périodes et à certaines liaisons -- la solution serait alors de fournir la capacité manquante, seule la route étant en mesure de soulager la route -- tandis que pour d'autres, la congestion ne pouvant que s'intensifier et se diffuser, il importerait alors surtout de développer les moyens alternatifs.

Pour y voir plus clair dans ce débat, la Table Ronde a adopté une démarche en trois étapes :

- premièrement, elle s'est attachée à définir la congestion et à en mesurer l'ampleur réelle,
- deuxièmement, elle en a cerné l'évolution et ses conséquences,
- troisièmement, elle a évoqué les solutions susceptibles d'être apportées pour remédier à cette congestion.

1. DÉFINITION, MESURE ET ÉTENDUE DE LA CONGESTION

1.1. Définition de la congestion

Il n'existe pas de définition universellement acceptée de la congestion routière. Il s'agit d'un état de la circulation caractérisé par un trafic qui connaît des mouvements de *stop and go*. La densité d'occupation de la voirie routière est alors importante tandis que les vitesses de circulation sont faibles. Une forte densité d'occupation de la voirie n'est pas caractéristique d'une situation de congestion ; encore faut-il que les vitesses soient faibles pour que l'on se situe à un point de saturation des capacités. On peut également noter qu'à l'inverse, un faible débit ne suffit pas à caractériser une situation de congestion. En effet, un même niveau faible de débit peut être obtenu avec une circulation fluide ou encombrée. Le débit n'est donc pas un indicateur pertinent de la congestion. Mentionnons pour finir que s'il est aisé de mesurer la vitesse, il est en revanche plus difficile de dire à partir de quelle vitesse on tend vers une situation de congestion.

Ce qui sans doute caractérisera le mieux la congestion est le fait que l'on s'approche de la capacité maximum de l'infrastructure et qu'à ce niveau de débit, tout véhicule supplémentaire sur la voirie ralentira considérablement la circulation. Lorsque l'on est proche de la capacité maximum, un événement fortuit (accident, travaux) peut également causer de sérieuses perturbations. Dans ces conditions la Table Ronde a retenu la définition de la congestion proposée par P. Goodwin et J. M. Dargay dans leur rapport introductif qui est la suivante : *“La congestion se définit comme la gêne que les véhicules s'imposent les uns aux autres, en raison de la relation existant entre la vitesse et l'écoulement du trafic, dans des conditions où l'utilisation du système de transport se rapproche de la capacité de ce système”*.

Il est indéniable que nous avons besoin d'une définition claire et non ambiguë de la congestion à partir de laquelle on puisse proposer une mesure de l'étendue de la congestion. Il est patent en effet que la définition de la congestion dépendra de l'usage que l'on veut faire de cette définition, et notamment de la façon dont on veut mesurer la congestion.

1.2. Mesure de la congestion

La Table Ronde a retenu que l'on pouvait mesurer la congestion de trois manières différentes. On peut tout d'abord comptabiliser les pertes de temps -- et les valoriser -- par rapport à une vitesse de référence qui est celle d'une circulation fluide. Avec cette définition, le coût de la congestion, apprécié encore une fois par rapport à des conditions de circulation fluide, serait d'environ deux pour cent du PIB en Europe. Toutefois cette mesure de la congestion est critiquable, même si elle a le mérite d'être simple et accessible. En effet, on peut considérer qu'il n'est pas réaliste de prendre pour référence des vitesses de circulation où les conditions sont fluides. En effet, lorsque les conditions de circulation sont fluides, les capacités infrastructurelles sont sous-utilisées au point de ne pas justifier des investissements dans cette capacité infrastructurelle ; il ne s'agit donc pas d'une situation économiquement optimale. On peut affirmer qu'il existe un niveau de congestion économiquement optimal, qui est souhaitable pour que les capacités ne soient pas sous-employées. La Table Ronde a tenu à rappeler cette position qui fait qu'aux Pays-Bas, l'on a estimé ce degré optimal de congestion à un niveau tel que 2-3 pour cent des conducteurs rencontrent un encombrement un jour moyen. Le chiffre de deux pour cent du PIB que l'on obtient en Europe, pour le coût des pertes de temps, est certainement une appréciation qui est dépendante d'hypothèses délicates, entres autres sur la valeur du temps. Il faut bien comprendre néanmoins que toute définition et mesure de la congestion auront des limites, ce que l'on perçoit bien au travers des autres mesures possibles.

On peut également mesurer la congestion par les revenus qui seraient collectés si l'on introduisait un « *road pricing* » pour internaliser les coûts de la congestion. Il est clair qu'un usager additionnel de la route impose des coûts aux autres usagers en empruntant une infrastructure congestionnée. En introduisant un « *road pricing* » différencié entre les heures creuses et de pointe, on pourrait tarifier l'usage de l'infrastructure en fonction des coûts engendrés et encaisser des revenus.

Une dernière mesure de la congestion serait d'apprécier les bénéfices, c'est-à-dire les gains en efficacité, qui pourraient être obtenus par une tarification adéquate de l'infrastructure routière. On remplacerait la taxe sur les carburants, impropre à refléter les coûts d'usage de l'infrastructure, par un système de prix très élaboré qui dissuaderait en partie d'utiliser l'infrastructure lorsque celle-ci est congestionnée. Les coûts de la congestion, mesurable par les gains obtenus en efficacité d'usage de l'infrastructure, seraient inférieurs

aux deux pour cent que l'on obtient par le premier type de mesure. La Table Ronde a estimé que les coûts de la congestion représenteraient alors environ 0.75 pour cent du PIB.

Ces deux dernières mesures de la congestion font appel à des concepts économiques. Elles font en effet référence à un optimum pour évaluer les coûts de la congestion. Ceci rend ce type de mesure difficile à évaluer concrètement, ce qui restreint considérablement la portée opérationnelle de ces estimations. C'est sans doute pour cette raison que la mesure de la congestion la plus répandue est celle qui revient à estimer les pertes de temps par rapport à une circulation fluide. Cela étant, il est nécessaire de développer des méthodes de mesure de la congestion et de ses coûts qui soient plus sophistiquées.

1.3. Étendue de la congestion

Estimer les pertes de temps par rapport à une circulation fluide revient à amplifier le phénomène de la congestion dont la Table Ronde s'est plu à souligner que par rapport à la totalité du réseau routier en Europe, il est minoritaire.

En transport routier interurbain, la capacité disponible est suffisante. On dispose en Europe d'un réseau autoroutier de très grande capacité. Seulement 300 kilomètres en Europe, principalement en Allemagne et au Royaume-Uni, connaissent un trafic supérieur à 80 000 véhicules par jour, soit un flux qui nécessite des autoroutes à plus de trois voies. Dans le transport urbain, la congestion n'est pas nécessairement un phénomène dominant non plus. En Europe, la durée moyenne des déplacements domicile-travail est de 20 minutes. A Paris, la durée moyenne des déplacements domicile-travail est de 27 minutes. En revanche, elle est estimée être de une heure vingt dans des enquêtes auprès des ménages. Ceci met en évidence l'amplification subjective du phénomène. On notera également que 90 pour cent des habitants de l'Allemagne, de la France, des Pays-Bas et du Royaume-Uni déclarent ne pas trouver d'encombrements dans leurs déplacements. On peut d'ailleurs noter à ce sujet que les vitesses de circulation sont en constante augmentation depuis de nombreuses années. Cela étant, là où les phénomènes de congestion existent, ils sont spectaculaires et ils sont largement la conséquence d'une politique durable de restriction des investissements consacrés aux infrastructures routières de transport. Même si l'on manque de données systématiques, on peut affirmer qu'en Allemagne, seulement 2 pour cent du réseau est congestionné. Aux Pays-Bas, souvent pris en exemple pour l'encombrement de ses infrastructures,

à peine 2 pour cent des conducteurs rencontrent des infrastructures congestionnées un jour moyen. La congestion est donc minoritaire, ce qui ne l'empêche pas d'être spectaculaire.

Pourquoi, dans ces conditions, y a-t-il une telle sensibilité de l'opinion publique et des hommes politiques à la congestion qui retient toute l'attention parmi les phénomènes de transport ?

La congestion n'est pas un problème universel sur l'étendue du réseau européen mais là où elle sévit, c'est un problème critique. Les analyses ont montré que les individus multiplient le temps par un facteur de trois aussitôt qu'il s'agit d'un temps d'attente. Par ailleurs, comme il a déjà été signalé, on prend pour situation de référence idéale, un temps de transport où la circulation serait fluide, même si économiquement cela a un sens qui est critiquable. Des valeurs agrégées dans ces conditions donnent un reflet inexact du phénomène réel. Rapportée au volume total des déplacements routiers, la congestion n'affecte plus qu'un nombre limité de trajets. Par ailleurs, au sein d'un système qui marche globalement bien, les exceptions, c'est-à-dire les situations perturbées, sont nettement perceptibles et fortement ressenties. En outre, les encombrements sévissent particulièrement en certains points précis, ce qui en renforce l'acuité. Il convient de noter en revanche que le fait que l'on ait construit des routes à grande capacité, a réussi à contenir l'aggravation du phénomène. Ainsi beaucoup de facteurs expliquent que les temps de transport soient demeurés constants sur une longue période. Toutes les considérations qui reviennent à diminuer l'ampleur perçue de la congestion sont à relativiser sitôt que l'on ne parle plus seulement de congestion mais également de situations où le trafic est intense. On a alors affaire à un phénomène de plus grande ampleur. Parmi les conséquences de ce trafic intense, il faudrait mentionner qu'il précipite le déclin urbain : devant des conditions de transport difficiles, les habitants des centres-villes finissent par quitter précisément le cœur des villes, la congestion étant un facteur parmi ceux qui comptent dans les décisions de localisation.

2. ÉVOLUTION ET CONSÉQUENCES DE LA CONGESTION

2.1. Tendances récentes

Aux États-Unis, depuis plusieurs années, la demande de transport a augmenté plus rapidement que les accroissements de capacité. La sévérité, la durée et l'étendue de la congestion se sont donc accrues. Cependant, la part dans les déplacements totaux des trajets effectués dans des conditions où les routes sont congestionnées, a diminué. Ceci prouve que par leurs comportements, les automobilistes évitent les périodes de pointe, ce qui contribue à les étaler.

En Europe, même si les situations sont diverses d'un pays à l'autre et à l'intérieur d'un même pays, la congestion tend à se répandre dans le temps et dans l'espace plutôt qu'à s'intensifier. Les facteurs qui expliquent cette diffusion de la congestion sont les taux croissants de motorisation -- et le coût stable ou décroissant d'usage de l'automobile lié, entre autres, à la moindre consommation des véhicules -- ainsi que la densité de population qui fait que la congestion est un phénomène de dimension avant tout régionale mais surtout pas nationale et encore moins internationale. La demande de transport, particulièrement automobile, tend à s'élever avec la hausse des niveaux de vie et il est certain que la capacité des infrastructures n'a pas été et ne peut pas être ajustée en conséquence. Il en résulte que la congestion aurait tendance à s'intensifier s'il n'y avait les comportements d'adaptation : changements d'horaires de départ, changements d'itinéraires, transferts modaux, travail à domicile, travail à temps partiel, déménagements, etc. Il résulte de ces comportements bien réels et sous-estimés, que les conducteurs tendent à expérimenter des temps de transport constants même si la congestion se répand dans l'espace et dans le temps. Par ailleurs l'amélioration des infrastructures a notablement permis de contenir l'aggravation du phénomène. Au total, la congestion ressentie individuellement demeure constante même si globalement les encombrements se répandent. Pour apprécier ces tendances, il serait très utile d'avoir des indicateurs d'encombrements élaborés sur la base des déplacements individuels. De toute façon, la nature du problème n'est pas celui de vitesses de transport déclinantes mais de conséquences environnementales et économiques qui deviennent de plus en plus sévères.

En effet, si les temps de déplacements tendent à rester constants, il n'en va pas de même pour ce qui est de leur prévisibilité : la congestion qui est un phénomène à la fois récurrent et imprévisible, rend les temps de transport

aléatoires. Ceci affecte tous les usagers mais particulièrement les transporteurs routiers de marchandises pour lesquels la congestion se traduit par un surcoût en personnel et matériel de transport. Les entreprises et les particuliers sont obligés de prévoir des plans de transport en anticipant le pire au niveau de la circulation routière. Cette imprévisibilité croissante des temps de transport, qui amène des comportements de précaution autant de la part des particuliers que des entreprises, est l'une des conséquences les plus dommageables de la congestion : la fiabilité du système de transport a considérablement diminué, ce qui a certainement des conséquences macro-économiques non négligeables. C'est surtout sur cet aspect que devraient porter les efforts visant à s'attaquer à la congestion. Par ailleurs, on remarquera que l'attention se focalise sur la congestion observable et non sur les modifications latentes de la demande : en avançant les heures de départ, les individus limitent pour eux les conséquences des encombrements mais ils subissent une diminution de leur bien-être qui n'est pas mesurée. Ce que l'on ne sait effectivement pas mesurer, c'est le coût collectif des comportements d'évitement de la congestion

En outre, la congestion a pour conséquence de peser sur les choix de politique des transports. Des schémas de transport alternatifs à l'usage de la voiture particulière sont ajournés par peur de leurs conséquences au niveau d'infrastructures routières déjà saturées. C'est ainsi que les hommes politiques hésiteront à affecter une partie de la voirie routière aux transports publics dès l'instant où cela semblera devoir paralyser la circulation routière. De même, on publie régulièrement des prévisions de chaos routier si de nouvelles infrastructures ne sont pas construites. On peut en conclure que la congestion pèse sur les décisions de politique des transports.

L'on constate que la croissance des trafics est liée non pas aux déplacements domicile-travail mais à d'autres motifs. Les déplacements pour le travail ne représentent que 20 pour cent des motifs de se déplacer. Pourtant, c'est pour les déplacements liés au travail qu'il importerait de résoudre les problèmes de congestion car c'est pour ce type de déplacement que les conséquences sont les plus significatives. Même pour cette congestion, qui est récurrente tous les jours, il est impossible de dire à partir de quel moment des queues dans la circulation vont se constituer.

2.2. Conséquences

Lorsque les véhicules sont à l'arrêt -- dans des situations de congestion aiguës -- les émissions polluantes sont considérables. En revanche, les

situations de circulation dense ont des conséquences environnementales qu'il est difficile d'apprécier : les véhicules circulent alors à petite vitesse et ont donc des émissions polluantes plus faibles. On peut noter que la concentration de ces polluants en certains lieux amène le franchissement de seuils à partir desquels la pollution a des effets nocifs considérables. Ce sont les conducteurs des véhicules qui sont les premiers exposés aux conséquences de ces franchissements de seuils. Par ailleurs, il y a lieu de tenir compte du fait que les véhicules circulent pour la plupart sur de faibles distances, dans des conditions où les moteurs et leurs équipements demeurent froids, ce qui a pour conséquence de renforcer les émissions polluantes. Les problèmes d'environnement sont également créés par les flux de voitures qui évitent les zones encombrées et se déplacent pour cela sur le réseau secondaire.

Pour ce qui concerne la pollution et plus généralement pour tout ce qui a trait à la congestion, on constate une grande diversité de situations qui rend toute généralisation difficile. En outre, on manque de moyens de mesure qui soient fins, ce qui fait dire que ce que l'on connaît de la congestion pourrait bien n'être que la partie visible de l'iceberg. On devrait également tenir compte de l'impact de la congestion sur les accidents routiers. On peut dire que si ceux-ci sont d'une moindre gravité que lorsque les conditions de circulation permettent de rouler plus vite, ils sont en revanche plus nombreux et concernent souvent des piétons qui sont gênés dans leurs déplacements par l'omniprésence de l'automobile. Il faudrait ajouter à ces coûts de la congestion, l'impact sur les transports publics qui sont ralentis dans leur vitesse commerciale, ce qui a un impact négatif considérable sur le compte des entreprises de transport public.

2.3. Évolution future

Comment la congestion va-t-elle évoluer ? Elle suivra l'évolution de l'usage de l'automobile. La domination de l'automobile au sein des moyens de transport est telle que pour certains experts, les ménages choisissent d'habiter en des lieux qui leur permettent d'utiliser leur voiture. Ceci se traduit par le fait que les ménages quittent les centres-villes, où l'usage d'une automobile est le plus souvent difficile, au bénéfice des espaces périurbains.

L'on constate que sous l'effet de l'augmentation des niveaux de vie, les femmes conduisent de plus en plus et les personnes âgées demeurent de plus en plus longtemps dépendantes de l'automobile. En Europe de l'Est, les populations commencent seulement à goûter aux bienfaits de la motorisation.

D'une manière générale, les voitures sont davantage utilisées qu'elles ne l'étaient il y a une décennie : il existe un lien direct entre la croissance des revenus et l'usage de l'automobile. Même si le rythme de croissance des taux de possession de l'automobile décroît, on n'est pas du tout sûr de parvenir à une saturation de la possession ou de l'usage des voitures particulières. La Table Ronde n'a pas réussi à avoir une position unanime en ce qui concerne cette saturation éventuelle des taux de possession de l'automobile. Ceci notamment parce que la multimotorisation des ménages se développe. En outre, si la croissance du nombre de déplacements en voiture est faible, on enregistre en revanche un accroissement des distances parcourues. Tout se passe comme si les individus avaient mis à profit les améliorations infrastructurelles pour aller plus loin dans le même laps de temps, en décidant d'habiter par exemple en périphérie. Ceci permet de dire que les gens se sont adaptés à la congestion, alors que l'environnement commence à bénéficier de l'équipement des voitures en pots catalytiques et que les véhicules se sont améliorés, rendant moins négative la perception du temps passé à leur bord. Il est donc difficile d'établir un bilan prospectif de l'évolution de la congestion et de ses conséquences.

Quant à la planification urbaine, c'est-à-dire la distribution spatiale des activités, qu'il y ait concentration ou dispersion des activités, les deux conduisent à renforcer la congestion mais en des points différents : au centre-ville dans le cas d'une concentration des activités, pour accéder au centre dans le cas d'une dispersion des activités. Les déplacements sont, de plus, grandement induits par la mise à disposition d'infrastructures. Ceci fait que si l'on offre de nouvelles infrastructures routières, on aura un trafic induit même s'il est difficile d'en prédire l'ampleur dans l'état actuel des connaissances. Il est tout à fait possible que plus l'on construit des autoroutes plus l'on favorise l'usage de la voiture. Pour étudier ces phénomènes, on doit envisager différents horizons temporels à partir desquels des comportements d'adaptation au changement se manifestent. Ainsi, il est vraisemblable que dans le long terme, le trafic induit soit important. La longueur des déplacements peut être influencée par l'offre d'infrastructure. Le trafic à destination des centres-villes semble se ralentir au bénéfice des liaisons entre banlieues. Ce que l'on sait bien en revanche, c'est que le trafic ne s'est pas accru sur les routes principales mais sur les itinéraires alternatifs, ce qui prouve que les comportements d'évitement des zones encombrées se répandent.

3. LES REMÈDES A LA CONGESTION

La congestion étant un phénomène essentiellement urbain, ses solutions sont diverses, hautement dépendantes des circonstances. Tout d'abord, si l'on parvient à éviter la congestion, on augmentera notablement la capacité routière des zones encombrées étant donné que les vitesses de circulation s'élèveront. Il est possible que le télétravail se répande en Europe, diminuant par la même les besoins de déplacements journaliers. Mais sur ce point, la Table Ronde a fait preuve de scepticisme car il semblerait plutôt que transport et télécommunications soient complémentaires. La télématique pourrait jouer un grand rôle pour fluidifier la circulation, soit en informant davantage les usagers de la route des conditions de circulation, soit en intervenant directement sur ces conditions de circulation. La télématique et ses applications peuvent redistribuer la demande de transport dans le réseau. Toutefois, on ne peut négliger le fait que de meilleures conditions de circulation inciteront à davantage utiliser la voiture particulière, créant par la même un phénomène comparable à celui du trafic induit. Les individus dans le long terme déménagent et mettent à profit de meilleures conditions de circulation pour aller s'installer dans un cadre de vie qui leur convient mieux. C'est pourquoi, les solutions pérennes aux encombrements sont plutôt à chercher dans une tarification adéquate de l'usage des infrastructures qui peut seule réduire les trajets non indispensables aux heures de pointe.

Actuellement, les prix et la taxation sont liés au financement des infrastructures et non à l'orientation des choix des usagers. C'est pourtant dans ce domaine qu'il faut agir en priorité. D'une manière générale, le coût des déplacements urbains en voiture particulière devrait être plus élevé tandis que le coût des déplacements interurbains devrait être abaissé. On dispose de plusieurs armes pour parvenir à ce résultat : des péages urbains sont envisageables en théorie et l'on peut tarifier le stationnement. Pour ce qui est des péages urbains, les technologies électroniques permettront sous peu de réconcilier la théorie et la pratique en ayant des tarifs modulés (heures de pointe, heures creuses) mais malgré tout leur application généralisée restera difficile avec des moyens de paiement acceptés à grande échelle (carte à puce ou badge). Par ailleurs, il faut tenir compte de l'effet d'éviction des usagers de la route à revenus faibles. En effet, les études montrent qu'il faudra des péages élevés pour parvenir à un résultat compte tenu de l'inélasticité de la demande de transport. Dans ces conditions et à court terme, le paiement du stationnement demeure une alternative valable. Pour dissuader de l'usage de l'automobile, on peut également ralentir la vitesse de circulation par ce que

l'on appelle en anglais le "*traffic calming*". Le but est de rendre moins attrayant l'usage de l'automobile. Dans le même temps, il faut proposer une alternative valable en transport public. On peut noter qu'une action limitée au seul développement des transports publics est vouée à l'échec. Ainsi, dans les zones denses, c'est par un mélange d'incitations et de dissuasions que l'on peut arriver à modérer la circulation. Une combinaison de politiques mises en oeuvre simultanément peut parvenir à un résultat. Dans ce cadre, il y a lieu de noter que les investissements dans le transport public ne se justifient pas du seul point de vue de lutte contre la congestion ; ils ont une utilité sociale dont la portée est largement supérieure au seul motif de combattre les encombrements.

Il en va autrement dans le périurbain. Là, le transport public s'avère difficile et surtout coûteux à développer de manière satisfaisante. On peut certes prévoir un accès au centre mais les liaisons de banlieues à banlieues ne peuvent que rarement être assurées de manière convaincante par les transports publics. Aussi, il n'y a pas d'alternatives réelles au développement des liaisons routières, un constat qui ne sera pas accepté la plupart du temps par les hommes politiques qui préféreront dans une large mesure développer les transports publics. Pourtant, il peut s'avérer possible de construire des routes selon des standards de protection de l'environnement très élevés, ce qui les rend acceptables. Mais, la construction de routes soulève d'autres difficultés : on induit des différences de capacité aux points de croisement des réseaux entre eux (par exemple entre le réseau urbain et interurbain), ce qui fait que la capacité gagnée en certains points est contrariée par l'inadéquation des réseaux complémentaires. Aussi, la construction de routes, pour seule solution qu'elle soit dans certains cas, n'est pas sans induire des problèmes.

Si l'on réduit la capacité routière, il semblerait que l'on ait moins de déplacements. Là également, des réponses de long terme se mettent en place comme par exemple des changements de destinations ou l'enchaînement des trajets de telle sorte que l'on ait au total moins de trafic. Le volume de trafic n'est pas une donnée statique, il peut dépendre dans une certaine mesure des politiques suivies. C'est pourquoi, l'on peut penser réduire la capacité routière dans les centres-villes et affecter cette capacité à d'autres usages. Il est clair qu'en centre-ville, le développement de la route n'est pas la solution aux encombrements. Mais, il faudra tenir compte du fait que l'on incitera alors les commerces à s'installer à la périphérie, multipliant alors les déplacements en voiture selon une américanisation des modes de vie. En effet, lorsque l'on restreint les capacités d'accès, les activités se déplacent.

CONCLUSIONS

On peut dire que la congestion est un phénomène comparable à l'attente aux caisses dans un grand magasin aux heures de pointe : il s'agit d'un élément inhérent au fonctionnement du système qu'il ne saurait être question de totalement supprimer. En outre, les gens se sont adaptés à la congestion, en partie grâce aux améliorations du réseau routier mais aussi grâce aux améliorations des véhicules et par le comportement des conducteurs, un phénomène que l'on ne sait pas mesurer et qui fait que le coût de la congestion demeure en partie caché. Les gens se plaignent de la congestion, notamment parce qu'ils pensent qu'il existe une solution à ce problème. En fait, on ne peut penser réduire à zéro la congestion mais il est possible de l'infléchir.

En tout cas, l'on n'investit pas dans le réseau routier seulement pour réduire la congestion, on investit surtout pour assurer une accessibilité de haut niveau en tous points du territoire national même si la lutte contre les encombrements peut intervenir. Le danger serait de considérer que du fait qu'il n'y a pas de congestion, il n'est pas nécessaire d'investir.

Il existe en Europe une grande diversité de situation, ce qui fait qu'il n'existe pas de réponse universelle au problème des difficultés du trafic : différentes solutions qui prennent en compte des facteurs culturels sont envisageables. Les technologies télématiques de pointe permettront de mieux gérer la circulation et de mieux informer les conducteurs mais il en ira de même que pour tout investissement routier : l'amélioration des conditions de circulation attirera de nouveaux usagers de la route aussi l'effet que l'on peut en attendre ne sera pas radical. C'est par une combinaison de politiques incitatives à l'usage des modes alternatifs et dissuasives à l'égard de la voiture que l'on peut parvenir à certains résultats tangibles.

L'une des priorités à court terme serait d'établir en Europe un système homogène et cohérent d'évaluation de la congestion et de ses coûts. Des recherches additionnelles sur les coûts cachés de la congestion seraient particulièrement intéressantes.

LISTE DES PARTICIPANTS

Professor Peter JONES
Director
Transport Studies Group
University of Westminster
35 Marylebone Road
GB-LONDON NW1 5LS

Président

Professor Dr. P.H.L. BOVY
TRAIL
Delft University of Technology/
Erasmus University Rotterdam
P.O. Box 5048
NL-2600 GA DELFT

Rapporteur

Professor Ilan SALOMON
Department of Geography
Hebrew University of Jerusalem
JERUSALEM 91905
Israel

Co-rapporteur

Monsieur Christian GERONDEAU
Président
Union Routière de France
10, rue Clément Marot
F-75008 PARIS

Rapporteur

Professor Phil.B. GOODWIN
ESRC Transport Studies Unit
University of London Centre for Transport Studies
University College London
Gower Street
GB-LONDON WC1E 6BT

Rapporteur

Dr. J.M. DARGAY
ESRC Transport Studies Unit
University College London
Gower Street
GB-LONDON WC1E 6BT

Co-rapporteur

Dr. Karl Otto SCHALLABOCK
Wuppertal Institute for Climate, Environment
and Energy
Döppersberg, 19
D-42103 WUPPERTAL

Rapporteur

Dr. Rudolf PETERSEN
Wuppertal Institute for Climate, Environment
and Energy
Döppersberg, 19
D-42103 WUPPERTAL

Co-rapporteur

Dr. Silvia BANFI
INFRAS
Gerechtigkeitsgasse, 20
CH-8002 ZURICH
Suisse

Dr. David BANISTER
Bartlett School of Architecture and Planning
University College London
Wates House
22 Gordon Street
GB-LONDON WC1H 0QB

Dr. Halina BRDULAK
Head of European Integration Section
Motor Transport Institute
80 Jagiellonska St.
PL-03-301 WARSAW

Observateur

Mr. Harry CALDWELL
Chief, Highway Needs & Investment
Office of Policy
Federal Highway Administration
400 7th St. SW
WASHINGTON D.C. 20590

Prof. Dr. A. DIEKMANN
Universität zu Köln
Hardtstr. 1
D-61250 USINGEN

Mlle Maria-José GUERRERO GARCIA
Civil Engineer
Area de Estudios y Planificacion
Consortio de Transportes de Madrid
Pza. Descubridor Diego de Ordás, 3
E-28003 MADRID

Mr. Keith KEEN
Commission Européenne
Directorate General VII - Transport
Avenue de Beaulieu, 31 4/52
B-1160 BRUXELLES

Prof. Dr. Boris KERNER
Verkehrstechnik (FT1/V) HPC E224
Daimler-Benz AG
D-70546 STUTTGART

Ing. Jiri LANDA
CityPlan Ltd.
Spálená 5
CZ-111 21 PRAGUE 1

Monsieur Marc LEMLIN
Ingénieur civil
Directeur général des Routes et autoroutes
de la Région Wallonne
Ministère de l'Équipement et des Transports
Région Wallonne
Avenue Reine Astrid 39-43
B-5000 NAMUR

Mr. Gunnar LINDBERG
CTS
Dalarna University
S-78188 BORLÄNGE

Professor Dr. David NEWBERY
Director of Applied Economics Department
University of Cambridge
Sidgwick Avenue
GB-CAMBRIDGE CB3 9DE

Professor S. PROOST
Department of Economics - KU Leuven
Centre for Economic Studies
Naamse Straat, 69
B-3000 LEUVEN

Monsieur le Professeur Emile QUINET
Chef du Département d'Economie et des Sciences Sociales
Ecole Nationale des Ponts et Chaussées
28, rue des Saints Pères
F-75007 PARIS

Dr. Farideh RAMJERDI
Department of Infrastructure and Planning
Royal Institute of Technology
Teknikringen 72
SE-100 44 STOCKHOLM

Dr. Aisling REYNOLDS-FEIGHAN
University College Dublin
Department of Economics
Belfield
IRL-DUBLIN 4

Professor Werner ROTHENGATTER
Institut für Wirtschaftspolitik und Wirtschaftsforschung
Universität Karlsruhe (TH)
Kollegium am Schloss, Bau IV
D-76128 KARLSRUHE

Drs. Arjen 'T HOEN
Transport Research Centre AVV
Ministry of Transport, Public Works and
Water Management
P.O. Box 1031
NL-3000 BA ROTTERDAM
Pays Bas

Monsieur Jean-Pierre VAN DE WINCKEL
Traffic Management
Touring Club de Belgique
rue de la Loi, 44
B-1040 BRUXELLES

Dr. Jeremy VANKE
Head of Public Policy
Royal Automobile Club
156A Upper Clapton Road
GB-LONDON E5 9JZ

Dr. Attila VOROS
Head of Department of Transport
System Research and Network Planning
Institute for Transport Sciences Ltd
Thán K. u. 3-5
H-1119 BUDAPEST

Mr. Bert van WEE
National Institute of Public Health
and the Environment (RIVM)
P.O. Box 1
NL-3720 BA BILTHOVEN

Herrn Dipl.-Volkswirt G. WEICH
Head of Traffic Department (VEK)
ADAC e.V.
Am Westpark 8
D-81373 MUNICH

SECRETARIAT DE LA CEMT

Monsieur Gerhard AURBACH - Secrétaire Général

DIVISION DES RECHERCHES ÉCONOMIQUES, DES STATISTIQUES ET DE LA DOCUMENTATION

Monsieur Alain RATHERY - Chef de Division

Monsieur Michel VIOLLAND - Administrateur

Madame Julie PAILLIEZ - Assistante

Mlle Françoise ROULLET - Assistante

DIVISION DE LA POLITIQUE DES TRANSPORTS

Mr. Stephen PERKINS - Administrateur Principal

ÉGALEMENT DISPONIBLES

Les nouvelles tendances de la logistique en Europe. Série CEMT - Table ronde 104ème
(1997)

(75 97 05 2P) ISBN 92-821-2224-7 France FF215 £28 \$US42 DM63

La mobilité induite par les infrastructures. Série CEMT - Table ronde 105ème (1998)

(75 98 07 2 P) ISBN 92-821-2232-8 France FF400 £40 \$US67 DM119

Le marché des transports interurbains dans les pays en transition. Série CEMT - Table ronde 106ème (1998)

(75 98 10 2 P) ISBN 92-821-2235-2 France FF400 £41 \$US66 DM119

Les redevances d'usage des infrastructures ferroviaires. Série CEMT - Table ronde 107ème
(1998)

(75 98 14 2 P) ISBN 92-821-2240-9 France FF290 £30 \$US50 DM86

14ème Symposium International sur la Théorie et la Pratique dans l'Économie des Transports. Quels changements pour les transports au siècle prochain ? (1999)

(75 1999 01 2 P) ISBN 92-821-2241-7 France FF590 £63 \$US105 DM176

Quels marchés pour les transports par voies navigables ? Série CEMT - Table Ronde 108ème (1999)

(75 1999 06 2 P) ISBN 92-821-2246-8 France FF300 £32 \$US53 DM89

les transports de marchandises et la ville. Série CEMT - Table Ronde 109ème (1999)

(75 1999 08 2 P) ISBN 92-821-2247-6 France FF280 £29 \$US47 DM84

Prix de vente au public dans la librairie du siège de l'OCDE.

LE CATALOGUE DES PUBLICATIONS de l'OCDE et ses suppléments seront envoyés gratuitement sur demande adressée soit à l'OCDE, Service des Publications, soit au distributeur de l'OCDE de votre pays.

LES ÉDITIONS DE L'OCDE, 2, rue André-Pascal, 75775 PARIS CEDEX 16
IMPRIMÉ EN FRANCE
(75 1999 09 2 P) ISBN 92-821-2248-4 – n° 50860 1998