OCDE

Forum International des Transports

CENTRE DE RECHERCHE SUR LES TRANSPORTS



GÉRER LA CONGESTION URBAINE

OCDE

Forum International des Transports

CENTRE DE RECHERCHE SUR LES TRANSPORTS

GÉRER LA CONGESTION URBAINE

Cet ouvrage est publié sous la responsabilité du Secrétaire général de l'OCDE. Les opinions et les interprétations exprimées ne reflètent pas nécessairement les vues de l'OCDE ou des gouvernements de ses pays membres.

Merci de citer cet ouvrage comme suit :
OCDE (2010), *Gérer la congestion urbaine*, Éditions OCDE.
http://dx.doi.org/10.1787/9789282101315-fr

ISBN 978-92-821-0131-5 (PDF)

Les corrigenda des publications de l'OCDE sont disponibles sur : *www.oecd.org/editions/corrigenda*.

© OCDE 2010

Vous êtes autorisés à copier, télécharger ou imprimer du contenu OCDE pour votre utilisation personnelle. Vous pouvez inclure des extraits des publications, des bases de données et produits multimédia de l'OCDE dans vos documents, présentations, blogs, sites Internet et matériel d'enseignement, sous réserve de faire mention de la source OCDE et du copyright. Les demandes pour usage public ou commercial ou de traduction devront être adressées à *rights@oecd.org*. Les demandes d'autorisation de photocopier une partie de ce contenu à des fins publiques ou commerciales peuvent être obtenues auprès du Copyright Clearance Center (CCC) *info@copyright.com* ou du Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC) *contact@cfcopies.com*.

FORUM INTERNATIONAL DES TRANSPORTS

Le Forum International des Transports est une institution intergouvernementale appartenant à la famille OCDE. Le Forum est une plate-forme mondiale pour les décideurs politiques et les parties intéressées. Son objectif est d'aider les responsables politiques et un public plus large à mieux appréhender le rôle des transports en tant qu'élément clé de la croissance économique, ainsi que leurs effets sur les composantes sociales et environnementales du développement durable. Le Forum organise une Conférence pour les Ministres et les représentants de la société civile chaque année au mois de mai à Leipzig, Allemagne.

Le Forum International des Transports a été créé par une Déclaration du Conseil des Ministres de la CEMT (Conférence Européenne des Ministres des Transports) lors de la session ministérielle de mai 2006. Il est établi sur la base juridique du Protocole de la CEMT signé à Bruxelles le 17 octobre 1953 ainsi que des instruments juridiques appropriés de l'OCDE. Son Secrétariat se trouve à Paris.

Les pays membres du Forum sont les suivants : Albanie, Allemagne, Arménie, Australie, Autriche, Azerbaïdjan, Bélarus, Belgique, Bosnie-Herzégovine, Bulgarie, Canada, Corée, Croatie, Danemark, ERYM, Espagne, Estonie, États-Unis, Finlande, France, Géorgie, Grèce, Hongrie, Inde, Irlande, Islande, Italie, Japon, Lettonie, Liechtenstein, Lituanie, Luxembourg, Malte, Mexique, Moldavie, Monténégro, Norvège, Nouvelle-Zélande, Pays-Bas, Pologne, Portugal, République tchèque, Roumanie, Royaume-Uni, Russie, Serbie, Slovaquie, Slovénie, Suède, Suisse, Turquie, Ukraine.

L'OCDE et le Forum International des Transports ont créé en 2004 un Centre conjoint de Recherche sur les Transports. Ce Centre mène des programmes coopératifs de recherche couvrant tous les modes de transport, recherches qui visent à aider la formulation des politiques dans les pays membres. A travers certains de ses travaux, le Centre apporte également des contributions aux activités du Forum International des Transports.

Des informations plus détaillées sur le Forum International des Transports sont disponibles sur Internet à l'adresse suivante :

www.internationaltransportforum.org

© OCDE/FIT 2010

Toute reproduction, copie, transmission ou traduction de cette publication doit faire l'objet d'une autorisation écrite. Les demandes doivent être adressées aux Éditions OCDE rights@oecd.org ou par fax 33 1 45 24 99 30.

AVANT-PROPOS

Depuis les premiers établissements humains d'importance, développement urbain rime avec accroissement du trafic. Les mêmes forces qui attirent les habitants à se regrouper dans de vastes agglomérations sont également à l'origine de niveaux de congestion routière parfois intolérables sur la voirie urbaine. Une gouvernance urbaine efficace exige un arbitrage minutieux entre les avantages de l'agglomération et les inconvénients causés par une congestion excessive.

Ce rapport propose des recommandations pratiques, issues de travaux de recherche, pour gérer efficacement la congestion routière et éliminer la congestion excessive dans les grandes agglomérations. Il présente également un aperçu général de la nature et de l'ampleur de la congestion ainsi que des moyens de mesurer le phénomène, qui est nécessaire pour élaborer une politique efficace de gestion de la congestion.

Gérer la congestion routière urbaine est l'aboutissement de deux années de recherches menées par un groupe de spécialistes de la circulation routière, de l'économie des transports et des transports urbains de nombreux pays de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) et de la Conférence européenne des Ministres des transports (CEMT). Les membres de l'Allemagne, de l'Australie, du Canada, de l'Espagne, des États-Unis, de la Fédération de Russie, de la France, de la Grèce, du Japon, de la Nouvelle-Zélande, des Pays-Bas, de la République tchèque et du Royaume-Uni participant au Groupe de travail ont tous contribué à ce projet (voir la liste complète en appendice).

La congestion routière pose un défi dans toutes les grandes agglomérations urbaines. Ce rapport propose aux décideurs et au personnel technique une vision stratégique, des cadres théoriques et des éléments d'orientation sur certains des outils pratiques nécessaires pour gérer la congestion de façon à réduire son impact global sur les individus, les familles, les collectivités et la société en général.

GÉRER LA CONGESTION URBAINE - ISBN 978-92-821-0129-2 © OCDE/FIT, 2010

REMERCIEMENTS

La tâche du Groupe de travail a été grandement facilitée par les personnes et organismes qui ont généreusement accueilli et organisé diverses réunions pour les besoins du projet et fourni des compétences spécifiques. Le Groupe de travail tient en particulier à adresser ses remerciements chaleureux aux personnes et organismes suivants :

Le Service interdépartemental de la sécurité et de l'exploitation de la route (SISER) de la région Île de France.

L'Université technique nationale d'Athènes.

Le Centre tchèque de recherche sur les transports (CDV).

L'Université technologique de Dresde.

La Fondation Abertis.

L'Université polytechnique de Catalogne.

Le Conseil municipal de Barcelone.

Le *Greater Manchester Passenger Transport Executive* (GMPTE).

Rémy PRUD'HOMME.

Jacques NOUVIER.

RÉGULATION DE LA CONGESTION DU TRAFIC DANS LES GRANDES AGGLOMÉRATIONS

MESSAGES CLÉS

1. Beaucoup peut être fait pour réduire les effets les plus nocifs de la congestion du trafic

Les régions urbaines dynamiques, abordables, agréables à vivre et attractives *ne seront jamais débarrassées de la congestion*. Cependant, les politiques en matière de transport routier devraient chercher *à gérer la congestion* sur une base rentable dans le but de réduire les charges qu'une congestion excessive impose aux voyageurs et aux citadins sur l'ensemble du réseau urbain.

2. Un aménagement efficace de l'espace et des niveaux appropriés de services de transport en commun peuvent contribuer à fournir un accès de grande qualité dans les zones urbaines encombrées.

La planification de l'occupation des sols et des transports et un développement coordonné des transports impliquant tous les modes de transport, y compris des niveaux appropriés de transport en commun, sont d'une importance cruciale pour l'accès de grande qualité nécessaire dans de grandes agglomérations.

3. Les usagers de la route veulent des trajets de porte à porte fiables et sans stress.

Les usagers de la route acceptent en général un degré de congestion mais attachent une grande importance à la fiabilité et à la prévisibilité des conditions de déplacement sur les routes. Il faut accorder plus de poids à la fiabilité lors de l'évaluation des options et de la hiérarchisation des mesures de réduction de la congestion.

4. Le ciblage de la variabilité du temps de déplacement et des incidents de congestion les plus extrêmes peut donner lieu à des améliorations rapides, tangibles et rentables.

Des temps de déplacement peu fiables et extrêmement variables imposent la plus grande "souffrance" aux usagers de la route. Une augmentation de la fiabilité et de la prévisibilité des temps de déplacement peut réduire rapidement la "souffrance" associée à des niveaux de congestion excessifs.

5. C'est la fin de l'époque de l'accès non géré aux routes urbaines très encombrées.

La plupart des mesures traditionnelles de décongestion libèrent la capacité existante ou offrent une nouvelle capacité routière, qui tend à être rapidement inondée par une demande larvée et/ou nouvelle, au moins dans des villes économiquement dynamiques. A l'avenir, la demande d'utilisation de routes très encombrées devra être gérée en tenant compte de la manière dont les résidants et les usagers de la route envisagent le développement de leur communauté et de leurs préférences de mobilité à plus long terme.

6. L'administration en charge des transports devra inévitablement utiliser une combinaison des mesures d'accès, de stationnement et de péage pour pérenniser les avantages tirés des mesures d'exploitation et d'infrastructure visant à atténuer la congestion du trafic.

Comparativement aux gestionnaires d'infrastructures autres que les routes, les services administratifs chargés de la voirie jouent en général un rôle moins important - si un rôle tout court leur est attribué - dans la gestion des niveaux globaux de demande en réseaux routiers. En fait, on ne devrait même pas se poser la question de savoir si la demande globale d'utilisation du système de voirie devrait vraiment être gérée. La gestion de la demande de route est de plus en plus susceptible d'être nécessaire dans de grandes agglomérations.

TABLE DES MATIÈRES

RÉSUMÉ SOMMAIRE ET CONSIDÉRATIONS EN MATIÈRE DE POLITIQUE A MENER ... 15

1. DÉFINITION ET CARACTÉRISTIQUES DE LA CONGESTION ROUTIÈRE 33

1.1 Introduction 33
1.2 Qu'est-ce que la congestion ? 33
1.3 Une définition de la congestion 34
1.4 Congestion excessive : Quand y a-t-il trop de circulation ? 36
1.5 "Qu'est-ce que la congestion nous empêche d'accomplir ?" 36
1.6 Congestion et Agglomération 38
1.7 La caractérisation de la congestion : Éléments clés à prendre en compte 41
1.7.1 Usagers de la route et congestion *41*
1.7.2 Réseaux et Flux *44*
1.7.3 L'heure *48*

2. MESURE DE LA CONGESTION : MÉTHODES ET INDICATEURS 51

2.1 Mesure de la performance et problèmes liés à l'observation 51
2.2 Indicateurs de congestion 56
2.2.1 Indicateurs de temps de déplacement *60*
2.2.2 Indicateurs de la qualité de déplacement et de la variabilité du temps de déplacement *61*
2.2.3 Indicateurs d'exposition à la congestion routière *69*

3. LES CAUSES DE CONGESTION EN ZONE URBAINE 73

3.1 Introduction 73
3.2 Les formes de congestion : Récurrente vs. Non-récurrente, Prévisible vs. Aléatoire 75
3.3 Sources de Congestion : Les déclencheurs de la congestion 78
3.3.1 Les déclencheurs de la congestion sur des aménagements à flux continu .. *78*
3.3.2 Les déclencheurs de congestion sur les aménagements à flux discontinu .. *85*
3.4 Sources de Congestion : La congestion "Conducteurs" 88
3.4.1 La demande de transports *88*

4. VUE D'ENSEMBLE DE LA CONGESTION DU TRAFIC ET MÉTHODES DE RÉGULATION DE LA CONGESTION DANS LES PAYS MEMBRES 107

4.1 Introduction 107
4.2 Vue d'ensemble de la congestion dans les pays sélectionnés 108
4.2.1 Australie 108
4.2.2 Canada 111
4.2.3 République Tchèque 113
4.2.4 France 113
4.2.5 Allemagne 115
4.2.6 Grèce 116
4.2.7 Japon 117
4.2.8 Pays-Bas 118
4.2.9 Nouvelle-Zélande 120
4.2.10 Fédération de Russie : Moscou 120
4.2.11 Espagne 121
4.2.12 Royaume Uni 123
4.2.13 États-Unis 124
4.3 Analyse des structures de régulation de la congestion 127
4.3.1 Australie 127
4.3.2 Canada 128
4.3.3 République Tchèque 129
4.3.4 France 129
4.3.5 Allemagne 130
4.3.6 Japon 131
4.3.7 Pays-Bas 132
4.3.8 Fédération de Russie : Moscou 133
4.3.9 Espagne 133
4.3.10 Royaume Uni 134
4.3.11 États-Unis 135

5. CADRES THÉORIQUES POUR L'ÉVALUATION DE LA CONGESTION ET SES IMPACTS 141

5.1 Approches traditionnelles à l'évaluation de la congestion 142
5.1.1 Identification des lieux de congestion 143
5.1.2 Identification d'éventuelles améliorations 144
5.1.3 Evaluation d'éventuelles mesures d'atténuation 144
5.1.4 Mise en œuvre des améliorations prioritaires 145
5.1.5 Développement et expansion de l'infrastructure 145

5.2 D'autres contributions économiques à l'évaluation de la congestion 146
5.2.1 L'approche "simplifiée" Coûts sociaux moyens/Coûts marginaux *147*
5.2.2 Niveaux de congestion économiquement "optimaux" *148*
5.3 Ecarts entre les approches traditionnelles, la théorie et la pratique 150
5.3.1 Défauts de base dans les approches opérationnelles et économiques *151*
5.3.2 Autres défauts des approches économiques simplifiées à l'évaluation de la congestion *154*
5.3.3 Implications des premiers cadres théoriques sur la congestion *156*
5.4 Amélioration des approches utilisées pour évaluer la congestion et ses impacts 157
5.4.1 Au-delà du ratio Vitesse-Flux : Un meilleure moyen d'appréhender les dynamiques spatiale et temporelle de la congestion *157*
5.4.2 Réseaux routiers urbains avec des routes de liaisons à flux discontinu/intersections à niveau *160*
5.4.3 La saisie de la valeur des temps de déplacement : Il est temps *160*
5.4.4 La fiabilité des temps de déplacements et sa valeur *165*
5.4.5 Quels autres types d'impacts sont à inclure dans le processus d'évaluation ? Les impacts indirects de la congestion *170*
5.5 Estimations totales des coûts de la congestion 183
5.5.1 Le calcul du "coût total" de la congestion *184*
5.5.2 Utilisation des coûts relatifs de congestion *185*

6. PRINCIPES STRATÉGIQUES DE RÉGULATION DE LA CONGESTION 191

6.1 Planification stratégique, stratégies et politique de régulation de la congestion 191
6.2 Cadre stratégique pour la régulation de la congestion 192
6.3 Planification stratégique et régulation de la congestion 193
6.4 Principes stratégiques de politique de régulation de la congestion 195
6.5 Pas de régulation de la congestion sans gestion de la demande 198

7. PLANIFICATION DU TRAFIC INTEGRÉ 201

7.1 Planification du trafic intégré 201
7.2 Aborder les facteurs fondamentaux de la congestion : Mesures associant l'occupation des sols à la croissance et au développement du trafic 202

8. AMÉLIORATION DE LA FIABILITÉ DU RENDEMENT DU SYSTÈME ROUTIER URBAIN 207

8.1 Gestion des incidents 209
8.2 Gestion des travaux de voirie 211
8.3 Gestion du fret urbain Mieux gérer la distribution des marchandises dans les zones urbaines 213

9. GARANTIR LES AVANTAGES DE LA CAPACITÉ DISPONIBLE CONTRÔLE D'ACCÈS, GESTION DU STATIONNEMENT, PÉAGE ET TARIFICATION DE LA CONGESTION 221

9.1 Introduction 221
9.2 Politiques de gestion de la demande 223
9.3 Gestion et limitation de l'accès 224
9.3.1 Limitation de l'accès à des zones déterminées (par exemple le centre ville) 224
9.3.2 Limitation de l'accès à des liaisons routières spécifiques (par exemple régulation des rampes d'accès) 228
9.4 Gestion et contrôle du stationnement 230
9.5 Péage routier/tarification de la congestion 239
9.5.1 Aspects économiques 240
9.5.2 Aspects opérationnels 242
9.5.3 Tarification des axes routiers 244
9.5.4 Tarification de zone/au cordon 245
9.5.5 Évaluation variable de la congestion 250
9.6 Quelle stratégie de gestion de la demande choisir ? Gestion de l'accès, du stationnement ou péage/tarification de la congestion ? 251

10. LES MESURES DE RÉGULATION DE LA CONGESTION QUI LIBÈRENT OU FOURNISSENT DES CAPACITÉS SUPPLÉMENTAIRES 259

10.1 Gestion opérationnelle du trafic 259
10.1.1 L'amélioration des opérations : le cadre des STI 259
10.1.2 Informations sur la circulation routière 260
10.1.3 Conseils aux voyageurs routiers avant leur départ 262
10.1.4 Coordination de la signalisation 263
10.1.5 Régulation dynamique de vitesse 264
10.1.6 Centres d'exploitation (TMC) et de Contrôle (TCC) de la Circulation 267
10.2 La promotion des transports publics 269
10.2.1 Le développement des Services de transports publics 271
10.2.2 Les structures tarifaires dans les transports publics 271
10.2.3 Les améliorations opérationnelles dans les transports publics 272
10.2.4 Autres actions en faveur des transports publics 272
10.2.5 Les informations émises par les transports publics 273
10.2.6 La priorité aux véhicules des transports en commun 274

10.3 La promotion de la gestion de la mobilité 275
10.3.1 Le covoiturage 275
10.3.2 Les modes de circulation douces 276
10.3.3 La gestion de la mobilité en entreprise 278
10.3.4 La dématérialisation des transports 279
10.3.5 Le changement de comportement en termes de mobilité 279
10.4 Les modifications aux infrastructures existantes 281
10.4.1 La réaffectation de l'espace routier 281
10.4.2 Modifications à la chaussée et à la conception géométrique 282
10.4.3 Les systèmes à inversion de voies 282
10.4.4 Les rues à sens unique 284
10.4.5 Intersections 284
10.5 La construction de nouvelles infrastructures 284
10.5.1 L'agrandissement des chaussées 285
10.5.2 La construction de voies pour véhicules à coefficient élevé de remplissage (VCER) 285
10.5.3 La Construction de voies de péage pour des véhicules à coefficient élevé de remplissage VCER (High Occupancy Toll or HOT) 285
10.5.4 La Construction de Parkings 287
10.6 Les packages de mesures 287

11. STRATÉGIES DE RÉPONSE A LA CONGESTION : MISE EN ROUTE DU PROCESSUS DE DÉCISION 293

11.1.1 Dispositions institutionnelles et responsabilité globale 293
11.1.2 Aspects dynamiques des relations entre le transport et l'occupation des sols 293
11.1.3 Coordination des mesures concernant la route et les transports en commun 294
11.1.4 Perception de recettes, financement de projets et aspects fiscaux 294
11.1.5 Consultation de la collectivité et participation des parties prenantes 294
11.1.6 Prise de risque politique 294
11.2 Eléments communs des processus décisionnels 295
11.2.1 Intégration et coordination des responsabilités en matière de régulation de la congestion 295
11.2.2 Intégration des stratégies de régulation de la congestion dans une politique plus vaste en matière de transport 296
11.3 Méthodes décisionnelles et contexte 296
11.3.1 Cadres institutionnels 298
11.3.2 Participation des parties prenantes 299
11.3.3 Consultation de la collectivité 301

11.4 Parvenir à des points de vue partagés parmi les protagonistes sur les objectifs et les problèmes 302
11.5 En ce qui concerne le domaine d'application 303
11.5.1 Zone d'étude *304*
11.5.2 Élargissement du domaine d'application des réponses "traditionnelles" apportées à la régulation de la congestion *305*
11.5.3 Horizon temps : court terme contre long terme ? *305*
11.6 Comment les conditions institutionnelles d'encadrement influenceront-elles stratégies et solutions ? 306
11.6.1 Distorsion introduite par les institutions *306*
11.6.2 Aborder le contexte fiscal *308*
11.6.3 Mise en application *308*
11.6.4 Implication du secteur privé *309*
11.7 Priorités 309

RÉFÉRENCES **313**

RÉSUMÉ SOMMAIRE ET CONSIDÉRATIONS EN MATIÈRE DE POLITIQUE A MENER

Ce résumé expose les conclusions et recommandations du groupe de travail du Centre de recherche sur les transports de l'OCDE/ECMT sur la façon de combattre la congestion du trafic dans les grandes agglomérations. Le rapport cible les personnes chargées de préparer les politiques à mener en matière de régulation de la congestion et également les responsables de l'amélioration des opérations de régulation de la congestion. Son objectif est de mieux faire comprendre le phénomène de congestion et d'aider à associer cette compréhension aux conditions locales.

Dire que les encombrements de la circulation sont présents à l'esprit des responsables urbains est une litote. Une revue rapide des déclarations de politique à mener de la part des villes de l'OCDE/ECMT met en valeur l'importance de la congestion aux yeux du public, des élus et des services administratifs chargés de la voirie et des transports dans de nombreuses zones urbaines. Toutefois, il existe peu de consensus parmi les pays membres de l'OCDE/ECMT sur les types de politiques les mieux adaptées pour s'attaquer à la congestion des villes. Si l'on creuse un peu plus, on trouve que le consensus est peut-être encore moins important sur ce qu'est précisément la congestion, si cela est ou n'est pas un problème "résoluble", et, dans certains endroits et certains cas, si c'est un problème tout court !

Confronté à cette divergence de vues sur des méthodes et des politiques de traitement des encombrements, quel conseil peut-on donner aux responsables qui cherchent à assurer les meilleurs résultats possibles en politique de transport ?

La congestion revêt de nombreux aspects, se produit dans de nombreux contextes différents et est provoquée par de nombreux processus différents. En raison de cela, il n'existe pas une façon meilleure qu'une autre de gérer la congestion, et le rapport n'a par conséquent aucun caractère prescriptif en ce qui concerne les mesures spécifiques de régulation de la congestion. Cependant, les politiques de régulation de la congestion devraient prendre en compte de nombreux éléments pour atteindre les objectifs qu'elles se sont fixés.

Le rapport cherche à aider le lecteur à trouver ses propres réponses à une série de questions fondamentalement importantes[1] en matière de congestion.

- Qu'est-ce qu'une congestion, comment la mesurer et comment s'aggrave-t-elle ?
- Que doivent savoir les responsables sur les causes de la congestion ?
- Quels sont les coûts et les impacts de la congestion et les mesurons-nous correctement ?
- Que pouvons-nous faire pour améliorer la régulation de la congestion ?
- Comment pouvons-nous nous attaquer à la congestion plus efficacement que par le passé ?
- Des accords institutionnels encourageent-ils ou découragent-ils des réponses appropriées à la congestion ?

Les pages suivantes abordent chacune de ces questions les unes après les autres.

Qu'est-ce-que la congestion[2] ?

Il n'existe pas de définition unique et admise au sens large, d'un encombrement de la congestion. L'une des principales raisons de ce manque de consensus est que la congestion est à la fois :

- Un phénomène *physique* relatif à la manière dont certains véhicules s'empêchent mutuellement d'avancer lorsque la demande d'espace routier limité approche de sa pleine capacité.

- Un phénomène *relatif* concernant les attentes des usagers *vis-à-vis* du rendement du système routier.

Les deux perspectives d'exploitation et d'usagers sont importantes pour comprendre la congestion et ses impacts. Ce rapport ne cherche pas à sélectionner une méthode de définition de la congestion plutôt que l'autre : il est clair que toutes les deux sont utiles pour chercher à développer des stratégies de régulation de la congestion. Dans l'idéal, les politiques en matière de transport urbain devraient être développées sur la base selon laquelle la congestion est liée à la fois :

- Au comportement du trafic sur la route lorsqu'elle approche la capacité physique de cette dernière.

- A la différence entre les attentes des usagers de la roue en matière de rendement du système et la façon dont le système fonctionne réellement.

La congestion du trafic urbain doit être comprise dans le contexte plus grand de la dynamique des villes et des avantages des agglomérations. La congestion du trafic dans les zones urbaines est souvent le résultat de politiques économiques urbaines réussies en matière de développement, emploi, logement et culture, qui incitent les gens à vivre et à travailler relativement près les uns des autres et attirent des sociétés pour profiter des gains de productivité qui en dérivent. Il existe de nombreuses indications selon lesquelles, même s'ils ne sont peut-être pas enthousiasmés par cette perspective, les usagers des routes urbaines sont préparés à vivre avec des routes encombrées dans la mesure où ils tirent d'autres avantages du fait qu'ils vivent et travaillent dans leurs villes.

La congestion nous empêche de nous déplacer librement et ralentit ou d'une autre manière perturbe la conduite des affaires dans les zones urbaines. Cependant, il est important de noter qu'un mouvement non entravé n'est pas le premier avantage que nous tirons à vivre dans des zones urbaines. Les villes permettent d'accéder à un grand choix d'activités, de personnes, de services, de marchandises, de marchés, d'opportunités, d'idées et de réseaux. Ces avantages peuvent être fournis soit par la vitesse soit par une plus grande proximité. La congestion peut avoir un impact sur la vitesse de déplacement mais dans certains cas, comme les noyaux urbains à forte densité, elle peut à la fois être prévue et, dans une certaine mesure, acceptée. Dans de tels cas, des villes en sont venues à accepter un certain degré de congestion et continuent à s'en satisfaire relativement bien dans la mesure où l'accessibilité globale est élevée.

Dans ce contexte, il est difficile de voir comment la congestion peut ou devrait être éradiquée dans des zones urbaines économiquement florissantes, rien n'indique non plus que les usagers des voies urbaines s'attendent à se déplacer sans aucune congestion aux heures de pointe. Cela ne signifie pas que les villes ne devraient pas aborder avec anticipation et énergie l'augmentation de la congestion – elles le devraient, en particulier lorsque la congestion peut être liée à des embouteillages spécifiques et que des mesures économiquement avantageuses sont envisageables. Cependant, à long terme, ce qui importe le plus pour

la politique à mener est la façon dont la congestion peut être gérée de telle sorte que les avantages liés à l'agglomération ne soient pas compromis de manière inacceptable par les impacts négatifs de la congestion.

La question n'est pas de savoir comment des directives devraient *éradiquer* la congestion mais plutôt comment les autorités peuvent éviter au mieux une congestion *excessive*, car c'est vraiment ce qui est au cœur de la politique de régulation de la congestion.

A quel moment la congestion devient-elle excessive ?

Deux réponses à cette question sont possibles.

La première est de dire que la congestion est excessive lorsque les gens disent que c'est le cas… mais cela ne prend pas en compte ce qu'il en coûterait pour ramener la congestion à des niveaux tolérables. Cela peut tenir au fait que le coût de réduction de la congestion à de tels niveaux peut être beaucoup plus élevé que les coûts imposés par la congestion elle-même.

Une meilleure façon de définir une congestion excessive est la suivante : *lorsque les coûts marginaux de la congestion dépassent pour la société les avantages marginaux retirés par celle-ci des efforts réalisés pour réduire la congestion (comme d'ajouter des routes ou d'autres infrastructures de transport[3]), la congestion est excessive et les mesures prises pour mieux la gérer sont justifiées.*[4]

Comment mesurer la congestion ?

L'évaluation de la congestion est une étape nécessaire pour obtenir de meilleurs résultats de congestion. Cependant, la congestion ne devrait pas être décrite à l'aide d'une seule mesure à des fins politiques. Une telle méthode est certaine de masquer soit ses aspects quantitatifs soit ses aspects relatifs et qualitatifs. Ces deux aspects ne peuvent pas être dissociés et l'avancement de la régulation de la congestion devrait reposer sur des jeux d'indicateurs capables de saisir ces deux aspects.

De bons indicateurs peuvent reposer sur un vaste réseau de détecteurs de voies routières, toutefois de simples indicateurs reposant sur une surveillance moins élaborée peuvent guider la politique de manière adéquate. L'important est de sélectionner des mesures appropriées à la fois aux gestionnaires de la route (par exemple la vitesse et le débit, la longueur de file et sa durée, etc.) et aux usagers de la route (par exemple la prévisibilité des temps de déplacement, la fiabilité du système, etc.).

Les indicateurs devraient être neutres du fait qu'ils ne contiennent aucun objectif implicite de la politique à mener. Dans ce contexte, *l'utilisation de vitesses de circulation fluide ne devrait pas servir de point de référence* ***direct*** *pour mesurer les résultats de la politique en matière de congestion puisqu'une telle méthode suggère implicitement que des politiques efficaces permettent des vitesses de circulation fluide – objectif inabordable pour la circulation aux heures de pointe dans la plupart des villes de l'OCDE/ECMT*. Les vitesses de circulation fluide pourraient servir de point de référence pour le rendement du système technique mais une meilleure alternative pourrait consister à utiliser des vitesses moyennes ou à utiliser un autre point de référence ou un jeu de valeurs de référence comme le pourcentage de vitesse légale maximum ou différentes fourchettes de vitesses.

La congestion a un impact à la fois sur la vitesse de déplacement et sur la *fiabilité* des conditions de déplacement. C'est cette dernière qui peut être du plus grand intérêt pour des individus et des entreprises. De cette façon, les politiques de régulation de la congestion devraient suivre les indicateurs de fiabilité

de déplacement. Ceux-ci peuvent prendre en compte la fluctuation dans les temps de déplacement ou, autrement, communiquer les délais tampons que les usagers de la route doivent inclure dans leurs plans de déplacement pour faire leurs trajets "à temps". Dans la mesure où ces indicateurs de fiabilité permettent de comprendre la qualité des conditions de déplacement, ils sont importants pour les responsables cherchant à examiner les aspects qualitatifs de la congestion.

Autre tâche également importante, mais plus difficile à mesurer : identifier qui est pénalisé par la congestion. Dans des villes où les citoyens ont à leur disposition (et utilisent) des transports en commun de qualité, la congestion *routière* ne pourrait pas concerner un pourcentage de voyageurs aussi élevé que dans des villes ne disposant que d'alternatives de qualité médiocre à l'utilisation de la voiture. La congestion peut également avoir des impacts indirects non pris en compte par des appréciations reposant "sur route" (par exemple des stocks de plus en plus importants détenus par des entreprises manufacturières et des commerces de détail en réponse à un manque de fiabilité de plus en plus grand des conditions de déplacement). De même, de nombreuses personnes n'utilisant pas la route subissent également les effets négatifs de la congestion. Le développement d'un cadre commun pour mesurer les effets indirects de la congestion, l'exposition des voyageurs urbains à la congestion *d'un mode à l'autre* et l'inclusion des effets de la congestion sur les personnes qui n'utilisent pas la route reste un défi important.

La congestion s'aggrave-t-elle ?

La congestion augmente dans de nombreuses zones urbaines à travers les régions de l'OCDE/ECMT (et ailleurs) et dans des endroits où les populations et l'économie urbaine augmentent, il est probable qu'elle continuera à augmenter. Toutefois, il n'est pas manifeste que la congestion augmente aussi rapidement dans toutes les zones de ces pays, ni que l'augmentation du trafic a suivi les mêmes schémas et a été causée par les mêmes phénomènes. Dans de nombreux cas, la congestion a augmenté au fur et à mesure de la croissance des villes et de l'expansion de l'activité économique. Certaines villes se sont développées en attirant d'avantage de personnes et d'activités, elles ont produit plus de richesses et, en conséquence, leurs voies routières sont devenues plus encombrées. La congestion a augmenté en valeur absolue dans de nombreuses zones mais dans certains cas, elle n'a pas *nécessairement* augmenté en valeur relative selon les mesures effectuées par unité de rendement économique ou par tête. Ceci peut expliquer en partie pourquoi certains pays considèrent la congestion urbaine et sa progression comme un sujet influençant la croissance et la productivité de la ville et par conséquent d'importance nationale cruciale alors que d'autres considèrent la congestion urbaine comme un "problème", qui à un certain degré s'autorégule, en particulier dans les cas où des alternatives de déplacement sont disponibles et lorsque le rendement du système est fiable.

Dans certains cas, les statistiques nationales indiquent clairement une croissance importante de la congestion mesurée par une dégradation des vitesses moyennes de déplacement aux heures de pointe (dans de nombreuses zones des États-Unis). Cependant dans d'autres zones les vitesses moyennes sont restées constantes ou ont même augmenté (comme en France). Ce qui est clair, c'est que dans de nombreux cas, la congestion urbaine s'est étendue dans le sens où la période de la journée pendant laquelle les routes sont encombrées s'est allongée – "l'étalement de la période de pointe" est un phénomène courant dans de nombreuses villes – et dans l'extension géographique de la congestion à l'intérieur des zones urbaines. De même, plusieurs zones urbaines, mais certainement pas toutes, semblent avoir connu des conditions de déplacement dégradées du fait de la diminution de la prévisibilité et de la fiabilité des temps de déplacement.

D'une certaine façon, l'augmentation relative de la congestion peut aussi avoir été considérée comme une conséquence "naturelle" de la nature "inconsistante" des infrastructures offertes. Une nouvelle capacité routière ne peut être fournie que par des augmentations importantes entraînant une situation dans laquelle

la nouvelle infrastructure est fréquemment sous-employée à court terme, bien employée à moyen terme et sur-employée à long terme. La nouvelle infrastructure mise en place des années 50 aux années 80 est maintenant souvent saturée par le trafic et les possibilités d'extension sur une plus grande échelle sont souvent sérieusement limitées par la rareté du terrain urbain disponible et par son prix. Dans certaines zones où subsistent des opportunités d'extension ou sinon, la possibilité de compléter une infrastructure routière régionale insuffisante, comme dans le cas de la région du grand Tokyo ou à Moscou, on peut s'attendre à un schéma de décongestion similaire, suivi par une croissance et une saturation du trafic – en l'absence de toute politique de gestion anticipée du trafic.

Que doivent savoir les responsables sur les causes de la congestion ?

Les causes immédiates de congestion sont nombreuses (par exemple un trop grand nombre de véhicules pour une certaine forme de route ou une capacité d'intersection, des changements dynamiques de la capacité de la voie routière provoqués par un changement de voie et le comportement des voitures, etc.) et sont invariablement liées à d'autres facteurs indirects (schémas d'utilisation du sol, caractéristiques d'emploi, niveaux de revenus, tendance à la possession d'une voiture, investissement d'infrastructure, dynamique économique régionale, etc.).

Cependant, d'une manière générale, nous pouvons identifier deux grandes catégories principales de facteurs déterminants, les facteurs de *micro-niveau* (par exemple ceux qui concernent le trafic "sur la route") et les facteurs de *macro-niveau* qui concernent l'ensemble de la demande d'utilisation de la route. Dans ce contexte, la congestion est "déclenchée" au niveau "micro" (par exemple sur la route) et "conduite" au niveau "macro" par des facteurs qui contribuent à l'incidence de la congestion et de sa gravité. Ceci a une implication importante pour la politique à mener puisque, alors que la congestion a lieu sur les routes, ce n'est pas seulement, ni nécessairement, un problème de technique de circulation.

En général on qualifie la congestion de récurrente ou de non récurrente.

La congestion récurrente est en général la conséquence de facteurs agissant régulièrement ou périodiquement sur le système de transport, comme des déplacements domicile-travail journalières ou de fin de semaine. Cependant, même une congestion récurrente peut présenter un caractère très aléatoire, notamment dans sa durée et sa gravité.

Ce qui ressort également clairement d'une analyse des causes de la congestion "récurrente", à travers différents types de réseaux routiers, est l'extrême vulnérabilité de la circulation aux interruptions soudaines, au fur et à mesure que la demande approche de la capacité technique maximum de débit sur une liaison ou dans le réseau. Lorsque les routes sont exploitées à leur capacité maximum ou presque, de petits changements de la capacité disponible dus à des facteurs tels que des différentiels de vitesses entre véhicules, des changements de voies et des cycles d'accélération et de décélération peuvent déclencher le passage soudain d'une circulation fluide à une circulation discontinue. De même, des intersections saturées peuvent provoquer rapidement des files d'attente dont la propagation en amont peut envahir les routes et les intersections locales.

Une congestion non récurrente résulte d'événements inattendus, non planifiés ou de grands événements (par exemple des travaux de voirie, des accidents, des évènements spéciaux, etc.) qui affectent certaines parties du système de transport de façon plus ou moins aléatoire et qui, de ce fait, ne peuvent être prévus facilement. La part de congestion non récurrente varie d'un réseau routier à l'autre et est liée à la présence et à l'efficacité des stratégies de réaction aux incidents, à la programmation des travaux de voirie et aux conditions atmosphériques dominantes (neige, pluie, brouillard, etc.)

Alors que la plupart des *incidents* non récurrents ont le même impact négatif sur le rendement des voies routières, tous les incidents ne sont pas purement aléatoires et ne sont pas non plus difficiles à prévoir. Alors que la plupart des accidents sont imprévisibles de par leur nature même, des sections de la voie ayant tendance à provoquer des accidents peuvent être identifiées par une analyse statistique et l'application de traitements géométriques spécifiques ou autres traitements de sécurité.

De même, les *travaux de voirie* peuvent être gérés de manière à minimiser leurs impacts sur le trafic (par exemple en effectuant les travaux de voirie les plus importants la nuit). Même le temps, bien qu'impossible à changer, peut être mieux géré sur les routes avec une gestion active de la vitesse et peut être mieux anticipé avec des plans d'intervention capables de diminuer son impact sur le trafic.

D'autre part, les mécanismes spécifiques relatifs au déclenchement de congestion sont différents selon les diverses catégories de voies routières. La congestion sur des équipements de débit continu comme les autoroutes ne se produit pas de la même façon ni pour les mêmes causes immédiates que la congestion survenant sur des équipements de trafic discontinu comme ceux que l'on trouve dans les noyaux urbains à forte densité.

Une relation clé à garder à l'esprit pour les responsables est la relation entre la libération de la capacité existante ou la mise en place d'une nouvelle capacité – et la demande ultérieure d'utilisation de cette capacité récemment disponible. Cette relation est prise en compte dans *l'élasticité-prix du déplacement* et a un impact sur la façon dont une capacité récemment disponible est atteinte. Il est notamment largement démontré qu'une capacité récemment disponible attire de nouveaux déplacements *sur la voie routière en question*. Ce n'est pas nécessairement une mauvaise chose puisque les voyageurs peuvent entreprendre des déplacements que sinon ils ne pourraient pas faire sur ces itinéraires ou à ces heures. Ce qui importe toutefois, d'un point de vue de la politique à mener, c'est la demande de déplacement probablement *ex-post* et non pas le niveau de demande existant. *L'impact du trafic induit et/ou dévié ne devrait pas être sous-estimé – non seulement pour des projets de construction de routes mais aussi pour des politiques dont le résultat pratique est de libérer de la capacité.*

Enfin, des politiques de gestion efficaces de congestion devraient chercher à comprendre la nature de la demande de déplacement dans des conditions de congestion. Alors que les déplacements domicile-travail sont le facteur clé en jeu, il est important de ne pas négliger d'autres types de déplacements aux heures de pointe, dont les trajets d'école, les voyages d'agrément et les transports de fret qui contribuent souvent de manière importante au trafic en périodes de pointe.

Quels sont les impacts de la congestion et les mesurons-nous correctement ?

Impacts de la congestion

La congestion implique des files d'attente, des vitesses réduites et des temps de déplacement accrus, ce qui impose des coûts sur l'économie et génère de multiples impacts sur des régions urbaines et leurs habitants. La congestion a également une série d'impacts indirects comprenant des impacts marginaux environnementaux et de ressources de la congestion, des impacts sur la qualité de vie, le stress, la sécurité ainsi que des impacts sur des usagers de la voirie sans véhicule, tels que les utilisateurs des trottoirs et des propriétés en bordure des routes. Les responsables devraient s'assurer que les évaluations coût-avantage ou d'autres méthodologies d'évaluation de la politique à mener comprennent une analyse de ces impacts et prennent en compte de plus vastes considérations comme le type de ville souhaité par les habitants.

Cadres conceptuels utilisés pour analyser la congestion et ses impacts

On dispose rarement d'un cadre conceptuel homogène pour aborder le problème de la congestion et évaluer les politiques de régulation de la congestion parmi la variété et la gamme des acteurs impliqués. Il existe également une véritable tension entre les différents modèles conceptuels sous-jacents aux calculs des coûts et des impacts de la congestion susceptibles d'influencer à leur tour les méthodes de régulation de la congestion. Des modèles économiques et physiques peuvent avoir un impact important sur les résultats de la congestion dans la mesure où ils mènent à la formulation d'objectifs de régulation de la congestion tout à fait différents.

D'une manière générale, ***les méthodes traditionnelles*** utilisées par les services de la voirie se sont concentrées sur la gestion des systèmes routiers dans des zones urbaines en optimisant la capacité de l'infrastructure existante afin de traiter la demande de trafic actuelle et future. Ces méthodes *basées sur le débit* cherchent à optimiser l'usage physique de la capacité routière disponible tout en prenant en compte d'autres objectifs de gestion de la route comme la sécurité. Les routes sont estimées à une capacité donnée, exprimée en débit, densité ou, pour synthétiser en "niveaux de service". Obtenir de plus hauts débits, de plus fortes densités et des niveaux de service plus élevés tout en se conformant à la capacité nominale de la voie routière a toujours été considéré comme des "améliorations" de rendement. De même, des réseaux urbains ont été exploités dans le but d'atteindre des capacités de délestage maximum des intersections pendant les heures de pointe.

De telles méthodes d'exploitation conviennent bien à l'identification des endroits où se produisent des embouteillages. Leur objectif est de minimiser les retards dus au trafic et les impacts personnels, professionnels et de ressources associés, y compris les pertes de temps productif et personnel, le carburant perdu et la pollution de l'air. Elles permettent aux services administratifs de mettre en évidence les endroits où une mesure peut être nécessaire pour réagir aux retards réels subis régulièrement par les usagers. Cependant, les méthodes qui cherchent à optimiser le débit de véhicules le long des axes principaux entraînent d'une façon inhérente le trafic dans des zones instables et augmentent le risque de congestion récurrente et imprévisible.

D'autres contributions économiques à l'évaluation de la congestion et de ses impacts ont conduit à des méthodes alternatives qui cherchent à définir un niveau "optimal" de trafic pour une voie routière, une intersection, un réseau etc. donnés et considèrent les coûts de la congestion comme les coûts supportés lorsque les niveaux de trafic dépassent cet optimum. Ils tiennent compte notamment des coûts imposés par chaque usager supplémentaire de la route à d'autres usagers ainsi qu'à la société dans son ensemble. ***Les méthodes de congestion optimale*** étudient aussi bien la demande que l'offre d'espace routier et cherchent un équilibre "optimal" entre les deux. Des niveaux de congestion économiquement optimaux tiennent compte non seulement du coût de l'équipement routier mais également de ce que les gens sont prêts à payer pour utiliser la route. Des niveaux de trafic économiquement "optimaux" n'impliquent pas seulement un certain degré de congestion – selon le sens donné habituellement à ce terme par les usagers et les gestionnaires de la route – mais ce niveau de trafic "optimal" peut varier en fonction des niveaux de demande et d'autres circonstances, c'est-à-dire qu'il n'est pas lié uniquement à la capacité de l'infrastructure concernée.

Un autre avantage de l'utilisation d'un cadre économique pour décrire et analyser la congestion est que ces méthodes permettent aux politiques menées de tenir compte de l'hétérogénéité des usagers de la route et notamment de la variabilité de la valeur du temps selon les usagers. Des méthodes économiques bien structurées peuvent également et devraient indiquer aux responsables à quel moment il est judicieux d'investir dans certaines formes de mesures de décongestion, y compris la mise en place d'une nouvelle infrastructure.

Il existe des différences entre les résultats provenant des cadres conceptuels utilisés de manière traditionnelle et l'utilisation de méthodes optimales de congestion. Il existe aussi des fossés entre la théorie et la pratique pour déterminer les niveaux "optimum" de trafic dont les responsables devraient être conscients lorsqu'ils évaluent les différents modèles conceptuels utilisés pour décrire la congestion et prescrire des mesures de politique à mener en matière de congestion. Par exemple, des méthodes économiques simplifiées reposant sur les relations vitesse-débit saisissent de manière inappropriée la façon dont la formation et l'écoulement des files d'attente influent sur les usagers de la route. De même, elles ne sont pas nécessairement bien adaptées à la description du comportement de congestion sur des réseaux routiers denses où les temps de dégagement des intersections (et non le rendement des liaisons) sont des variables clés. Il existe d'autres méthodes, comme les modèles basés sur les embouteillages, qui saisissent mieux les impacts de la congestion dans l'espace et dans le temps.

Un autre fossé existe entre la conception de nombreuses politiques en matière de régulation de la congestion et les problèmes des usagers de la route relatifs à *la fiabilité et à la prévisibilité* des temps de déplacement et non seulement leur durée moyenne. Des temps de déplacement peu fiables imposent des coûts réels aux usagers de la route individuels et peuvent avoir des impacts importants en aval sur la productivité (par exemple dans le cas de stocks de plus en plus importants détenus par des entreprises en réponse à des conditions de déplacement peu fiables). Ces impacts et ces coûts ne devraient pas être ignorés lors de la formulation des réponses en matière de politique de congestion.

Coûts totaux de la congestion

De nombreuses stratégies de réponses à la congestion ont été motivées par des estimations de coûts globaux de la congestion inopportuns, erronés ou trompeurs.

Les calculs de coût de la congestion ont souvent incorporé des hypothèses irréalistes relatives à des conditions de déplacement de référence. Souvent, de telles évaluations ont cherché à déterminer un "coût total de congestion" en affectant une valeur à la différence entre vitesses de déplacement fluide et les vitesses réellement pratiquées sur le réseau routier – différence qui a été successivement étiquetée temps "perdu" ou "retard" de déplacement. Cependant, pour connaitre ces pertes de temps, il faut disposer d'une situation de référence dans laquelle le même nombre de voyageurs effectuant les mêmes activités dans la même ville pourrait s'être déplacé sans aucun retard, même dans les périodes de pointe, c'est-à-dire qu'ils doivent avoir eu le même temps additionnel au début.

Il est clair que la plupart des villes dans les régions de l'OCDE/ECMT (et ailleurs) ne peuvent pas se permettre et ne souhaiteraient pas des types de réseaux de transport qui permettraient de se déplacer de manière fluide et sans encombrements à toute heure de la journée. En d'autres termes, des usagers n'ont jamais eu le temps que ces évaluations supposent qu'ils ont "perdu". Les voies routières des plus grandes agglomérations ne sont jamais construites pour permettre des déplacements fluides à tout moment de la journée, y compris à certaines heures de pointe.

Ces analyses de "coût de congestion" sont également trompeuses lorsqu'elles ignorent le fait que la congestion est le résultat de l'encombrement des zones urbaines – lui-même l'heureux résultat d'autres politiques urbaines. En général, des villes vides ne sont pas considérées comme des villes performantes, c'est aussi le cas des routes vides. A cet égard, la congestion réduit l'ensemble des avantages potentiels de l'agglomération plutôt que d'entraîner seulement des pertes nettes.

Les impacts de la congestion ne sont pas abstraits – ils doivent être liés aux expériences et aux attentes des usagers de la route. Au lieu d'essayer de calculer le "coût global" de la congestion, d'un point de vue analytique, il

peut être plus rentable d'évaluer les changements relatifs de niveaux et de coûts de congestion. Si l'on compare les niveaux actuels avec les niveaux précédents (et futurs), il est possible d'évaluer dans quelle mesure la congestion réduit les avantages potentiels – par exemple dans l'ensemble de l'accessibilité aux équipements et services urbains. Lorsque les coûts augmentent, une question clé est de savoir si les coûts de limitation de la congestion sont susceptibles d'être inférieurs aux coûts actuels des niveaux actuels de congestion pour les usagers de la route et la ville en général ? Des analyses coûts-avantages sérieuses sont nécessaires pour garantir que les avantages des stratégies de régulation de la congestion dépassent leurs coûts.

Alors que les analyses coûts-avantages servent normalement à évaluer les plus grosses dépenses (par exemple de nouvelles routes ou autre infrastructure), des analyses coûts-avantages sérieuses ne sont pas toujours utilisées pour des interventions de moindre importance qui ont néanmoins un impact cumulé sur des niveaux de congestion. Celles-ci pourraient inclure les traitements d'embouteillages spécifiques ou de points noirs de congestion, des investissements dans des interventions hors-route (dégagement d'un accident, mesures de stationnement, règlementation du temps de travail) et en général des situations où l'analyse complète coûts-avantages est considérée comme trop lourde pour l'échelle d'intervention disponible ou dans lesquelles les impacts de la congestion ne sont pas pris en compte. Dans certains cas, des évaluations simplifiées basées sur le débit pour de petits projets ou de petites interventions peuvent être effectuées en même temps que des évaluations avantages-coûts plus complexes et plus solides pour des investissements essentiels et les résultats de ces procédés pourraient agir avec des objectifs contradictoires. Dans le cas de méthodologies d'évaluation simplifiée, il faut veiller à indiquer explicitement ce qui a été couvert par l'évaluation et ce qui a été oublié.

Que pouvons-nous faire pour améliorer la régulation de la congestion ?

L'éradication totale de la congestion routière n'est un objectif ni abordable ni réaliste dans les zones urbaines économiquement dynamiques. Cependant, on peut faire beaucoup pour réduire son apparition et pour diminuer ses impacts sur les usagers de la route dans les grandes villes – la congestion est un phénomène dont la gestion peut être meilleure et plus efficace. Gérer la congestion avec efficacité nécessite à la fois une stratégie holistique et intégrée qui va au-delà de l'incidence visible de la congestion "sur la route" et s'étend à la gestion de la région urbaine *au sens large*.

Alors qu'il existe de nombreuses mesures possibles pouvant être déployées pour "traiter" ou atténuer la congestion, *il n'y a aucune solution parfaite*. Les mesures d'atténuation de la congestion font partie du processus vaste et complexe d'utilisation du sol, d'aménagement urbain et de planification générale des transports, unique pour chaque région urbaine. En outre, la congestion routière n'affecte pas seulement les usagers de la route mais tous les citadins. La régulation de la congestion nécessite une stratégie intégrée à la hauteur de l'ampleur et de l'échelle du défi.

Ce rapport n'impose aucune mesure spécifique de régulation de la congestion puisque le bien-fondé et l'applicabilité de celles-ci dépendent largement du contexte local. Au lieu de cela, le rapport suggère trois principes stratégiques de régulation de la congestion qui devraient servir à guider les politiques dans ce domaine.

1. S'assurer que l'aménagement de l'espace, et les objectifs communautaires qu'il représente, est coordonné aux politiques de régulation de la congestion.

2. Donner des temps de déplacement prévisibles.

3. Les voies routières à très grande circulation doivent être gérées pour préserver un rendement approprié du système.

S'assurer que la planification de l'occupation des sols, et les objectifs communautaires qu'elle représente, est coordonnée aux politiques de régulation de la congestion

De nombreuses régions urbaines ont découvert que des politiques de transport et d'aménagement de l'espace étroitement coordonnées leur permettaient de gérer avec anticipation et avantageusement l'ampleur et la nature de la demande en déplacements urbains et de réduire ainsi l'incidence et la gravité de la congestion. Ces deux domaines sont très étroitement liés en réalité – l'occupation des sols donne lieu à des déplacements et l'interaction entre points de départ et destinations éloignés les uns des autres dans l'espace entraine des schémas de déplacements régionaux. Cependant, en pratique, de nombreuses régions ne parviennent pas à coordonner l'occupation des sols à long terme et la planification des transports.

L'expérience d'un certain nombre de pays et de régions, cependant, a montré que des politiques d'occupation des sols bien étudiées qui relient explicitement les attentes communautaires relatives au développement à long terme de la ville aux résultats des transports peuvent avoir un impact positif sur un certain nombre de résultats – y compris la régulation de la circulation et de la congestion.

Fournir des temps de déplacement prévisibles

La congestion impacte à la fois les vitesses moyennes de déplacement et la fiabilité du déplacement – et tout porte à croire que cette dernière peut être plus importante que les premières du fait que les gens peuvent prévoir un déplacement dont ils sont sûrs qu'il subira la congestion mais sont frustrés par des conditions de déplacement imprévisibles. Des temps de déplacement peu fiables et extrêmement variables peuvent imposer la plus grande "souffrance" aux usagers de la route – "souffrance" qui peut être soulagée rapidement par une augmentation de la fiabilité et de la prévisibilité des temps et des conditions de déplacement. Cette découverte a été appuyée par des études qui ont démontré que la valeur accordée par les usagers de la route à la fiabilité est dans de nombreux cas plus élevée que celles accordées au temps de déplacement.

Des mesures types incluent la planification et la coordination des travaux de voirie, une réponse rapide à des feux de signalisation défectueux et à des perturbations provoquées par des accidents et des débris. Du point de vue des responsables urbains, ces méthodes peuvent être très attractives du fait qu'elles peuvent offrir rapidement des avantages perceptibles aux usagers de la route pour un investissement relativement faible – surtout par rapport au coût d'une nouvelle infrastructure dont les impacts sur l'ensemble des temps de déplacement peuvent ou ne peuvent pas être perçus par les usagers de la route.

Gérer la congestion sur les routes à grande circulation

A l'heure actuelle, rien ne limite en général l'accès aux routes si ce n'est la congestion elle-même. En effet, la congestion est un puissant mécanisme de rationnement dont peu de gens seraient d'accord pour reconnaître l'efficacité. Comment pourrait-on incorporer dans les mesures de gestion des routes et des déplacements des indices de manque d'espace des voies routières autres que des vitesses de déplacement réduites et des conditions de circulation peu fiables ?

Le domaine des stratégies de régulation de la congestion potentielle est vaste mais la plupart des stratégies entrent dans l'une des deux catégories – celles qui offrent une nouvelle capacité ou qui libèrent directement/indirectement la capacité existante et celles qui plafonnent, limitent ou gèrent des niveaux de circulation sur la nouvelle capacité ou celle qui avait été libérée récemment.

Cette dernière catégorie de mesures comprend largement trois réponses différentes mais liées en matière de politique à mener.

- Gérer directement l'accès physique à la voie routière par des politiques ***d'accès***.
- Gérer indirectement l'accès au réseau routier et directement l'influence sur les déplacements routiers dans des zones particulières par des ***politiques de stationnement*** appropriées et/ou
- Gérer le niveau de circulation par des ***politiques de péage*** qui ciblent l'utilisation ou l'accès aux voies routières ou aux zones urbaines.

Gestion de l'accès

Les politiques d'accès cherchent à restreindre l'accès des véhicules à certaines zones (par exemple les centres historiques) ou à certaines liaisons (régulation aux rampes d'accès).

Dans le cas de restrictions d'accès selon la zone, la circulation peut être bloquée par l'utilisation d'arrêts et de barrières physiques dans le réseau routier urbain (par exemple par l'utilisation de rues à sens unique et de réseaux routiers structurés de manière à empêcher le trafic transitaire) ou par des systèmes d'interdiction ou d'autorisation du trafic transitaire. Ces derniers requièrent une mise en œuvre cohérente et une application claire et solide pour donner de bons résultats. Les zones de restriction du trafic devraient être reliées à un jeu de mesures complémentaires pour garantir qu'une seule mesure ne supporte pas tout le poids des efforts de réduction de la circulation – la mise en place de transports en commun de grande qualité, de contrôles de stationnement et de péages viennent à l'esprit comme compléments aux restrictions d'accès. Des restrictions d'accès peuvent être *de-facto*, comme dans le cas où l'espace routier est réaffecté aux transports en commun et/ou à l'espace public (par exemple Paris). La capacité réduite sert à décourager l'accès à ces liaisons ou à ces zones.

Une méthode de régulation aux rampes d'accès garantit que les usagers de la route déjà dans le système sont protégés, en partie, des retards qui seraient subis par tous les usagers de la route si tous les véhicules arrivant sur la rampe étaient autorisés à pénétrer dans le flux autoroutier. Elle garantit aussi que les nouveaux usagers se présentant eux-mêmes pour accéder au principal réseau routier, par des retards sur la rampe, supportent une plus grande part des coûts de retard impliqués dans leur accès à un système routier déjà encombré. Cependant, une attention particulière devrait être accordée aux impacts en amont et en aval susceptibles de se manifester au fur et à mesure que des files se constituent sur les rampes et que des volumes de circulation plus importants sont libérés en aval des liaisons à péage.

Gestion du stationnement

La gestion et le contrôle du stationnement sont un levier politique potentiellement très efficace mais relativement sous-employé. La gestion et le contrôle du stationnement sont importants parce qu'ils ont la possibilité de modifier la demande sur une base de zone large ; cependant, bien que facilement disponible pour l'administration, elle semble souvent sous-employée pour s'attaquer à la congestion du trafic.

Comme le péage et d'autres approches privilégient la demande, la gestion et le contrôle du stationnement peuvent aider à s'attaquer à la congestion en réduisant la demande de déplacement vers la zone entourée. En raison de la flexibilité politique et opérationnelle considérable disponible, le contrôle du stationnement peut aussi être ciblé de manière bien spécifique, dans le sens où il peut être appliqué en fonction du lieu et de l'heure.

Le contrôle du stationnement peut être très efficace pour restreindre la demande de trafic de destination mais toute capacité sur les routes qui est libérée (par exemple pour atteindre ou traverser des zones centrales) sera vraisemblablement remplie par le trafic attiré depuis d'autres routes par les conditions de déplacement améliorées. De même, le contrôle du stationnement ne sera pas d'une grande aide dans des circonstances où la demande courante est de déposer ou de prendre des passagers – par exemple des parents emmenant et ramenant des enfants de l'école. Pour toutes ces raisons, la gestion du stationnement en tant qu'outil de lutte contre la congestion du trafic doit être complétée par d'autres mesures (par exemple contrôle d'accès ou péage) pour garantir les résultats souhaités. Il est également important que des incitations et des mesures dissuasives claires existent pour assurer la mise en place efficace de politiques de stationnement.

En termes d'acceptabilité publique, le contrôle du stationnement pour s'attaquer à la congestion du trafic ne recevra vraisemblablement pas un appui universel. Le contrôle du stationnement sera vraisemblablement considéré comme une restriction des "droits" et privilèges actuels par certaines parties, comme les détenteurs de propriétés privées – et une menace pour la viabilité commerciale des entreprises dépendant habituellement du stationnement pratique pour les clients. Cependant, si les politiques de contrôle du stationnement cherchent à tarifer le stationnement ou à augmenter les prix de stationnement, des revenus potentiels seront disponibles pour réduire ensuite la congestion ou effectuer des améliorations de transports supplémentaires, comme dans les transports en commun.

Politiques de péage

Les politiques de péage, que ce soit des taxes au cordon comme celles mises en place à Singapour, Londres et expérimentées en Suède ou que ce soit un péage par liaison, comme celui mis en place sur certaines voies à péage urbaines ou routes à péage à usage mixte (par exemple HOT Lanes aux Etats-Unis) se sont avérées chaque fois être des mesures efficaces pour réduire la congestion et gérer le trafic. Alors que leur efficacité est difficile à mettre en doute, leur mise en place s'est avérée pour le moins difficile.

L'équité est un point très important à considérer. Même si les revenus des taxes sur la congestion sont redistribués aux usagers de la route sous la forme de taxes moins élevées sur le carburant par exemple, une taxe contre la congestion est de nature à profiter aux gens comme une mesure de la valeur qu'ils accordent au temps. Les usagers de la route en tant que groupe y gagneraient (le montant du gain de qualité de vie moins les coûts de recouvrement) mais certains gagneraient plus que d'autres.

Un autre problème est que le péage/la tarification de la congestion des problèmes similaires comme les politiques de contrôle d'accès sur la perte de "droits" à utiliser le système routier gratuitement. En fait, la tarification de la congestion institue un régime de péage d'accès similaire à celui appliqué à de nombreuses autres infrastructures à usage commun (par exemple les infrastructures fixes de télécommunications). L'expérience a montré que le niveau de soutien pour les péages et la tarification de la congestion dépend en général de l'usage des fonds collectés. Si les modalités de financement prévoient que les revenus collectés doivent être ajoutés aux revenus de taxation générale pour être affectés selon des procédés budgétaires, les schémas de tarification de la congestion routière sont en général dénoncés. Si les modalités de financement prévoient d'utiliser les fonds collectés pour l'amélioration des transports (par exemple améliorer les transports en commun ou les routes) l'expérience montre une augmentation considérable des niveaux de soutien.

Du côté positif, un autre avantage de la mise en place d'une tarification de la congestion est que les taxes et les revenus qui en résultent indiquent, d'après le marché, où et quand des investissements d'infrastructure doivent être pris en compte. Lorsque les revenus collectés peuvent être réacheminés vers les investissements de transport, la taxation de la congestion peut aider à fournir des fonds pour entreprendre des investissements de transport prioritaires (par exemple dans les transports en commun, l'infrastructure STI ou l'extension des routes).

Sur des équipements fortement embouteillés, l'infrastructure a le potentiel de s'autofinancer avec un coût de revient marginal. Avec des niveaux de congestion relativement bas, la tarification basée sur le coût social marginal reste optimale mais un tarif en deux parties (ou subvention publique) est nécessaire.

Il faudrait veiller à réduire des taxes qui prévalent autrement (par exemple les taxes sur le carburant et les véhicules) du montant qui devrait avoir été collecté – avant la mise en place de la tarification de la congestion – pour financer le développement et l'entretien de l'infrastructure. Si cela est fait, l'utilisation de revenus provenant de la tarification de la congestion pour financer le développement d'infrastructures est susceptible de renforcer l'idée que les charges de congestion ne sont pas une taxe générale ni une taxe supplémentaire. Cependant, les schémas de tarification de la congestion ne tenant pas compte des revenus signifient effectivement qu'aucun financement supplémentaire n'est disponible pour des mesures supplémentaires comme l'aide aux transports en commun ou même à la mise en œuvre et à l'exploitation du schéma de péage lui-même.

Dans le cas d'un péage basé sur la liaison, il existe un risque que les politiques de péage transfèrent les débits de trafic sur les routes gratuites et créent ainsi une nouvelle congestion dans d'autres zones. Il est important par conséquent de planifier des mesures complémentaires comme la modification de l'infrastructure routière, la gestion du trafic, la technologie de l'information ou les transports en commun et la promotion de la réduction de vitesse. Ces mesures parallèles peuvent rendre le péage plus acceptable et également plus juste aux yeux des gens qui ne peuvent pas se permettre de payer des taxes ou des péages et contribuer ainsi à obtenir l'accord du public et à s'en faire accepter.

Il est également essentiel de tenir compte des coûts associés à la collecte de la taxe – si ceux-ci sont élevés, ils peuvent réduire de manière importante les avantages potentiels tirés de la taxation de l'accès aux routes.

S'attaquer à la congestion excessive

Les trois méthodes exposées ci-dessus – gestion de l'accès, gestion du stationnement et politique de péage – sont des outils essentiels à la disposition des zones urbaines cherchant à mieux gérer la congestion et la croissance.

Ces trois méthodes de gestion de la demande, contrairement à de nombreuses autres politiques, peuvent avoir un impact très fort sur tous les niveaux de trafic sur les réseaux routiers urbains et devraient être considérées comme des compléments au grand nombre d'autres mesures qui ont été déployées traditionnellement pour lutter contre la congestion. Cependant, le niveau d'effort nécessaire pour gérer la demande si n'importe laquelle de ces politiques est mise en œuvre *seule* est susceptible d'être très élevé – suffisamment élevé pour réduire les chances de sa mise en œuvre.

Afin de réduire le poids de ces politiques de lutte contre la congestion excessive, les zones urbaines devraient considérer la mise en place d'un mélange de ces trois mesures liées à la demande – conjointement avec les mesures d'exploitation et d'infrastructure requises par le contexte local.

Comment pouvons-nous lutter contre la congestion plus efficacement que par le passé ?

Il existe de nombreuses stratégies capables de contribuer à l'amélioration des vitesses de déplacement, à l'augmentation de la fiabilité du système ou à l'atténuation des impacts de la congestion Le domaine des stratégies traditionnelles de régulation de la congestion peut être divisé en quatre grandes catégories : celles qui cherchent à améliorer les opérations de circulation, celles qui cherchent à réorienter le trafic urbain vers les transports en commun ou à réduire autrement la demande en déplacement sur les voies urbaines, celles qui cherchent à modifier l'infrastructure existante de manière à augmenter sa capacité et celles qui cherchent à fournir une nouvelle infrastructure. Dans la mesure où ces politiques réussissent, le résultat pratique sera d'augmenter la capacité disponible des routes (soit en libérant la capacité existante, soit en fournissant une nouvelle capacité). Cette capacité sera généralement atteinte rapidement dans les zones urbaines les plus dynamiques sauf si ces stratégies sont associées à des politiques de péage, de gestion du stationnement ou de l'accès. Ainsi, alors que toutes ces politiques sont importantes et peuvent permettre parfois des améliorations significatives des conditions de circulation urbaine, il semble que, seules, elles ne seront pas suffisantes pour offrir les réductions de congestion souhaitées à long terme.

Amélioration des opérations de trafic

Il y a beaucoup à gagner par une gestion anticipée des opérations de trafic. Le déploiement des systèmes d'information du trafic routier, de guidage avant départ, les systèmes de feux de signalisation coordonnés et la mise en place de politiques de gestion dynamiques de la vitesse et des incidents se sont souvent avérés être des moyens économiquement avantageux pour les autorités d'offrir de meilleures conditions de déplacement aux usagers urbains de la route, de permettre aux usagers de reprogrammer leurs déplacements en dehors des heures de pointe et/ou de choisir d'autres modes de déplacement. Ces stratégies permettent toutes aux gestionnaires de la voirie d'en savoir plus sur les routes, par exemple de permettre des débits plus importants qui pourraient être réalisés autrement – mais ne devraient pas être déployées avec l'idée d'amener le trafic à la limite de la capacité physique des voies routières puisque cela conduit nécessairement à de très grandes instabilités dans le débit du trafic et à des probabilités accrues d'interruptions soudaines. En fait, plusieurs de ces stratégies peuvent être utiles à la gestion du trafic de telle sorte que les débits sont maintenus en-dessous de ces zones de seuil instables.

Amélioration des transports en commun

Les transports en commun ont le potentiel pour transporter plus de passagers que les voitures particulières pour une quantité donnée d'espace routier (dans le cas de systèmes sur rue comme les bus et les tramways) ou sans consommer d'espace routier du tout (dans le cas de systèmes hors route comme les métros et les systèmes de chemin de fer terrestre). La promotion des transports en commun demeure une stratégie de régulation de la congestion fondamentalement importante parce que, lorsque les transports en commun bénéficient du soutien des autorités locales et lorsqu'ils offrent une qualité de service proche de celle à laquelle les conducteurs ont été habitués auparavant, ils contribuent à maintenir un haut niveau d'accès aux zones urbaines malgré une baisse de l'utilisation générale de la voiture.

Pour pouvoir réaliser le potentiel de diminution de la congestion représenté par les transports en commun, les voyageurs doivent sentir que l'étendue et la qualité du service fourni sont suffisantes pour qu'ils renoncent à utiliser leurs voitures pour certains déplacements – en particulier aux heures de pointe. De cette manière, les mesures prises pour encourager un décalage modal vers les transports en commun devraient porter sur les coûts réels supportés par l'usager, la facilité et le confort de déplacement offerts par les transports en commun ainsi que leur fiabilité, leur sécurité et leur sureté.

Il existe de nombreuses mesures capables d'améliorer l'attractivité et le rendement des systèmes de transport en commun (par exemple des services étendus, des structures tarifaires adaptées, des améliorations de fonctionnement, la communication d'informations sur les transports en commun etc.) ; mais ces mesures ont un prix et, seules, ne constitueront probablement pas une réponse suffisante à la régulation de la congestion. Des zones urbaines avec des niveaux élevés d'utilisation des transports en commun ont souvent également de hauts niveaux de trafic routier. Dans ce contexte, les transports en commun ne sont pas tant une mesure de réduction de la congestion qu'une façon d'offrir à certains endroits un meilleur niveau de service que celui que les usagers peuvent trouver sur le réseau routier. En outre, les services de transport en commun, même associés à des modes de transport alternatifs, ne pourront vraisemblablement pas offrir le niveau de service dont les automobilistes jouissent dans de nombreuses zones urbaines de plus faible densité ou dans des zones périphériques. Une autre considération est que certaines mesures de congestion routière, par exemple des péages, ne peuvent être prises que si la capacité de transport en commun est suffisante et à un niveau de service acceptable pour répondre aux besoins des voyageurs déplacés des routes.

Mise en œuvre de la gestion de la mobilité

Il existe de nombreuses stratégies de gestion de la mobilité qui peuvent, si elles réussissent, réduire l'utilisation de la voiture dans les zones urbaines. Celles-ci incluent le covoiturage, la promotion des déplacements à vélo et à pied ou le soutien des efforts de gestion de la mobilité ciblant les gros générateurs de déplacements comme les sociétés.

Modifier l'infrastructure existante

Il existe plusieurs méthodes pour extraire une capacité supplémentaire de l'infrastructure existante. Celles-ci incluent l'adjonction de voies, la réaffectation de l'espace routier, la modification d'intersections, la modification de la forme géométrique des routes ou la création de rues à sens unique. Ces méthodes peuvent favoriser soit les voitures soit les transports en commun; cependant la même objection concernant l'objectif global sous-jacent à ces méthodes existe que pour les politiques de gestion d'exploitation – ces interventions ne devraient pas chercher à porter les débits de trafic à la capacité maximum de la voie routière où la probabilité d'interruptions soudaines de trafic est plus grande. Aussi, alors que ces types de mesures conviennent parfaitement au traitement des embouteillages, il faudrait veiller à prendre en compte les impacts en aval de la libération d'un trafic plus important à travers des embouteillages auparavant limités. Enfin, plusieurs de ces types de mesures étant relativement petites, ce sont précisément le type de mesures applicables à une évaluation approximative coûts-avantages, le cas échéant, avec toutes les complications que cela entraîne pour des résultats durables de régulation de la congestion. Il faut veiller en particulier au moins à traiter les effets qu'aura le réseau sur le moyen et le long terme de ces traitements d'embouteillages.

Construction d'une nouvelle infrastructure

Il existe une tension réelle entre ceux qui prétendent qu'une nouvelle infrastructure n'est jamais une stratégie de réponse correcte à la congestion et ceux qui prétendent qu'une nouvelle infrastructure est la seule stratégie judicieuse de régulation de la congestion. La vérité se trouve quelque part entre les deux. La construction d'une nouvelle infrastructure routière est souvent freinée par un manque d'espace dans les noyaux urbains denses et est presque toujours une proposition onéreuse, même à la périphérie des zones urbaines. C'est pourquoi de nombreuses villes n'envisagent maintenant une extension d'infrastructure qu'en dernier ressort. L'efficacité de l'offre d'une nouvelle capacité routière comme "solution" de régulation de la congestion est souvent compromise par la nouvelle demande de trafic. Cependant, il existe des exemples dans lesquels la fourniture d'une nouvelle infrastructure est une politique non seulement appropriée mais également efficace, notamment lorsque la demande sur l'infrastructure existante est gérée activement comme dans le cas des routes à péage et des HOT lanes.

La décision d'investir dans la fourniture d'une nouvelle capacité routière (ou d'une capacité de stationnement dans le cas d'équipements de stationnement gérés ou autorisés par les pouvoirs publics) devrait être motivée par une analyse approfondie avantages-coûts qui concerne la large gamme d'impacts de la congestion détaillés précédemment. Ceux-ci devraient inclure des coûts tels que les coûts environnementaux globaux et locaux et les impacts sur ceux qui n'utilisent pas la route ainsi que les coûts et les avantages pour les voyageurs. Lorsque les avantages de fournir une nouvelle infrastructure dépassent les coûts liés au fait de ne pas la fournir, on dispose alors d'un argument en faveur d'une nouvelle construction. Cependant, lorsque l'analyse coûts-avantages est limitée en application (par exemple interne aux services de voirie) d'autres politiques moins coûteuses qui pourraient potentiellement offrir des avantages égaux ou supérieurs peuvent être omises, en particulier si ces dernières sont sous la responsabilité d'autres agences. De même, il peut y avoir de réelles distorsions (notamment des distorsions de financement) qui favorisent la nouvelle construction par rapport à des mesures de gestion d'exploitation ou de demande.

Des accords institutionnels encouragent-ils ou découragent-ils des réponses appropriées à la congestion ?

De nombreux gouvernements de régions urbaines sont confrontés à un impératif de réduction des impacts de la congestion – cependant il est clair qu'ils ne sont ni organisés ni préparés pour répondre à ce défi d'une manière efficace et durable. S'attaquer à la congestion requiert une méthode intégrée à plusieurs niveaux et par conséquent un cadre de planification et de prise de décision à plusieurs niveaux. Plus le problème de la congestion est complexe, plus les niveaux à incorporer dans cette méthode sont hauts. Et plus haut est le niveau, plus vaste est le champ de planification et de prise de décision et de processus de politiques dont ils font partie.

S'attaquer à la congestion nécessite un plan – un plan qui comprend les complexités du problème de la congestion, un plan qui aborde l'extension spatiale des schémas de déplacement de la région et un plan qui implique les acteurs institutionnels et privés concernés de toute la zone urbaine.

Le plan devrait reposer sur un processus transparent et agréé par les principaux acteurs. Des méthodes typiques pourraient inclure : des processus guidés par une vision, dans lesquels un consensus est formé autour d'une vision de l'avenir de la région urbaine et des politiques sont mises en œuvre pour faire de cette vision une réalité, des méthodes guidées par un plan dans lesquelles des objectifs et des problèmes spécifiques sont traités de manière analytique et un plan d'action est développé ou des méthodes guidées par un consensus impliquant une discussion interne et formant un consensus sur l'action parmi les partenaires dans la région urbaine.

Il n'existe pas une seule méthode qui soit la mieux adaptée pour s'attaquer à la congestion, mais ce qui semble clair est que lorsque le champ d'application de la prise de décision institutionnelle correspond bien au déplacement de la région vers la zone de travail, les méthodes guidées par une vision et/ou par un plan peuvent être mieux adaptées. Réciproquement, en cas de discordance entre le champ d'application de la portée de la juridiction, les pouvoirs et le financement et l'échelle géographique du problème – les méthodes basées sur un consensus peuvent être plus judicieuses. Les méthodes basées sur le consensus peuvent aussi être judicieuses lorsqu'il y a une discordance entre l'autorité qui prend la décision et la disponibilité et/ou les conditions d'attribution des fonds extérieurs.

Toutefois il existe des problèmes à éviter. Une méthode guidée par un consensus peut entrainer du retard et de l'inaction à moins que l'accord puisse être atteint rapidement et puisse durer. Une méthode guidée par un plan peut devenir anormalement dépendante de planificateurs professionnels qui peuvent perdre de vue les besoins des politiciens et des partenaires. Et une méthode guidée par une vision est crucialement

dépendante de l'individu avec la vision. Si il ou elle quitte le bureau, il peut s'avérer très difficile d'éviter d'abandonner complètement la stratégie.

En général, la congestion dépasse les limites juridictionnelles et par conséquent la forme et la mise en œuvre des réponses de régulation de la congestion nécessiteront que les différentes autorités collaborent avec les organismes publics. Au niveau national, il est important que des politiques soient élaborées de telle sorte que non seulement ces organismes de coordination de transport régional et de planification urbaine soient légalement possibles mais qu'ils soient également encouragés – y compris dans la forme et la fourniture de mécanismes de financement.

La mise en œuvre d'une stratégie de régulation de la congestion requiert la collaboration de nombreux acteurs différents. Mais parvenir à un consensus, un engagement et un soutien public pour la formulation d'une telle stratégie peut aussi requérir l'implication de plusieurs autres, essentiellement dans les premières phases du processus de décision.

Une large participation peut garantir que la gamme complète d'objectifs est prise en compte. Cela peut donner une meilleure compréhension des problèmes de transport, aider à générer des solutions innovantes et être un facteur clé pour gagner le soutien et l'acceptabilité publiques pour le mélange final de politiques nécessaire à la mise en place d'une stratégie de transport. La participation peut épargner du temps et de l'argent plus tard dans le processus, en particulier au stade de la mise en œuvre, des objections potentielles devant avoir été minimisées compte tenu des problèmes des actionnaires. Les meilleures méthodes montrent qu'impliquer des acteurs qui ont un "enjeu" dans la réalisation de solutions adéquates pour le problème de la congestion a souvent contribué à empêcher une interruption du processus.

Enfin, il est important d'être conscient du degré auquel le résultat de la stratégie de réponse à la congestion dépendra des conditions (cadre) institutionnelles, susceptibles d'influencer le résultat du processus de décision ou l'efficacité des solutions. L'étape suivante est de considérer à quel degré, en fonction du champ d'application et de l'échelle de la stratégie "l'optimisation" de ces conditions devrait – autant que possible – être incorporée comme une partie de la stratégie en tant que telle. Les conditions institutionnelles – et leurs impacts – diffèreront d'un pays à l'autre. Elles incluent le cadre législatif, la distribution des pouvoirs discrétionnaires par rapport à l'organisation, la gestion et le financement des services publics et de l'infrastructure, mais aussi le rôle des parties privées dans la prise de décision et l'équipement des services publics.

Que faut-il faire alors en ce qui concerne la congestion ?

Une congestion excessive et des conditions de trafic routier détériorées ne sont pas un résultat inévitable de la vie citadine. Ce rapport a mis en évidence que beaucoup pouvait être et devrait être fait pour mieux gérer la congestion dans de grandes zones urbaines.

S'attaquer à la congestion est sans doute une entreprise décourageante, mais c'est une entreprise qui peut offrir des avantages durables pour toute la région urbaine en question. Cependant, maitrîser la congestion dans les zones urbaines implique nécessairement beaucoup plus que choisir une ou deux "armes fatales". Il n'y a pas de solution "miracle" – les résultats de la congestion à long terme ne seront donnés qu'à travers un processus bien encadré qui traite de la congestion sous toutes ses formes au niveau urbain par des moyens qui incluent :

- La compréhension de ce qu'est la congestion et de la manière dont elle influe sur la région urbaine.

- Le développement et la surveillance des indicateurs de congestion entrant en ligne de compte.

- L'intervention si nécessaire pour améliorer la fiabilité des déplacements urbains, pour libérer la capacité existante ou pour offrir une nouvelle infrastructure et, peut-être le plus important.

- La gestion de la demande pour une demande de routes urbaines et de stationnement conforme à une vision partagée sur la façon dont la ville devrait évoluer.

Le succès ou l'échec final que les villes connaîtront dans leur combat contre la congestion dépendra en dernier lieu de la manière dont elles s'organiseront elles-mêmes pour entreprendre la tâche qu'elles se sont fixées. Ce rapport a cherché à donner aux responsables et aux praticiens les outils dont ils auront besoin pour mettre en œuvre des politiques efficaces de régulation de la congestion.

NOTES

1. Cette liste de questions repose sur une liste similaire dans le projet de rapport de la commission de concurrence et d'efficacité de Victoria (Australie) "Faire les bons choix : options de gestion de la congestion du trafic" publié en avril 2006 (VCEC, 2006).

2. La congestion peut décrire la rentabilité du trafic sur route, des systèmes de transport en commun, des réseaux de chemin de fer, des aéroports etc. Toutefois ce rapport se concentrera principalement sur la congestion du trafic routier – tout en reconnaissant que la politique de gestion de la congestion doit tenir compte du rendement de modes alternatifs comme le transport en commun et le rail.

3. Cependant cela n'implique pas que les mesures r prises pour réduire la congestion doivent être basées uniquement sur des économies de temps de déplacement qui pourraient en résulter pour les usagers *existants*…étant donné l'impact de la capacité récemment disponible sur l'utilisation(ou utilisable), des politiques devraient tenir compte des économies de temps de déplacement pour des usagers de la capacité récemment disponible *après* l'extension et ainsi tenir compte des effets induits/générés de la demande.

4. VCEC (2006) pg.xvi.

1. DÉFINITION ET CARACTÉRISTIQUES DE LA CONGESTION ROUTIÈRE

Ce chapitre décrit une étape importante mais souvent oubliée dans le développement de politiques de régulation de la congestion – la définition et la compréhension de la nature de la congestion dans les zones urbaines. Il explore la nature de la congestion de la circulation, la façon dont elle a été définie et caractérisée et son impact sur les zones urbaines. Ce chapitre encourage les lecteurs à élargir leur perception du périmètre et de la nature de la congestion afin d'adopter une approche holistique et efficace pour sa gestion.

1.1 Introduction

Bien des hommes politiques ont été élus sur à la promesse de pouvoir éliminer la congestion de la circulation et bien des ingénieurs civils ou gestionnaires de réseaux routiers ont oeuvré du début jusqu'à la fin de leurs carrières à réaliser cette promesse. Cependant, peu ont réussi, et dans les cas où la réussite était au rendez-vous, celle-ci était remarquablement limitée dans son étendue et dans sa durée.

Pourquoi tant d'échecs et d'avancées si timides dans la lutte contre la congestion ?

"Trop de véhicules sur une route donnée", telle est l'explication la plus souvent donné par les usagers de la route pour décrire la congestion. Cependant, cette définition, apparemment si claire, sert souvent plus à obscurcir les réalités de la congestion qu'à aider à atténuer le phénomène. En effet, la congestion routière est la conséquence d'interactions complexes dans un système, lui-même, excessivement complexe.

Comme c'est le cas dans d'autres systèmes complexes, la compréhension des causes immédiates du phénomène fournit rarement un aperçu suffisamment large du fonctionnement global du système. Tandis que beaucoup d'études approchent le phénomène intuitivement "au bord de la route" en se basant sur la mesures de flux physiques (capacité, vitesse, densité, etc.), il se peut qu'en fin de compte cette approche ne soit pas très productive puisqu'elle ne fait que survoler la question "comment est-ce que la congestion impacte la performance globale du réseau routier et comment apprécier son lien vis-à-vis des objectifs sociétaux non-liés aux transports (forme urbaine souhaitée, emploi, prix du foncier, etc…)".

Ce chapitre fera un retour en arrière afin d'essayer de passer en revue certains éléments importants à prendre en compte lorsqu'on tente d'aborder la congestion urbaine d'un point de vue politique. En particulier, que doit-on prendre en compte lorsqu'on essaie de répertorier et de définir la congestion et lorsqu'on essaie de comprendre la façon dont elle est perçue. Il met le lecteur au défi de ré-examiner sa propre définition de la congestion et d'élargir le périmètre de sa compréhension du phénomène.

1.2 Qu'est-ce que la congestion ?

La plupart des gens savent ce qu'est la congestion et possèdent probablement leur propre définition du phénomène. Pourtant, quand on approfondit davantage, ces définitions, apparemment précises, de la congestion cèdent rapidement la place à des termes descriptifs (ex : "circulation à l'arrêt) ou des explications

causales (ex : "trop de circulation"). Elles ont une résonance avec celles qui ressentent la congestion, sans véritablement contribuer à une compréhension globale du phénomène. Dans une étude qualitative sur la perception de la congestion routière auprès des automobilistes, le Département des Transports du Royaume Uni a découvert que ces perceptions variaient considérablement parmi différents usagers de la route.

> *La plus grande différence en termes d'utilisation provient de ce que certaines personnes appliquent le mot "congestion" de façon relativement limitée à des situations où on est à l'arrêt ou quasiment à l'arrêt, pendant que d'autres utilisent le terme de façon plus large afin de décrire tout ralentissement dû a la densité de la circulation. La définition la plus restrictive correspond à ce qui est souvent considéré comme le type le plus important de congestion et il est couramment admis que la situation est plus supportable si on "continue à rouler", mais des conditions de marche-arrêt et des embouteillages complets sont souvent considérées comme difficiles à supporter.*

Malgré l'omniprésence menaçante de la congestion dans les discours et la recherche passée et présente sur les politiques de transport, il n'existe toujours pas de définition acceptée universellement de ce qu'est la "congestion". Cette situation est rendue d'autant plus compliquée que la congestion peut être vue à la fois comme un phénomène physique qui peut être décrit quantitativement et comme une situation subie subjectivement qui varie d'une personne à l'autre et d'un lieu à l'autre. Tandis que beaucoup de gens "savent" instinctivement ce qu'est la congestion, très peu sont capables de dire avec précision à partir de quel moment une route commence à être "congestionnée" et à partir de quel moment ce n'est plus le cas. Ce manque de précision complique les questions de politique des transports, puisque tous les efforts tendant à gérer la congestion routière devraient se baser idéalement sur une compréhension partagée par tous de ce qui est à gérer.

1.3 Une définition de la congestion

La congestion est un phénomène *physique* concernant la façon dont des véhicules empêchent la progression des uns et des autres au fur et à mesure que la demande d'un espace routier s'approche de la capacité maximale de celui-ci … de même qu'un phénomène *relatif* ayant trait aux attentes des usagers vis-à-vis des performances d'un réseau routier.

En langage courant, la congestion est l'incapacité d'atteindre une destination dans un temps satisfaisant ou à une heure satisfaisante à cause des vitesses ralenties ou imprévisibles de la circulation. Mais que peut-on dire alors sur la signification *précise* du terme "congestion" ?

Comme nous l'avons déjà dit, un rapide examen des traitements de la congestion routière les plus populaires ou les plus expérimentaux met en évidence une forme de permutation de la phrase suivante dans les paragraphes d'ouverture :

> *La congestion est une situation dans laquelle la demande d'espace routier dépasse l'offre.*

Cette définition est correcte puisqu'elle identifie la caractéristique centrale de la congestion : ex : l'insuffisance de l'offre d'espace routier par rapport à la demande. Cependant, elle laisse beaucoup à désirer en tant que définition opérationnelle puisqu'elle n'offre que peu d'aperçus des éléments multiples, complexes et communicants entre eux, qui aboutissent à cette incohérence entre l'offre et la demande. Cette définition a étayé beaucoup d'efforts de la part des ingénieurs en transports à "résoudre" le problème de la congestion par une augmentation de l'offre – à savoir par l'élimination des goulots d'étranglement ou l'agrandissement des capacités du réseau routier. Dans certains cas, cette solution s'est avérée efficace Pourtant, il est impossible de dire que l'augmentation des réseaux – en tant que politique autonome – a résolu quoi que ce soit vis-à-vis des niveaux globaux de la congestion routière.

En effet il est prouvé qu'en bien des cas (pas systématiquement toutefois) des augmentations de capacité routière ont abouti à des augmentations d'utilisation sans atténuer la congestion globale ni avoir un impact sur l'accessibilité en général[2].

De plus, ni la demande, ni la capacité – ni la définition de la congestion elle-même – ne sont des variables "fixes". La demande de trafic varie considérablement en fonction de l'heure, du jour et de la saison et subit également des fluctuations significatives à cause des trajets de loisir, des événements exceptionnels et des urgences. De même, la capacité disponible, souvent considérée comme fixe, varie constamment. Elles est fréquemment réduite par des comportements de changement de voie, des écarts de vitesse entre différents véhicules, des incidents (ex : accidents, véhicules en panne), des zones de travaux, des conditions météorologiques adverses, etc.[3]

Une autre approche pour caractériser la congestion routière a réduit le phénomène à un simple problème de génie hydraulique. Dans cette analogie, les tubes d'un diamètre plus élevé permettent des débits plus élevés – c'est-à-dire, qu'en augmentant la capacité de la route, davantage de véhicules peuvent passer et les queues sont éliminées. Cependant, cette approche ignore la nature essentielle du système existant ; les gens -- contrairement à l'eau – s'adaptent et choisissent leurs propres destinations. En plus, contrairement aux tuyaux, les routes remplissent plusieurs fonctions dans les zones urbaines – dont un grand nombre ne sont pas forcément liées aux activités de transport.

Une définition plus sophistiquée a été formulée dans un rapport de la Table Ronde de la CEMT en 1999. Dans celle-ci, J.M. Dargay et P.B. Goodwin déclarent que :

> *La congestion est l'impédance imposée par les véhicules les uns sur les autres à cause du rapport vitesse-flux sous des conditions où l'usage d'un réseau routier approche sa capacité maximale.*

Cette définition souligne deux attributs restrictifs des routes encombrées. Le premier est que les véhicules, et plus particulièrement chaque nouveau véhicule sur la route, imposent des restrictions sur les autres véhicules déjà en train de circuler. La congestion est *causée* par la circulation (pour une portion donnée de route) et elle *impacte* cette même circulation. Le deuxième attribut est résumé dans le concept de "rapport vitesse-flux". Ce concept a servi comme base pour la compréhension des mécaniques de la congestion routière et la formation des queues et a étayé la plupart des réponses opérationnelles au problème. La définition ci-dessus souligne également le fait qu'à cause de l'instabilité inhérente du rapport vitesse-flux, au fur et à mesure que la demande approche la capacité maximale de la route, la congestion peut être considérée comme étant réelle *avant* que la capacité maximale du réseau soit atteinte. Cependant, comme nous le verrons plus tard dans ce rapport, le rapport vitesse-flux référencé dans cette définition décrit en premier lieu le comportement de la circulation sur des liaisons composées d'équipements à flux ininterrompus, telles les autoroutes urbaines – sa pertinence en ce qui concerne la compréhension de la congestion sur des réseaux urbains très denses où les flux sont interrompus par des intersections à feux tricolores et des points de sortie et d'entrée, est plus limitée.

De surcroît, la définition ci-dessus continue de se focaliser sur les causes immédiates de la congestion, c'est-à-dire une demande excessive pour une (ou des) portion(s) donnée(s) du réseau routier. Cette explication appelle une question plus large : *Pourquoi est-ce que le volume de circulation inonde l'infrastructure routière à un (ou des)) moment(s) et dans un (ou des) lieu(x) spécifique(s) ?*

Ceci est une question à laquelle il n'existe pas de réponses faciles ni évidentes. Ce rapport examine bien des éléments qui y contribuent, mais, sous certains aspects, la réponse peut être plus importante du point de vue de la stratégie à long terme, que pour répondre aux besoins de la gestion quotidienne des réseaux routiers.

Ce qui ne veut pas dire que la réponse n'est pas importante, elle l'est ! Toutefois, le développement d'une politique de régulation de la congestion sur la base d'une réponse spécifique à la question ci-dessus n'est peut-être pas aussi utile que de développer une politique de régulation de la congestion capable d'aborder efficacement et de façon flexible un environnement en évolution continue où la réponse d'aujourd'hui à la question ci-dessus sera très vite rendue obsolète par les réalités de demain qui intègrent les attentes nouvelles des usagers de la route.

Les attentes des usagers ne sont pas statiques et ces attentes hétérogènes et changeantes peuvent influencer la façon dont la congestion est perçue et subie. Ce qui passe pour une congestion intolérable dans une communauté rurale (où les attentes de conditions d'écoulement libre sont élevées), ne sera peut-être même pas considéré comme une gêne dans une grande zone métropolitaine. De même, tandis que les usagers de la route tolèrent des niveaux élevés de congestion pendant leurs trajets domicile-travail en semaine, ils considèrent que ce niveau – ou tout niveau- de congestion est complètement intolérable le dimanche matin. La difficulté inhérente à cerner les attentes des usagers rend la définition quantitative de la congestion difficile, voire impossible à préciser. Dans ce sens, comme remarqué par l'Administration Fédérale des Autoroutes aux U.S.A. :

> *"La congestion est essentiellement un phénomène relatif lié à l'écart entre la performance du réseau routier attendu par les usagers et la façon dont le réseau fonctionne en réalité."*[4]

Par conséquent, les attentes des usagers concernant la performance des réseaux routiers représentent un aspect primordial dans la compréhension de la perception et de la définition de la congestion. Les mêmes intensités de circulation peuvent être perçues comme étant des "embouteillages intolérables" ou "lentes mais acceptables" en fonction du lieu et de la personne. Les usagers de la route dans les villes en expansion rapide partagent peut-être le premier point de vue, tandis que ceux qui font leurs déplacements sur les routes des grandes conurbations matures partagent le deuxième.

1.4 Congestion excessive : Quand y a-t-il trop de circulation ?

Est-ce que toute congestion est excessive ? Sinon, quelle quantité de congestion supportée par le réseau routier s'avère "de trop" ?

Il y a deux façons de répondre à cette question. La première est de dire que la congestion est excessive quand les gens disent que c'est le cas … mais cette réponse ne tient pas compte des coûts nécessaires à ramener la congestion à des niveaux tolérables. *Il est fort possible que les coûts nécessaires à ramener la congestion à ces niveaux soient bien plus élevés que les coûts imposés par la congestion elle-même*. Une meilleure définition de la congestion excessive a été formulée par la Victorian Competition and Efficiency Commission en Australie :

La congestion pourrait être définie comme étant excessive lorsque les coûts marginaux de la congestion pour la société dépassent les avantages marginaux apportés à la société par les efforts de réduction de la congestion (tels que l'agrandissement des infrastructures routières et autres)[5-6].

La notion de congestion excessive est essentiellement liée à la notion des niveaux "optimaux" de circulation (et, inversement des niveaux "optimaux" de congestion). Ces points seront traités ultérieurement dans ce rapport.

1.5 "Qu'est-ce que la congestion nous empêche d'accomplir ?"

Une autre approche vers la caractérisation de la congestion dans une politique de transports urbains pourrait démarrer par la question fondamentale : *"Qu'est-ce que la congestion nous empêche d'accomplir ?"*

Les réseaux de transport facilitent le déplacement rapide et prévisible de personnes, véhicules et marchandises. Inversement, la congestion empêche la circulation de s'écouler librement, rapidement ou de façon prévisible. Cependant les avantages qui nous sont apportés par des activités de transport ne découlent pas de la mobilité elle-même mais de ce que la mobilité nous permet d'accomplir.

La plupart des déplacements quotidiens ne sont pas entrepris pour eux-mêmes. Dans presque tous les cas, les gens voyagent afin *d'accéder* à des activités. Les personnes, les services et les marchandises voyagent pour atteindre des marchés. En elle-même, la mobilité n'est pas considérée comme ayant une valeur intrinsèque. Elle est vue plutôt comme une demande induite. La valeur (et les avantages) fournie par la mobilité se trouve dans les activités rendues possible par la mobilité.

Le réseau de transport émet des avantages de premier ordre grâce à l'accès qu'il accorde aux particuliers et aux entreprises vers des personnes, lieux, services et postes et grâce aux possibilités de consommation qu'il ouvre aux marchandises plutôt que grâce au *mouvement physique* (ou à la mobilité) qu'il facilite. Dans le cas présent, il est donc important d'évaluer l'impact de la congestion par rapport au concept d'accès. Les impacts, même importants, de la congestion sur la mobilité, doivent être appréciés par rapport à leur cohérence avec les meilleures solutions d'accessibilité globale.

Par conséquent, une première réponse à la question *"Qu'est-ce que la congestion nous empêche d'accomplir ?"* est qu'elle nous empêche de nous déplacer librement. Pourtant, cette réponse ne fournit aucune information sur la façon dont la congestion limite ou réduit l'accès.

Des zones caractérisées par peu de congestion peuvent avoir également peu d'accessibilité, tandis que des zones de haute congestion peuvent avoir un haut niveau d'accessibilité et vice-versav[7]. Si on accepte que la demande de transport provienne d'une demande d'accès, on doit également accepter que l'amélioration de la mobilité ou la réduction de la congestion ne puissent constituer, en tant que telles, des buts *autonomes* pour une politique des transports. Ces stratégies doivent être reliées à des politiques qui augmentent les capacités d'accès aux personnes.

Dans un tel contexte, il devient clair que la congestion n'est pas un problème de trop de personnes au même endroit en même temps, mais plutôt de trop de *véhicules* au même endroit en même temps. Une telle redéfinition du problème de congestion pourrait aboutir à un éloignement des politiques focalisées exclusivement sur l'octroi de plus de place afin de permettre aux véhicules de circuler plus librement vers l'octroi de davantage d'options permettant aux gens d'atteindre leurs destinations souhaitées. Dans beaucoup de cas, la première politique peut rester la plus appropriée, mais sans le contexte d'accessibilité, la deuxième stratégie ne serait peut-être même pas prise en considération.

De même, dans les zones où une telle idée est raisonnable, des stratégies ciblant la gestion de l'occupation des sols plutôt que l'expansion des infrastructures ou une gestion plus efficace de la circulation, peuvent se révéler être les stratégies les plus rentables pour réduire la congestion routière. Enfin, il ne faut pas oublier que les performances des réseaux de transports urbains au sens large dépendent non seulement des conditions de déplacement des voitures et des camions mais également des conditions de trajet dans les transports publics. Le rôle des transports publics dans la fourniture de hauts niveaux d'accessibilité urbaine n'est pas à sous-estimer, puisque ce mode de transport a été conçu expressément pour déplacer de grands nombres de personnes dans un espace minimal et réduire ainsi l'impact fait par des voyageurs sur une capacité d'infrastructure limitée.

Il y a pourtant deux difficultés majeures dans l'utilisation de l'accessibilité, plutôt que de la mobilité, comme unité de mesure pour les performances d'un réseau de transport. La première est que l'accessibilité

est une fonction aussi bien d'un *réseau* (qui tombe sous la juridiction de l'administration des transports) que d'un schéma d'*occupation des sols* (qui tombe normalement sous la juridiction d'autres administrations d'état). La deuxième est que la métrologie de la mobilité (vitesse, flux, etc.) est bien plus développée et standardisée, et elle est susceptible d'être bien mieux connue par l'administration des transports que la métrologie de l'accessibilité.

Ces deux barrières ne sont pas insurmontables et beaucoup de spécialistes du transport ont commencé à regarder la manière dont l'accessibilité peut être rendue opérationnelle en tant que mesure de performance d'un réseau de transport. (encadré : métrologie d'accès, connectivité, résilience, exemples). Cependant, une troisième difficulté, encore plus inextricable, reste présente. Cette difficulté est liée à ce à quoi les personnes (à l'inverse des entreprises) veulent précisément accéder, et l'influence de ce paramètre sur la composition des points de départ et de destination dans une région donnée.

Le listing habituel de personnes, lieux, marchandises, services et fonctions englobe généralement les destinations auxquelles les gens sont susceptibles de vouloir accéder. Les administrations des transports et les urbanistes présument d'habitude que les politiques réduisant le coût d'accès à des destinations (ex : en augmentant les vitesses du déplacement, ou, autrement en prévoyant des densités plus importantes) apportent de plus grands avantages à la société. Pourtant les gens ne choisissent pas leur lieu de domicile uniquement sur la base des coûts d'accès à leurs destinations préférées (et par conséquent aux coûts des transports qui en résultent). Les gens choisissent également leur lieu de domicile sur la base des coûts fonciers, de choix de style de vie et, plus généralement, sur ce à quoi ils peuvent "accéder" depuis le *point de départ*, c'est-à-dire ce qui est *dans leur maison ou près de chez eux*. Ces valeurs peuvent comporter plus d'espace de vie, des maisons individuelles, des voisins agréables, un environnement champêtre, de meilleures écoles, etc. Une politique des transports qui ne tient pas compte de l'accès "*in situ*" contrairement à l'accès à une *destination plus lointaine* est susceptible d'omettre les paramètres clés qu'il faut garder à l'esprit pour bien gérer la congestion régionale.

Malgré ces avertissements, il est important pour les administrations de transports de penser à la formulation des objectifs de performance des réseaux de transports et à la capacité de ces derniers à communiquer dans quelle mesure le système donne un meilleur accès global, plutôt que de surveiller simplement le débit physique du réseau mesuré à travers le concept de *mobilité*.

Une deuxième réponse à la question "Qu'est-ce que la congestion nous empêche d'accomplir ?" est qu'elle réduit, pour les personnes concernées, le temps disponible pour d'autres activités – y compris des activités "productives". Elle réduit le temps disponible pour d'autres activités en rendant les déplacements plus longs parce qu'il faut faire la queue ou en imposant la nécessité d'avoir des "tampons" temporels pour être sûr que les activités programmées ne subissent pas l'impact des temps de déplacement imprévisibles. Les problèmes complexes de "pertes de temps", de retards lors des déplacements et de retards dans un programme ont une incidence importante sur notre compréhension de comment la congestion a un impact négatif sur la société et ils seront repris en chapitre 4 de ce rapport.

1.6 Congestion et Agglomération

Est-ce que *toute* congestion a *systématiquement* des conséquences néfastes ? Evidemment – si on tient compte de la quantité et de la tonalité des discours publics et politiques en la matière – toute congestion est forcément une mauvaise chose et bien des personnes ont conclu que le but logique et souhaitable en terme de politique serait d'éliminer la congestion entièrement. Des kilomètres de véhicules au ralenti ou à l'arrêt, des heures productives perdues à attendre dans les bouchons, la frustration, le stress et une augmentation de

la pollution – voilà les résultats de ce que bien des gens considèrent comme étant un des dysfonctionnements les plus importants rencontrés par les zones urbaines d'aujourd'hui.

La plupart des usagers de la route considèrent la congestion comme néfaste, la plupart des urbanistes la considèrent comme néfaste et la plupart des élus ont la même opinion … qui pourrait soutenir le contraire – c'est-à-dire que la congestion n'est pas ***entièrement*** néfaste ?

Les économistes pourraient soutenir cette thèse – et ils l'ont fait – de même que de nombreux observateurs dans des domaines aussi variés que l'urbanisme, la sociologie, etc. Ce que ces spécialistes ont en commun est qu'ils ont passé beaucoup de temps à essayer de comprendre comment les régions urbaines fonctionnent globalement – et non seulement comment les réseaux de transport fonctionnent à l'intérieur de régions urbaines. Peut-on donc justifier que la congestion ne soit pas forcément totalement néfaste ? -- ou moins néfaste que ce qu'en dit l'opinion générale ?

Les économistes raisonnent généralement avec l'hypothèse que la plupart des gens recherchent à maximaliser leur bien-être au moindre coût. Dans ce contexte, si les routes surchargées souffrent de la congestion, et que ce sont les gens qui surchargent ces routes, la raison doit être que quelque part ces gens tirent une forme bénéfice de leur présence dans le réseau, dans leur véhicule à ce moment-là. La plupart des bouchons devraient être vus comme un compromis entre l'atteinte d'un objectif voulu et le temps pris pour l'atteindrevii. Ceci est sûrement vrai en ce qui concerne les queues pour aller au cinéma, dans des parcs d'attractions, des restaurants de renom, des événements sportifs, etc., donc pourquoi est-ce que ceci ne serait pas le cas sur la route ?

En effet, la congestion n'est pas si différente – comme l'a constaté Anthony Downs du Brookings Institute de Washington DC :

> *"… la congestion est le mécanisme d'équilibrage qui permet (aux gens) de poursuivre certains buts qu'ils désirent profondément – buts autres que des déplacements rapides pendant les heures de pointe."*[9]

Les gens tirent des avantages de leur proximité avec d'autres gens et les villes tirent un avantage de l'agglomération[10]. Ces avantages sont constitués des projets créatifs, commerciaux, productifs, de loisir et autres qui ont été le moteur principal de la remarquable élasticité de la structuration urbaine depuis l'époque post-néolithique. Les économistes ont essayé de quantifier ces gains en examinant les impacts des agglomérations sur la productivité et ont cherché à décrire les mécanismes qui déclenchent ces gains. Il y a une animation[11] autour des zones urbaines – que ce soit dans les alentours à densité moindre, dans les nouvelles villes périphériques ou dans le cœur des villes – qui attirent les gens et les entreprises et c'est dans ce contexte qu'il faut regarder les pertes imposées par la congestion. *La congestion pourrait ne pas imposer autant de pertes nettes qu'elle ne réduit les gains globaux*[12].

Donc, est-ce que la congestion est néfaste ? La réponse est nuancée. La congestion est le rationnement du réseau de transport existant afin de permettre aux usagers d'atteindre des buts voulus, qui peuvent être accomplis seulement dans des zones urbaines surpeuplées. La congestion, tout en étant vue comme le signe des défauts d'une politique des transports, est la conséquence des politiques réussies en développement économique, emploi, logement, culture, etc. qui font en sorte que les gens veulent vivre et travailler relativement proches les uns des autres et attirer les entreprises afin de bénéficier des gains de productivité créés en conséquence[13].

Congestion et économie urbaine

La plupart des gouvernements souhaitent promouvoir des politiques dont l'objectif est d'augmenter le taux de croissance économique. Un des intérêts primordiaux des administrations des transports est la contribution qui peut être apportée à l'objectif de PIB du gouvernement par un investissement dans les infrastructures de transport et les politiques de régulation de la congestion.

Dans la plupart des pays, la productivité a tendance à être plus élevée dans les principales conurbations que dans d'autres régions du pays. Les loyers sont plus élevés à cause des avantages d'accessibilité offerts par un site urbain, les salaires sont plus élevés parce que les postes dans ces sites centraux sont plus productifs, donc la production par tête est plus élevée. Donc, des politiques capables de réduire des retards dus à la circulation et qui aident à augmenter le nombre de postes dans ces conurbations hautement productives peuvent contribuer à augmenter la productivité globale.

Beaucoup de conurbations à haute productivité souffrent de hauts niveaux de congestion. Comme nous l'avons déjà constaté dans ce chapitre, la congestion est notamment le signe d'une économie dynamique. En effet, un manque de capacité adéquate de transports qui entraîne des conditions de surcharge des transports publics et des temps de trajet longs et peu réguliers sur la route est souvent caractéristique des conurbations qui réussissent, dans les autres domaines, tout ce qu'elles entreprennent. Les gens qui voyagent pour leur travail afin d'assister à des réunions ou autres et les chauffeurs de véhicules commerciaux qui font des livraisons et qui servent des bureaux et des magasins sont non-productifs lorsqu'ils voyagent dans des conditions de congestion. En plus, ces conditions sont une contrainte face à l'augmentation du nombre d'emplois, puisque les employés sont peu disposés à accepter des déplacements domicile-travail, qui deviennent de plus en plus difficiles. Les politiques visant à gérer la congestion peuvent contribuer à une utilisation plus efficace du réseau routier et à augmenter la productivité en réduisant le temps passé par les employés à voyager pour leur travail. En plus, les fonds collectés sur l'usages des routes ou du stationnement fournissent les moyens financiers nécessaires à augmenter la capacité des transports publics.

Avec une augmentation de capacité et une utilisation plus efficace de l'espace routier, les entreprises positionnées en centre-ville seront en mesure d'augmenter le nombre global d'emplois. Ceci entraînera une augmentation de productivité globale au fur et à mesure que les emplois passeront des niveaux de basse et moyenne productivité situés ailleurs dans le pays vers des sites de haute productivité ou à mesure qu'ils attireront des professionnels à revenu élevé d'autres pays. En plus, les structures denses d'emploi qui caractérisent les conurbations en réussite permettent aux marchés de l'emploi de fonctionner correctement, avec les coûts bas associés à la recherche et au changement d'emploi.

Tandis qu'il existe un fondement théorique bien-établi pour expliquer le processus par lequel les politiques visant à mieux gérer les réseaux de transports urbains ou à augmenter leur capacité, accroissent la productivité et donc le PIB, la qualification de ces effets avance beaucoup moins vite. Le Département des Transports du Royaume Uni a commandé une étude sur ces impacts et a rédigé des conseils à destination des administrations locales à la recherche de moyens pour financer leurs transports afin qu'elles puissent tenir compte de la contribution des transports au PIB.

Néanmoins, certaines formes de congestion sont la conséquence directe d'un urbanisme médiocre ou d'une gestion de réseau inadéquate ou non-performante en réponse à des forces "extérieures" telles que la croissance démographique et économique ou les schémas d'aménagement du sol. Dans ces cas, il y a beaucoup à faire afin d'améliorer l'équilibre entre les désavantages spécifiques résultant des embouteillages et des volumes globaux de circulation, d'un côté, et les avantages procurés par des zones urbaines dynamiques, croissantes et prospères de l'autre.

1.7 La caractérisation de la congestion : Éléments clés à prendre en compte

Comme nous l'avons déjà constaté, la congestion routière est un facteur du niveau de la circulation, lui-même étant une fonction de la façon dont des *usagers donnés* de la route choisissent leur itinéraire sur le *réseau routier* à un *moment* précis.

1.7.1 Usagers de la route et congestion

Il est important de se rappeler que la congestion routière n'est pas uniquement un phénomène physique. A un micro-niveau, des milliards de décisions sont prises par des milliards de particuliers ou d'entreprises qui les amènent chaque jour à faire des centaines de milliers de déplacements dans des zones urbaines. Les politiques de régulation de la congestion ne doivent pas perdre de vue ces usagers – non seulement parce qu'ils sont au cœur des déplacements qui inondent le réseau routier à certains moments, mais aussi parce que toute politique réussie doit fournir des avantages perceptibles à ces usagers.

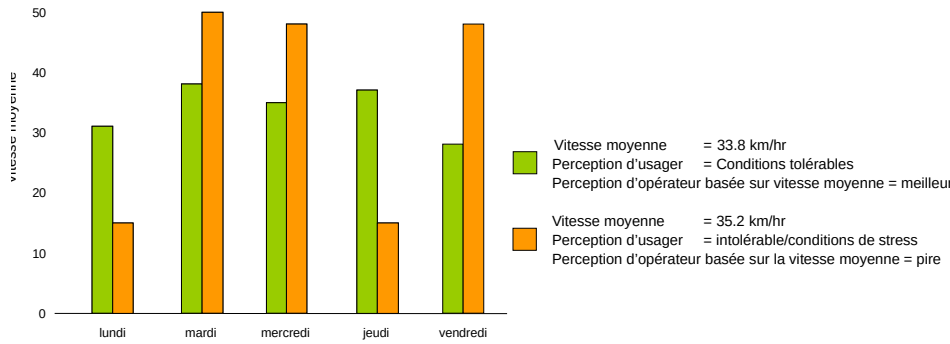
Les politiques de régulation de la congestion ont souvent reflété le point de vue du gestionnaire de réseau avec l'hypothèse que les critères de performance de ce dernier, centrés sur les vitesses et des temps de déplacement correspondaient de près aux critères des usagers de la route. Cette supposition a mené à des politiques qui ont cherché à augmenter la vitesse et à réduire les retards. Cependant, il n'est pas du tout évident que les usagers soient focalisés exclusivement sur les vitesses de déplacement et les retards – et, quand c'est le cas, qu'ils partagent les mêmes référentiels que les gestionnaires de réseaux. En plus, tous les usagers ne se ressemblent pas – chacun évalue les gains de temps, les retards au programme, les améliorations dans la vitesse du déplacement de façon différente[14].

Le premier point est que l'impact, perçu individuellement, de la congestion routière sur les usagers peut s'avérer différent de l'impact "objectif" physiquement mesuré par des gestionnaires de réseau. Ceci est particulièrement vrai lorsqu'on regarde la perception du temps passé. Le temps de déplacement, même quand il est passé dans un embouteillage, n'est pas forcément vu comme "pénible" par beaucoup d'usagers. Les usagers établissent leurs attentes sur la base d'expériences de première-main sur le temps pris pour faire un déplacement "normal". Quand cette expérience comporte systématiquement des déplacements effectués dans des conditions de congestion, les temps de déplacement prévus comprennent également les conditions de congestion. Tout en admettant que *prévoir* et *accepter* restent deux choses distinctes, de nombreuses recherches ont démontré que beaucoup de voyageurs acceptent des niveaux habituels de congestion. Beaucoup d'économistes des transports ont signalé également que les charges "optimales" de congestion – c'est-à-dire les charges que les usagers sont prêts à payer afin de maximaliser l'utilité qu'ils tirent de leur utilisation des routes qui couvrent la totalité des coûts imposés par leur trajet – n'ont pas pour objectif la disparition de la congestion, mais plutôt sa réduction à des niveaux "tolérables".

L'accroissement de la *prévisibilité* des temps de déplacement est une priorité importante dans la politique de gestion de la congestion – une congestion routière imprévue est souvent perçue de façon beaucoup plus négative et ressentie de façon bien plus forte par les usagers que les niveaux "normaux" de la congestion

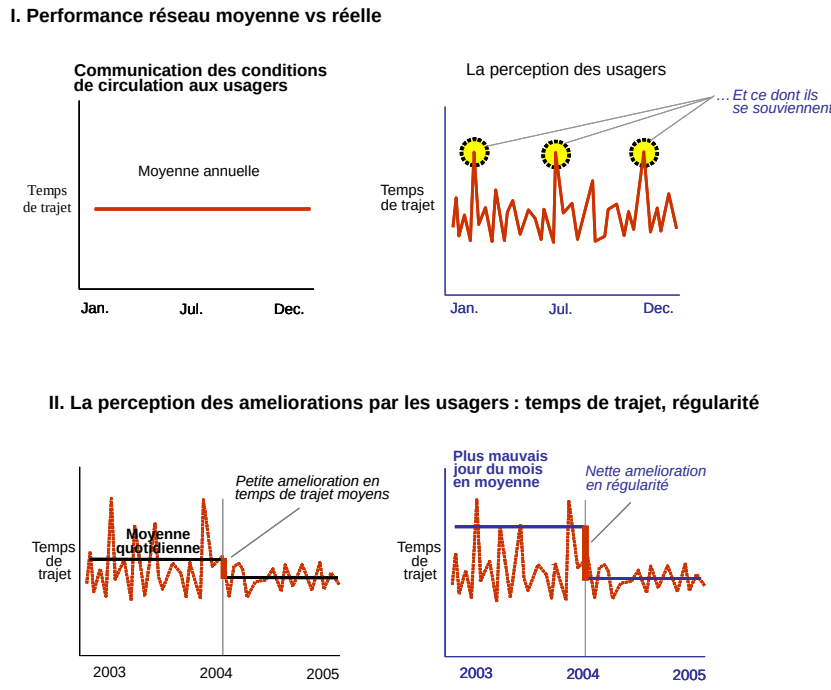
habituelle[15]. Figure 1.1 présente une illustration conceptuelle de ce point de vue. Deux cas de référence sont pris en considération. Dans le premier cas à gauche les vitesses de déplacement sont réparties plus uniformément, mais la vitesse moyenne est plus basse que dans le deuxième cas à droite ou les vitesses du déplacement varient davantage, mais ou la vitesse moyenne (sur la semaine) est plus élevée. Dans le premier cas, les usagers vont probablement considérer les conditions de déplacement comme prévisibles et donc acceptables puisqu'ils peuvent planifier leurs déplacements sur une base cohérente. Dans le deuxième cas, l'incommodité d'être pris dans un embouteillage de façon imprévue et les répercussions que les temps imprévisibles de déplacement peuvent avoir sur les gens, génèrent du stress et imposent une charge sur les usagers. Cependant, si les vitesses moyennes de déplacement sur la semaine étaient utilisées comme seul critère d'évaluation de la performance du réseau, le premier cas pourrait être considéré comme étant "pire" que le deuxième.

Figure 1.1. **Vitesses moyennes, vitesses spécifiques et la perception de la charge imposée par la congestion**



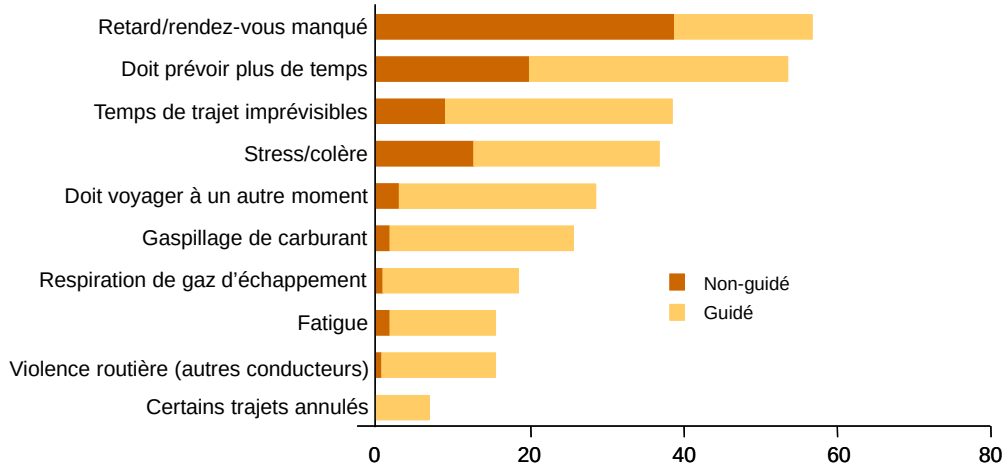
Source : ECMT, 2007.

Figure 1.2. **Perception de la performance du réseau par l'usager**



Source : USFHWA, "Régularité des temps de déplacement : Arriver à l'heure, systématiquement", 2006.

Figure 1.3. **Problèmes principaux causés par la congestion routière : Sondage par le Bureau National des Statistiques du Royaume Uni (2001)**



Source : UK DFT, 2001

Une autre méthode pour comprendre le point de vue de l'usager de la route par rapport à la variabilité des temps de déplacement est de se rappeler que la plupart des usagers ne retiennent pas les temps moyens quand ils pensent à leur vécu de déplacements, mais se souviennent principalement des plus mauvais jours quand leur trajet s'est prolongé dans le temps de façon imprévue.[16] La Figure 1.2 illustre ce propos et montre comment une petite amélioration des temps moyens de déplacement est susceptible d'avoir bien moins d'importance qu'une nette amélioration dans la régularité (et l'amélioration considérable des conditions associées au déplacement, vécue par les usagers) susceptible d'en découler.

La recherche dans un grand nombre de pays signale l'importance, pour les usagers de la route, d'un temps de déplacement prévisible. Ainsi, une étude menée par le Bureau National des Statistiques du Royaume Uni a révélé que la plupart des automobilistes sondés ont ressenti que parmi les conséquences les plus importantes liées à la congestion se trouvaient les rendez-vous manqués et les temps de déplacement imprévisibles (Voir Fig. 1.3). Dans le premier cas, on peut supposer que les rendez-vous manqués sont aussi fonction des temps de déplacement imprévisibles, puisque, si la prévision des temps de déplacement s'était avérée exacte, la plupart des rendez-vous auraient sans doute été honorés.

Tandis qu'un déplacement *imprévisible* est perçu presque systématiquement comme négatif, les temps globaux de déplacement, même dans des conditions de congestion systématique – ne sont pas toujours perçus de la même façon. En effet, le temps passé dans les embouteillages est même considéré comme une expérience positive par certains usagers de la route. Le chercheur P. Mohktarian de l'Université de Californie, Davis a attiré l'attention sur le fait que les deux seuls moments durant lesquels les adultes maîtrisent complètement leur environnement immédiat sont lorsqu'ils sont seuls dans leur voiture ou dans leur salle de bain. Les systèmes embarqués de divertissement, les progrès dans le confort à bord, les communications mobiles et l'informatique ont tous contribué à rendre l'expérience de la conduite solitaire comme un événement à attendre avec joie plutôt qu'avec crainte. Si les administrations des transports ignorent cet élément, elles peuvent se montrer perplexes devant la vivacité remarquable de la demande de déplacements par automobile même dans des conditions de congestion systématique.

Un autre point à retenir est que la notion du temps n'est pas *perçue* de façon uniforme par tous les usagers de la route à tout moment. Une disparité existe clairement entre l'heure "horloge", donc objective, et

le passage du temps tel qu'il est perçu par les usagers. Le temps passé à attendre ou dans un état de frustration (quand les prévisions de temps de déplacement ne sont pas respectées) est souvent perçu comme durant plus longtemps que le temps "horloge" réel. Cinq minutes passées dans un embouteillage non prévu peuvent être perçues par les personnes prises dans l'embouteillage comme ayant duré dix minutes – ce qui peut également mener ces usagers à augmenter leur volonté déclarée de payer afin de réduire la congestion[17].

Même si tous les voyageurs étaient capables de percevoir objectivement le temps passé dans les embouteillages, il n'est pas du tout évident que leurs soucis doivent se réduire uniquement au temps de déplacement et à la vitesse – en effet, il est prouvé que la *régularité* du temps de déplacement est un élément encore plus important dans le vécu des usagers. Les particuliers voyagent le plus souvent afin d'arriver à une ou plusieurs destinations. Lorsque les activités ayant lieu à ces destinations suivent des programmes fixes, les gens essaient d'être sûrs d'arriver *à l'heure* – et pas forcément à grande vitesse. De même, la focalisation sur des systèmes de production "justes à temps" ont mené les planificateurs à maximaliser les vitesses de transport de fret, tandis que les utilisateurs de fret sont davantage intéressés par la régularité (c'est-à-dire l'arrivée à l'heure prévue) de leurs moyens de transport. Ceci a des implications importantes dans une politique des transports puisque les administrations des transports doivent également être en mesure de démontrer que la régularité d'un réseau routier est abordée dans leurs interventions.

De plus, il faut signaler que le degré de contrainte subi par les usagers – au moins à court terme – à cause de programmes rigides a un impact sur la manière dont ils perçoivent les économies de temps fournies par des politiques réussies de gestion de la congestion. Tandis que les gestionnaires de réseaux rassemblent toutes les économies de temps de déplacement ou de "pertes" de temps afin de guider leurs politiques, il est loin d'être évident que toutes ces économies et pertes de temps –surtout celles qui sont de courte durée – soient perceptibles par les usagers. Cette question sera examinée dans le Chapitre 4 dans la section concernant le calcul des "coûts" de congestion, mais on doit se rappeler que les économies/pertes de temps sont évaluées habituellement par les usagers en fonction des créneaux horaires "utilisables" dans leurs plannings quotidiens.

1.7.2 Réseaux et Flux

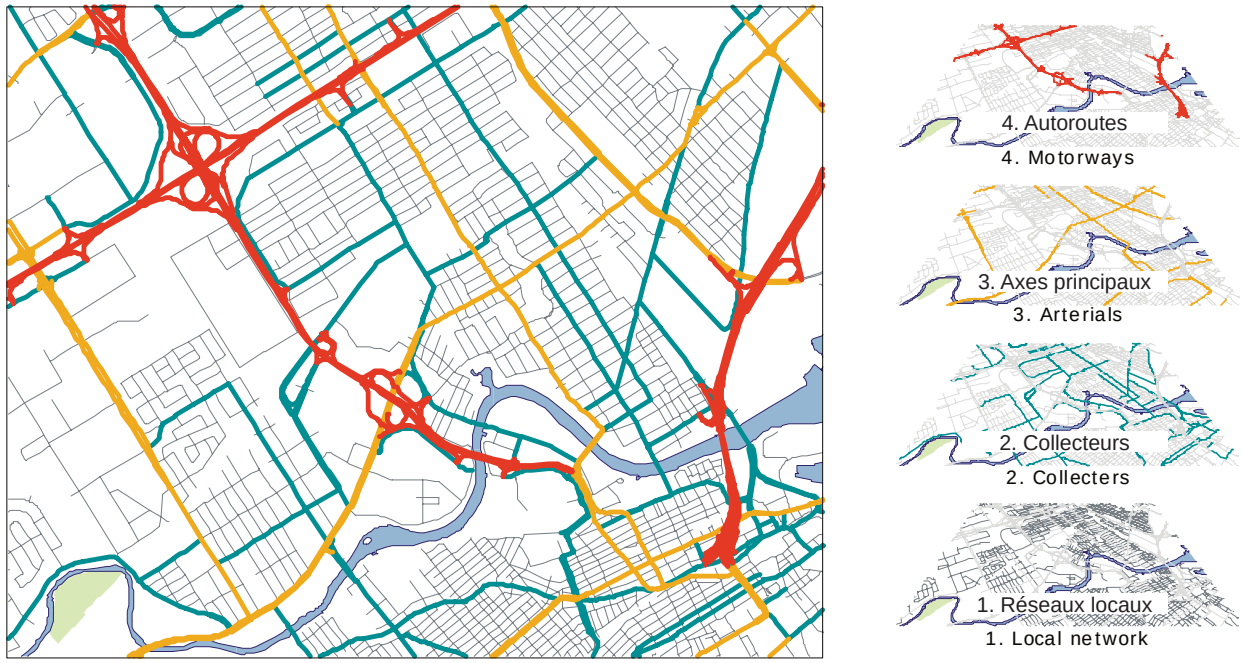
La plupart des gens comprennent intuitivement une forme simple de la distinction hiérarchique des rues Certaines rues sont plus calmes et sont utilisées essentiellement par le trafic local tandis que d'autres sont encombrées davantage avec une circulation de transit. Dans beaucoup de pays, on a adopté une certaine forme de classification fonctionnelle du réseau routier, qui correspond à peu près à ce qui est illustré dans la Figure 1.4.[18] Cette classification fonctionnelle joue souvent un rôle dans les politiques de régulation de la congestion. Alors que certaines classes de route sont très surveillées (essentiellement celles qu'utilisent les plus gros volumes de véhicules – telles les autoroutes urbaines), d'autres reçoivent moins de surveillance bien qu'elles soient utilisées autant, sinon davantage, par des véhicules sous des conditions de congestion. Dans les zones ou les routes urbaines transportent une part substantielle de la circulation de pointe (comme à Paris, voir Figure 1.5), il est important de tenir compte non seulement des diverses manières par lesquelles la congestion est déclenchée pour chaque type de route, mais aussi des impacts qu'une politique qui cherche à soulager la congestion sur un type de route, est susceptible de créer dans d'autres secteurs du réseau. Ceci est particulièrement important dans le contexte d'étalement des liens où la circulation déborde d'un axe principal embouteillée sur des collecteurs et réseaux locaux moins surveillés (voir Figure 1.6).

Un deuxième problème concernant le manque d'homogénéité du réseau routier est que les déclencheurs de la congestion peuvent varier en fonction de la conception géométrique et de la classification fonctionnelle de la route qui en découle. Comme nous le verrons plus tard dans ce rapport,

la congestion sur des autoroutes urbaines est une fonction immédiate du flux sur chaque voie par rapport à sa capacité et du flux des rampes d'entrée/sorties par rapport à leur capacité, tandis que la congestion sur des réseaux artériels/collecteurs est souvent une fonction des temps de libération des intersections. La congestion sur des réseaux locaux étant, quand à elle, souvent liée à des déséquilibres directionnels. Il faut souligner enfin, que les réseaux routiers ne sont pas administrés avec des objectifs uniformes en termes de performance. Ce qui peut être un objectif souhaitable pour des vitesses et des flux de circulation sur autoroutes et sur des routes artérielles serait bien entendu inadapté aux objectifs de gestion des collecteurs ou des réseaux routiers locaux. Par conséquent, les réponses concernant la régulation de la congestion sont à définir selon les différents réseaux routiers concernés.

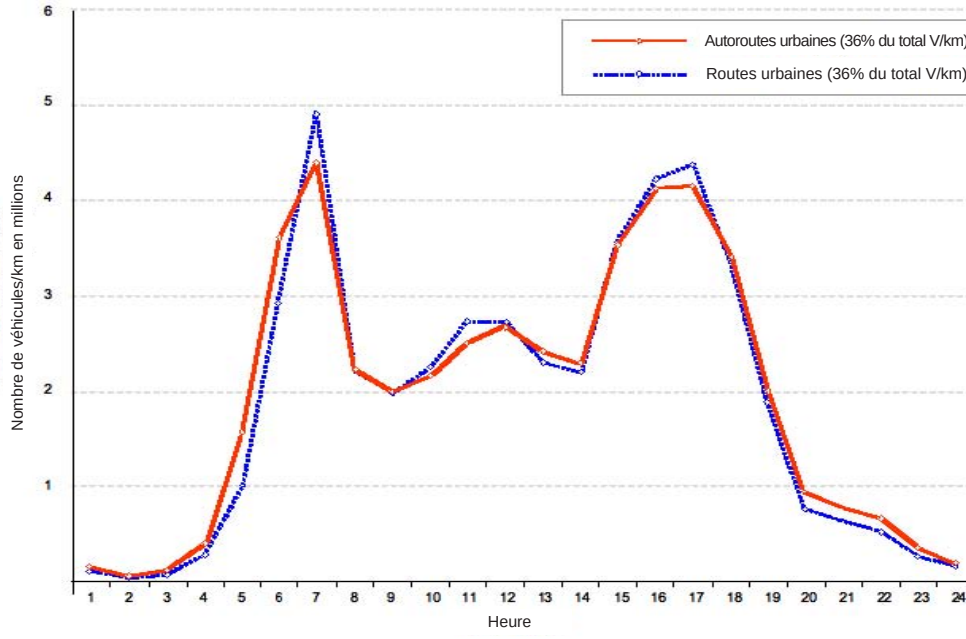
Les politiques d'anti-congestion qui ne reconnaissent pas les fonctions hors-transport des routes peuvent réussir à créer une circulation fluide mais produisent également des quartiers urbains difficiles à vivre. Dans quelques pays, on a essayé d'affiner le système de classification routière afin de tenir compte de différents usages des rues en les incorporant dans le processus de planifications des transports.

Figure 1.4. **Hiérarchie typique d'un réseau routier**



Source : ECMT, 2007.

Figure 1.5. **Circulation en Ile de France sur un jour ouvrable "moyen" : Répartition de kilomètres parcourus quotidiennement entre les autoroutes urbaines et les rues de ville**



Source : Région Ile de France

Le manque d'homogénéité du réseau routier joue également un rôle quand les politiques anti-congestion ont un impact positif sur les vitesses de déplacement sur des routes urbaines. Un principe fondamental de l'urbanisme est que les routes à l'intérieur des villes ne sont pas utilisées uniquement comme "liens" entre différents lieux, mais également comme des "espaces" de plein droit, se déployant des bâtiments de façade, à travers le trottoir et sur la chaussée elle-même. Dans des environnements urbains denses, la partie non-chaussée de l'espace rue peut être considérable (ex : dans la ville de Paris, les chaussées comptent pour 13,5 millions de m² et les trottoirs pour 10 millions de m²). L'utilisation hors circulation de l'espace rue comprend les places de parking, les trottoirs piétons, les espaces verts (quand les trottoirs sont plantés d'arbres ou d'autres végétaux), de l'espace social pour les résidents, les extensions aux installations scolaires, de l'espace de vente pour les commerces (ex : cafés avec terrasses ou files d'attente pour le cinéma) et des extensions aux résidences/appartements au bord de la rue. La gestion du réseau routier dans le seul but d'optimiser la fonction transport de ces lieux ignore bien souvent les utilisations hors-transport des routes et de leurs usagers.

Les politiques d'anti-congestion qui ne reconnaissent pas les fonctions hors-transport des routes peuvent réussir à créer une circulation fluide mais produisent également des quartiers urbains difficiles à vivre. Dans quelques pays, on a essayé d'affiner le système de classification routière afin de tenir compte de différents usages des rues en les incorporant dans le processus de planifications des transports.

Table 1.1 illustre le matrice allemand de classification routière.

Figure 1.6. **"Etalement des liaisons" : Répartition de la circulation de pointe dans l'espace**



Source : ECMT, 2007.

Table 1.1. **Classification des routes en Allemagne (selon RAS-N)**

Groupes de Categories		A l'extérieur des zones développées	A l'intérieur des zones développées			
			Non construit	Construit		
			Reliant		Accédant à	Donnant de l'espace pour des activités hors-transport
Niveau de connexion-fonction		**A**	**B**	**C**	**D**	**E**
Reliant villes primates	**I**	**A I**	**B I**	**C I**		
Connexions supra-régionales/ régionales	**II**	**A II**	**B II**	**C II**	**D II**	
Reliant municipalités	**III**	**A III**	**B III**	**C III**	**D III**	**E III**
Accès aux zones	**IV**	**A IV**	**B IV**	**C IV**	**D IV**	**E IV**
Accès aux sections locales	**V**	**A V**	-	-	**D V**	**E V**
Accès aux lotissements	**VI**	**A VI**	-	-	-	**E VI**

Normalement non-utilisés	-
Problématique	
Très problématique	
Inutilisable	

Source : Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen FGSV (Ed.) (1988): Richtlinien für die Anlage von Straßen, Teil: Leitfaden für die funktionale Gliederung des Straßennetzes (RAS-N); Köln: FGSV-Verlag.

1.7.3 L'heure

L'heure, enfin, est un facteur important à prendre en compte quand on intervient sur la congestion puisque les réseaux routiers ne fonctionnent pas tout le temps à pleine capacité. Il en résulte que la congestion est un phénomène passager, qui affecte certaines périodes plus que d'autres et peut même, temporairement, disparaître complètement. *Les périodes* impactées sont liées à une échelle temporelle (quotidienne, hebdomadaire, mensuelle ou annuelle) et, au moment où les activités urbaines ont lieu, aux des décisions prises par les particuliers et les entreprises concernant les objectifs de leurs déplacements.

La plupart des gens sont parfaitement conscients que l'espace est "minuté". Les magasins fonctionnent avec des horaires fixes, les activités pour enfants commencent et se terminent à des intervalles fixes et malgré tous les discours au sujet de l'émancipation si attendue du pointeur de l'ère industrielle, la plupart des activités industrielles ont toujours lieu suivant un programme remarquablement strict. Les systèmes de production dépendent eux aussi de plannings fixes et réguliers afin de minimiser les temps d'arrêt et de maximaliser la productivité. L'observation de la congestion révèle une configuration quotidienne cyclique qui reflète des activités contraintes en termes d'horaires. Pour les particuliers, ces décisions de minutage sont prises dans le contexte des budgets de temps ménagers, tandis que les systèmes logistiques s'adaptent au minutage des activités de production – y compris la livraison – pour les entreprises. D'habitude, ces cycles de pointes et de creux de circulation sont influencés principalement par le minutage rigide et récurrent de la journée de travail. La circulation va vers les lieux de concentration du travail le matin et retourne dans l'autre sens après la journée de travail en début de soirée.

Mais le "minutage" des zones urbaines n'est plus ce qu'il était, car la congestion a eu un impact sur la configuration temporelle des déplacements.

La plupart des grandes zones urbaines subissent une forme d'étalement des pics dans les heures de pointe, illustrée dans les Figures 4.2 et 4.3. En effet "l'heure de pointe" est devenue "des heures de pointe" depuis que les retards causés par la congestion et la re-programmation des heures de départ de trajet entraînent une prolongation des conditions de congestion routière. La congestion – ou plus exactement l'évitement de la congestion – n'est pas le seul élément observé dans l'étalement des heures de pointe.

Le minutage d'espace urbain est devenu plus complexe et tandis que le minutage rigide décrit ci-dessus reste toujours un élément majeur, son influence s'est quelque peu érodée. Les magasins restent ouverts plus longtemps, les services publics fonctionnent avec davantage de flexibilité et quelques configurations de travail se sont éloignées de l'horaire traditionnel de 9 heures à 17 heures. Il existe nombre de raisons à cette évolution y compris l'éloignement des activités de production vers des activités urbaines basées sur des services, l'afflux massif des femmes dans la population active et la dérive vers des villes globalisées, qui vivent 24 heures sur 24.[19] Si elles veulent être efficaces, les politiques anti-congestion doivent tenir compte de ces demandes temporelles nouvelles, croissantes vis-à-vis du réseau routier.

Il est tout aussi important de constater que les politiques d'atténuation de la congestion peuvent, elles aussi, influer sur le "minutage" de l'espace urbain. C'est d'autant plus vrai en ce qui concerne les politiques couvrant des zones plus larges, parfois nationales, qui impactent les activités et services programmés, tels les heures de travail et d'ouverture des magasins et les règles gérant la programmation des livraisons de fret, les déménagements, etc.

Sommaire du Chapitre

- La congestion routière se forme sur les routes, mais n'est pas uniquement, ni avant tout qu'un problème d'ingénierie de la circulation.

- La congestion nous empêche de nous déplacer librement, cependant les déplacements sans entrave ne sont pas l'objectif premier d'un choix de vie en zone urbaine. Les politiques de régulation de la congestion devraient tenir compte de la façon dont la congestion impacte non seulement la mobilité, mais aussi l'accessibilité.

- La congestion, tout en étant perçue comme un signe de défauts dans une politique des transports, est souvent la conséquence de politiques de développement économique, emploi, logement, culture, etc. qui ont réussi et qui font en sorte que les gens veulent vivre et travailler relativement proches les uns des autres et qui attirent les entreprises désireuses de bénéficier des gains de productivité qui en découlent.

- Néanmoins, certaines formes de congestion sont la conséquence directe de mauvais choix politiques, d'une planification inadéquate du trafic ou de l'absence de système de gestion. Dans ces cas, il y a beaucoup à faire afin d'améliorer l'équilibre entre les inconvénients liés aux goulots d'étranglement du système ainsi qu'au trafic excessif, par rapport aux avantages procurés par des zones urbaines dynamiques, croissantes et prospères.

- Il n'existe aucune définition utile unique de la congestion routière urbaine. Les définitions opérationnelles du phénomène devraient faire référence à la nature de l'offre et de la demande sur les routes et au déséquilibre entre les deux. Elles devraient également intégrer la compréhension de la perception du problème vu du côté usager. Celle-ci caractérise la congestion comme étant l'écart entre la performance du réseau routier attendu par les usagers et la façon dont le réseau fonctionne en réalité.

NOTES

1. DFT (2005b).
2. Voir SACTRA (1994), Goodwin P. (2006) et CPRE (2006) de même que la discussion au Chapitre 3.
3. Cette question est abordée en détail dans le Chapitre 3.
4. "Is Congestion the Same Everywhere?" U.S. Federal Highway Administration. http://www.fhwa.dot.gov/congestion/congsame.htm
5. VCEC (2006), pg. Xvi.
6. Cependant, la conséquence logique n'est pas qu'il faille entreprendre une action pour réduire une congestion, qui est basée uniquement sur des gains de temps de trajet, susceptibles de se produire pour les usagers actuels … Etant donné l'impact de la nouvelle capacité sur l'utilisation, les politiques devraient tenir compte des gains de temps de trajet pour les usagers après l'expansion et ainsi tenir compte des effets de demande induite/générée.
7. Levine, J. et Garb, Y. (2002).
8. Ceci soulève la question de savoir si le "temps" est l'unique ou le meilleur allié pour rationner un manque d'espace routier. Dans bien d'autres activités où les ressources sont rares et la demande est élevée, le prix du marché semble être le mécanisme préféré pour trouver des solutions efficaces.
9. Downs T. (2004), p 6.
10. En effet, la concentration humaine est une des qualités les plus importantes des grandes villes, ce qui a augmenté leur importance depuis des millénaires. Pour une revue des discussions sur les impacts des agglomérations, voir OCDE, 2006.
11. Storper, M. et Venables, J. (2004).
12. On a démontré que le point de rupture entre les villes qui bénéficient de l'agglomération et les villes qui souffrent de trop d'aspects négatifs des agglomérations (y compris la congestion) est entre environ 6 et 7 millions d'habitants. (OCDE, 2006).
13. Par exemple, beaucoup de villes allemandes dans les années 90, ont eu des réductions de la densité de circulation et de congestion sur les routes radiales menant aux centres-villes. Bien entendu, ceci a été perçu par les ingénieurs de transports comme étant le signe d'une politique de gestion de la circulation réussie. Cependant les urbanistes et les chambres de commerce ont regardé cette tendance d'un œil très inquiet car le phénomène indiquait clairement une perte d'emploi – et de la vitalité et des attractions – au cœur de leurs villes.
14. Voir le Chapitre 5.
15. NCHRP (2001b) et Levinson, et al (2004).
16. FHWA (2006).
17. Small, K. et Brownstone, D. (2005), NCHRP (2001b) et Levinson, et al (2004).
18. De plus, beaucoup de pays emploient également une forme de classification administrative afin de définir les responsabilités de gestion des infrastructures routières.
19. Drewe P. (2004).

2. MESURE DE LA CONGESTION : MÉTHODES ET INDICATEURS

Ce chapitre traite de la manière dont la congestion a été mesurée et explore l'utilisation de différents indicateurs pouvant servir à guider les politiques de régulation de la congestion. Les méthodes et indicateurs exposés sont pertinents, non seulement à des fins d'évaluation politique mais également pour déterminer les impacts et les coûts de la congestion (ch. 5).

2.1 Mesure de la performance et problèmes liés à l'observation

La manière dont la *congestion est mesurée* a un impact fondamental sur la manière dont la *congestion est définie et gérée*. Des mesures de la congestion reposant alternativement sur la vitesse, l'accès, les coûts pour les usagers, le retard, la fiabilité, etc. donneront lieu à différentes constatations de problèmes relatifs à la congestion et motiveront parfois des interventions de politiques radicalement différentes. En cas d'utilisation de mesures incomplètes ou inadaptées pour s'attaquer à la congestion, les responsables peuvent eux-mêmes se demander pourquoi les résultats sont si inférieurs à leurs attentes.

La congestion impacte la capacité des réseaux de transport à permettre un accès aisé aux personnes et aux activités. Elle réduit l'accès en diminuant la mobilité, c'est-à-dire, la vitesse de mouvement des personnes et des marchandises. De ce fait, il est compréhensible que la plupart des indicateurs de congestion se rapportent à la manière dont les vitesses sont affectées ou à celles dont un retard est imposé par la congestion. La mesure de la congestion peut se situer à plusieurs niveaux. Elle peut être effectuée afin d'atteindre différents objectifs et peut être demandée par, ou peut cibler, différents publics. Le tableau 2.1 illustre différentes catégories de personnes généralement intéressées par la congestion et indique leurs préoccupations vis-à-vis les critères de performance applicables aux transports.

Tableau 2.1. **Indicateurs de congestion : Publics types et leurs préoccupations**

	Vitesse	Débit/densité	Retard	Fiabilité/variabilité
Gestionnaire de routes	ooo	ooo	o	
Gestionnaire du système de transport	o	oo	ooo	oo
Usager de la route	oo		ooo	ooo
Elu	oo		ooo	oo

Sur le terrain, les gestionnaires de la route ont besoin d'indicateurs de la congestion qui leur permettent de s'attaquer aux problèmes opérationnels sur des liaisons routières spécifiques. Celles-ci peuvent concerner la densité du trafic routier par rapport à sa capacité, les vitesses moyennes par rapport aux vitesses théoriques (ou vitesses indiquées) ou alors les relations vitesse/débit sur des liaisons du réseau. Cette information est nécessaire afin de révéler l'emplacement des embouteillages ou de comparer la performance d'un tronçon de route à la performance globale du réseau.

Cependant, ces indicateurs présentent rarement une vue d'ensemble du réseau et ne concernent pas forcement les problèmes des gestionnaires du système routier ou des usagers de la route. De plus, il n'est pas du tout certain que la mesure des vitesses de circulation sur des tronçons particuliers constitue une bonne base pour comprendre l'ensemble des conditions de circulation dans les réseaux urbains denses où la plus grande partie de la congestion et le "retard" qu'elle provoque sont générés sur les points d'accès aux voies routières et aux intersections [1].

Les gestionnaires du système ont besoin de comprendre comment fonctionne l'ensemble du réseau et non uniquement comment fonctionne chacune des liaisons. Les gestionnaires du système souhaitent généralement savoir comment d'importants volumes de véhicules peuvent impacter la durée de déplacement - d'où l'importance de la mesure des retards - .

Les usagers de la route se focalisent sur leurs propres déplacements. "Combien de temps dois-je prévoir pour avoir une chance raisonnable d'arriver à destination à l'heure ? est une question récurrente et centrale à la fois pour les particuliers et pour les entreprises. Elle met en évidence le besoin d'informations sur la fiabilité du temps de déplacement et la variabilité des conditions de déplacement.

Les élus, concernés d'abord par les problèmes relatifs à leur électorat (par exemple la fiabilité et la variabilité du temps de déplacement) doivent aussi être capables de prouver d'une manière facilement compréhensible comment ils ont eu (de préférence) un impact positif sur la congestion. Les élus doivent aussi avoir accès à des indicateurs qui leur permettent d'évaluer le rapport coûts/avantages de leurs interventions.

Il n'existe pas de mesure "simple" de la congestion qui convienne à tous les objectifs et à toutes les situations. L'évaluation de la performance d'un tronçon de route spécifique traduite par des comptages horaires de véhicules par rapport à une capacité nominale ne signifiera pas grand-chose pour un usager même s'il emprunte cette liaison tous les jours. Réciproquement, connaître le temps que l'on doit prévoir pour se rendre d'une banlieue à l'autre aux heures de pointe afin d'arriver avant 9 h 30 n'aidera pas nécessairement un ingénieur à mieux programmer le minutage des feux de signalisation dans un quartier d'affaires. Il n'existe pas nécessairement d'indicateurs de congestion "meilleurs" que d'autres mais il peut exister une meilleure adéquation entre les indicateurs sélectionnés et les résultats spécifiques souhaités. A cet égard, il est important de ne pas utiliser simplement un indicateur spécifique de congestion parce qu'il est disponible (d'autres pourraient l'être aussi) mais parce qu'il permet de mesurer une valeur spécifique (par exemple la performance d'un tronçon, la performance de l'ensemble du réseau, le vécu des usagers de la route, etc.)

Enfin, lorsque l'on mesure la congestion – quelque soit l'indicateur – il faut se garder d'une autre forme d'erreur d'observation. C'est un truisme de la littérature sur la mesure de la performance du système de transport que "ce que l'on mesure, on le fait" [2]. Cependant, le corollaire suivant pourrait facilement être souligné : "ce que l'on voit, on le mesure". Comment la congestion est observée – et en particulier où elle est recherchée – sont des facteurs d'une importance fondamentale.

Il existe plusieurs techniques de collecte de données brutes nécessaires pour mesurer la congestion (voir encadré) Celles-ci peuvent être caractérisées comme reposant soit sur l'observation humaine (centres de gestion du trafic, police, observateurs des médias/du secteur privé, etc.) soit sur une forme de télédétection (détecteurs à boucle magnétique incorporée, comptages automatiques alimentés par vidéo, etc.). Alors qu'il est théoriquement possible de le faire, aucun de ces systèmes d'observation n'a encore été étendu à tout le réseau de transport d'une région urbaine. Ce que les gestionnaires du trafic voient – et ce que les indicateurs communiquent aux différents publics – n'est qu'une partie de l'image. Le risque d'erreur réside dans la tentation d'interpréter ce que l'on peut voir et mesurer comme une représentation facile mais pas nécessairement exacte

de l'ensemble du système. Ceci est particulièrement vrai pour des systèmes automatiques de télédétection – par exemple simplement parce que la performance d'un réseau d'autoroutes "câblé" montre une amélioration, cela n'implique pas nécessairement que la congestion diminue. Elle peut simplement être passée "hors de vue" sur des réseaux locaux non surveillés.

Techniques de surveillance du trafic

La détection à point fixe consiste à placer du matériel de surveillance à un endroit spécifique et à utiliser les mesures des flux du trafic à cet endroit pour estimer l'écoulement du trafic sur un tronçon de route. Les détecteurs de position communiquent en général des données concernant le nombre de véhicules et le taux d'occupation de la voie (qui, combinés, peuvent servir à estimer la vitesse du véhicule), et déployés dans une configuration de "double boucle" peuvent aussi mesurer et communiquer directement la vitesse du véhicule et sa classification (par longueur). La principale limite de ces détecteurs est qu'ils ne donnent des informations que sur l'écoulement de véhicules à un point particulier, et que ce point peut ne pas être une représentation réaliste de la performance du reste du tronçon auquel ces données sont associées. Ce problème devient moins préoccupant lorsque les détecteurs de position sont plus nombreux sur un même tronçon. Les principales méthodologies de détection à point fixe sont :

- **Les boucles d'induction** ne coûtent pas cher à l'achat et sont généralement considérées comme une technologie solide, réputée et fiable. Cependant, les boucles d'induction requièrent la fermeture de la voie pour leur installation et leur entretien. Dans des climats de gel et de dégel, dans des chaussées en mauvais état et si l'installation est mal faite, le fil métallique peut casser, ce qui implique la fermetures de voies supplémentaires afin de remplacer la boucle défectueuse. De plus, parce que les boucles sont "noyées" directement dans la chaussée, elles ne sont pas mobiles et doivent donc être remplacées si les bandes de séparation sont déplacées en raison de nouvelles activités de construction ou d'autres changements géométriques et opérationnels.



- **La technologie de contrôle par image vidéo** a été conçue en partie en réponse aux limites des boucles d'induction. Dans de nombreuses circonstances (mais pas toutes) les voies de circulation n'ont pas besoin d'être fermées pour poser, réparer, entretenir ou régler les dispositifs de collecte de données du fait que les caméras sont au-dessus du sol. Si les bandes de séparation sont modifiées, les zones de détection dans l'image de la caméra peuvent souvent être "redéfinies" sans déplacer physiquement le capteur, ce qui permet une collecte permanente de données sans fermetures de route et sans perturbations importantes du système de collecte de données. Cependant, les techniques de détection par images vidéo ont aussi leurs limites. La plupart de ces problèmes résultent de ce que les systèmes vidéo ne peuvent mesurer que "ce qu'ils voient". Ainsi, les systèmes vidéo ont tendance à mal fonctionner dans des conditions atmosphériques à visibilité réduite (par exemple de fortes chutes de neige ou un épais brouillard) et la nuit. De cette manière, ils sont souvent déconseillés pour une installation à mettre en place dans des climats où ces conditions se produisent fréquemment. Enfin, les caméras ont souvent besoin de plus d'entretien de routine que les détecteurs à boucle, la saleté et l'eau pouvant réduire la clarté de l'image, réduisant l'efficacité du système.



- **La technologie de radar à hyperfréquences** a été développée, en partie, en réponse aux limites des technologies précédentes. En particulier, la détection par radar à hyperfréquences n'est pas impactée par le temps ni par les conditions de faible éclairage. Cependant, le radar à hyperfréquences est soumis à d'autres limites qui résultent en des comptages légèrement moins précis que ceux obtenus avec des boucles d'induction ou par la détection vidéo. Comme la détection par vidéo, le radar à hyperfréquences peut fonctionner à partir de positions du capteur soit au-dessus des voies de circulation soit sur le côté de la route. De la même façon, les capteurs placés au dessus de la voie fournissent plus de données précises (moins de chance de fermeture) que le positionnement au bord de la route. Cependant, ces derniers sont habituellement moins chers à installer, à entretenir et à réparer car l'intervention peut se faire en dehors du flux principal.



La détection embarquée fournit une excellente source d'information sur les temps et les vitesses de déplacement. Cependant, un inconvénient important de l'utilisation de véhicules-test est que cette méthode ne fournit pas d'informations sur le nombre de véhicules sur la route. Elle ne fournit que des informations sur les vitesses et les temps de déplacement des véhicules-test. Ainsi, si ces derniers sont la source principale d'information sur les conditions de circulation, la collecte de données supplémentaires sera nécessaire pour fournir les mesures de débit de véhicules sur le tronçon en question.

- **Les véhicules-test** sont en général des véhicules équipés, conduits à intervalles réguliers le long de tronçons routiers spécifiques. Les données concernant la vitesse de déplacement sont enregistrées automatiquement ou manuellement et sont reliées aux données d'emplacement à des bornes kilométriques déterminées. Plusieurs trajets de véhicules à des jours différents sont nécessaires pour élaborer une vue représentative des vitesses de déplacement.

- La collecte des données pour un **véhicule-test à balise** est souvent associée aux systèmes de péage électronique. Un dispositif (balise) interroge des récepteurs électroniques embarqués lorsque les véhicules passent le péage. Il en résulte un enregistrement indiquant quand des véhicules équipés de dispositifs électroniques individuels passent devant des points particuliers de la route. En comparant les données temps et emplacement associées à chaque véhicule lorsqu'il passe d'un emplacement de balise à l'autre, il est possible de déterminer le temps de déplacement pour ce véhicule entre deux emplacements de balises consécutifs. Les temps de déplacement collectés de cette manière sont plus précis que ceux évalués à partir des détecteurs de position mais ils ne fournissent pas d'informations sur la répartition géographique des retards dans la partie du réseau sous surveillance.

- **Les techniques de localisation de téléphones portables** exploitent la possibilité de géolocaliser l'emplacement approximatif des téléphones portables en marche. En suivant le déplacement des téléphones portables, il est possible de déterminer sa vitesse de déplacement et ainsi du véhicule dans lequel il se trouve. En filtrant la base de données de signaux téléphoniques avec une cartographie numerique du réseau routier, on peut ainsi mesurer les vitesses des véhicules sur ces routes. L'avantage de cette technique est que le nombre de véhicules équipés de téléphones portables est relativement élevé et qu'il ne cesse d'augmenter. Cela signifie que (potentiellement) l'ensemble des systèmes de voies routières peut être surveillé sans qu'il soit nécessaire d'installer une infrastructure onéreuse de capteurs. Plusieurs recherches sont actuellement en cours pour résoudre le problème de l'anonymat des données recueillies..

- **Les appareils de technologie de guidage par satellite** (GPS/Galileo) donnent des informations très précises sur leur emplacement actuel, leur cap et leur vitesse de déplacement.. Lorsqu'ils sont placés dans des véhicules et associés à une cartographie numérique, les appareils de guidage par satellite peuvent servir comme d'excellents systèmes de localisation de véhicules. Le stockage et l'analyse des données de localisation par guidage satellite permettent des mesures très précises des flux à travers le réseau routier. Cependant, le fait que ces informations sont stockées à bord du véhicule lui-même pose problème en ce qui concerne leur restitution. Par conséquent, il est nécessaire de prévoir un mécanisme de communication vers et depuis les véhicules équipés d'un guidage par satellite afin de collecter les données concernées.

Source : Adapté de Trafic, Congestion et Fiabilité : Tendances et stratégies avancées pour la réduction de la congestion, Cambridge Systematics/FHWA, 2005, pp A1-A10

Même sur des routes totalement équipées de capteurs – comme, par exemple, celles qui sont entièrement couvertes par un réseau de détecteurs à boucles incorporés ou autres dispositifs de mesure de position (comme les vidéos de surveillance), la "réalité" de la congestion transmise aux gestionnaires et aux responsables peut être influencée par différents facteurs tels que l'espacement entre détecteurs, leur emplacement ou leur qualité. Certaines recherches préliminaires indiquent l'extrême sensibilité des mesures de la congestion à ces trois facteurs. Cette extrême sensibilité peut induire une surestimation ou une sous-estimation de la gravité de la congestion par rapport à une mesure initiale de la congestion[3].

Un autre élément à prendre en compte est que le déploiement d'un réseau étendu de capteurs entraîne des frais non négligeables ainsi que du temps pour sa mise en place. En général, l'extension d'un réseau routier équipé de capteurs se fait lentement et progressivement, les portions les plus problématiques du réseau étant équipées de capteurs en premier. Afin de compléter l'image de "réalité" des conditions de circulation sur le réseau routier urbain, des modèles de plus en plus sophistiqués ont été associés à des données provenant de routes partiellement équipées afin de créer une image globale. Naturellement, le déploiement et l'entretien mêmes des détecteurs responsables de la surveillance du système routier peuvent provoquer la congestion. Les travaux de voirie associés à l'installation et à la réparation de boucles incorporées entraînent la fermeture partielle de la voie routière ce qui peut déclencher une congestion si les travaux ont lieu pendant des périodes de circulation très dense. A cet égard, les systèmes avec portiques de péage automatique peuvent réduire les coûts et les impacts de ces travaux.

2.2 Indicateurs de congestion

Le tableau 2.2 répertorie une vaste gamme d'indicateurs de congestion utilisés dans différentes régions de l'OCDE et de la CEMT. On y distingue deux approches générales; une méthode opérationnelle qui a eu les faveurs des responsables de la construction et de la gestion des réseaux routiers et une méthode à fondement économique qui a en général été utilisée pour hiérarchiser les dépenses publiques affectées au transport. La première se rapporte en général à des caractéristiques concrètes du rendement de la voie routière (vitesse, débit, densité, longueur et durée des files d'attente), alors que la deuxième est généralement basée sur l'extrapolation et la transformations de mesures physiques en valeurs monétaires pouvant servir à guider les décisions d'investissement dans le contexte d'une analyse coûts-avantages.

Les ingénieurs ont donnc généralement cherché à fournir un *débit techniquement "optimal" de la voie routière* alors que les économistes ont tenté de déterminer des *niveaux de congestion économiquement "optimaux"*. Une analyse des pratiques régionales et nationales dans les pays du groupe de travail a souligné que la première méthode – mesurer le rendement physique et technique du système – semblait être la méthode dominante.

Les indicateurs faisant référence au temps, au niveau de service ou au retard incorporent généralement une définition, parfois arbitraire, de la vitesse de déplacement de référence (par exemple circulation fluide telle qu'elle est déterminée par la conception des voies, les vitesses légales ou bien un pourcentage arbitraire de cette vitesse de déplacement en circulation fluide) Cette vitesse de référence ne correspond pas forcément à ce que les *usagers* peuvent considérer comme une vitesse économiquement optimale. Naturellement, ces indicateurs peuvent aussi servir de données pour les calculs généralisés de coûts afin d'en tirer des niveaux de trafic économiquement optimaux. L'utilisation de ces niveaux de trafic économiquement optimaux a été évoquée par cette étude mais la plupart des personnes interrogées ont confirmé que les indicateurs physiques et l'optimisation du débit étaient les principales caractéristiques de la mesure de congestion utilisées à leur connaissance. De plus, il semble que relativement peu de juridictions suivent ou surveillent *la variabilité* des conditions de circulation du trafic via des indicateurs de fiabilité.

Tableau 2.2. **Indicateurs de congestion : Inventaire**

Indicateur	Description	Notes
1. Indicateurs basés sur la vitesse		
Vitesse moyenne du trafic	Vitesse moyenne des trajets de véhicules par réseau	Ne saisit pas correctement les effets de la congestion
Vitesse du trafic aux heures de pointe	Vitesses moyennes des trajets de véhicules aux heures de pointe	Peut servir de référence pour des mesures de fiabilité reposant sur des vitesses actuelles moyennes ou médianes
2. Indicateurs temporels/basés sur le retard		
Heures de retard sur une année	Heures de temps de déplacement supplémentaire dues à la congestion	Tous les indicateurs basés sur le retard dépendent d'une valeur initiale servant au calcul du démarrage du déplacement "retardé" – lorsque cette valeur initiale est une vitesse de circulation fluide, le terme "retard" devient trompeur puisqu'il n'est pas du tout clair que les voyageurs du réseau pourront circuler aux heures de pointe sans ralentissement de vitesse
Retard annuel par tête	Heures de temps de déplacement supplémentaire divisées par la population urbaine	
Retard annuel par usager de la route	Heures de temps supplémentaire divisées par le nombre d'usagers de la route aux heures de pointe	
Temps de trajet moyen domicile-travail	Temps de trajet moyen domicile-travail	
Temps de déplacement estimé	Temps de déplacement estimé sur une liaison routière (utilisée en même temps que des panneaux à messages variables)	
Heure d'encombrement	Evaluation de la durée d'existence des conditions de congestion aux "heures de pointe".	
Retard par kilomètre	Différence entre le temps de déplacement de référence et le temps de déplacement dans les encombrements par kilomètre de réseau.	
Temps de déplacement en indice de congestion	Pourcentage de déplacement de personnes ou de véhicules aux heures de pointe dans des conditions de congestion.	L'utilisation d'un indice de temps de déplacement et le taux de temps de déplacement dépendent également d'une valeur initiale servant à indiquer le début des conditions de congestion, lorsque cette valeur repose sur des vitesses de circulation fluide, la même réserve que celle notée pour d'autres indicateurs de type "retard" est valable.
Indice de temps de déplacement	Le rapport entre les temps de déplacement aux heures de pointe et en circulation fluide, compte tenu à la fois de retards ré-encourus et imprévus (par exemple accidents de la circulation).	
Taux de temps de déplacement	Le rapport entre les temps de déplacement aux heures de pointe et en circulation fluide, ne tenant compte que des retards ré-encourus (retards de congestion normale).	
3. Indicateurs spatiaux		
Miles/kms de voies encombrées	Le nombre de miles/kms de voies encombrées aux heures de pointe.	Les indicateurs spatiaux dépendent aussi de valeurs seuil. Celles-ci peuvent être basées sur les vitesses moyennes/médianes obtenues en général sur des vitesses de circulation fluide (voir note ci-dessus).
Miles/kms de routes encombrées	Partie des miles/kms de routes encombrées aux heures de pointe	
Indice de connectivité réseau	Un indice qui tient compte du nombre de carrefours et échangeurs internes à un réseau routier	C'est un indicateur du potentiel de congestion susceptible de survenir, que ce potentiel soit réalisé ou non dépend d'un certain nombre d'autres facteurs

Indicateur	Description	Notes
4. Indicateur de capacité/de niveau de service		
Niveau de service de voie routière (LOS)	Intensité des retards de congestion sur une voie routière particulière ou à une intersection, sur une échelle de A (% non encombrée) à F (très encombrée)	Ces indicateurs ont eu la faveur des gestionnaires de la voirie. Ils renvoient à la charge admissible d'une voie routière et sont en général implicitement utilisés pour optimiser le débit jusqu'à la charge admissible de la liaison routière en question
Indice de saturation de la voie routière	Rapport entre débit observé et charge admissible de voie routière	
5. Indicateurs de fiabilité		
Indice tampon	Voir planification de l'indice temps ci-dessous	Ces indicateurs essaient de détecter comment les usagers de la route prennent en général des décisions de trajet sur des réseaux encombrés – ils tiennent compte implicitement de l'importance pour de nombreux usagers à effectuer des trajets "en temps voulu" plutôt que de simplement effectuer des trajets à une très haute vitesse
Indice de variabilité de congestion	Indice concernant la variabilité des vitesses de déplacement sur le réseau	
Indice de programmation du temps	Indice tenant compte d'un délai tampon permettant une arrivée à l'heure pour 95% des trajets sur un réseau.	
Moyenne par rapport à la variation des temps de déplacement	Mesure de l'écart standard de temps de déplacement sur une liaison ou sur le réseau pour une période donnée.	
Répartition des temps de déplacement : Centile - moyenne	Mesure de la différence entre le 80ème ou le 90ème percentile de la répartition du temps de déplacement et le percentile médian ou 50ème	
6. Indicateurs économiques coût/efficacité		
Coûts annuels de congestion	Heures de temps de déplacement supplémentaire (générées par déplacement en-dessous de la vitesse de référence) multipliées par une valeur de temps de déplacement, plus la valeur de la consommation supplémentaire de carburant. C'est un coût de congestion monétisé.	Comme cela est noté précédemment, le choix des vitesses de circulation fluide lorsque l'on essaie de tenir compte de "coûts de congestion" est très problématique.
Coûts externes marginaux actuels de congestion	Les coûts externes additionnels (non supportés par les usagers) de chaque véhicule/usager supplémentaire entrant sur le réseau.	
Perte totale de poids mortl	La somme totale de l'ensemble des pertes (coûts-avantages) encourues pour un niveau donné d'utilisation/de trafic).	
Perte moyenne de poids mort par véhicule/km	La perte de poids mort divisée par le nombre de véhicules/km donnant lieu à cette perte.	
7. Autres indicateurs		
Charge de la congestion	Exposition d'une population à des conditions de routes encombrées (compte tenu de la disponibilité et de l'utilisation d'alternatives)	
Consommation excessive de carburant	Consommation totale de carburant supplémentaire due à la congestion.	Une fois de plus, la détermination du point de référence pour une consommation de carburant "supplémentaire" peut être problématique si elle repose sur des vitesses de circulation fluide.
Consommation supplémentaire de carburant par tête	Consommation supplémentaire de carburant par tête	

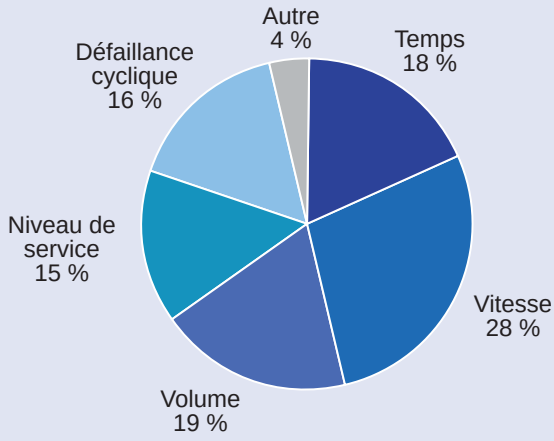
Source : Étude personnelle, VTPI (2005) et COMPETE, (2006).

Congestion – définition, mesure et exactitude

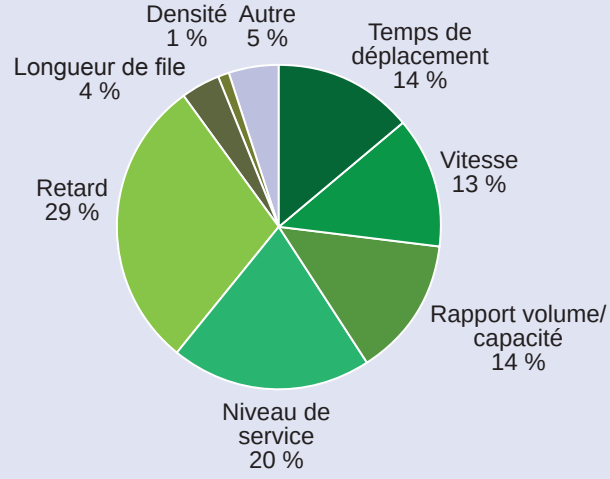
Résultats d'une étude portant sur 480 professionnels du transport en Amérique du Nord

Une étude récente concernantt les professionnels du transport en Amérique du Nord a cherché à identifier comment ces derniers définissaient et mesuraient la congestion ainsi que leur jugement quant à l'exactitude de ces indicateurs. L'étude s'est traduite par 480 réponses aux questions suivantes, résumées ci-dessous :

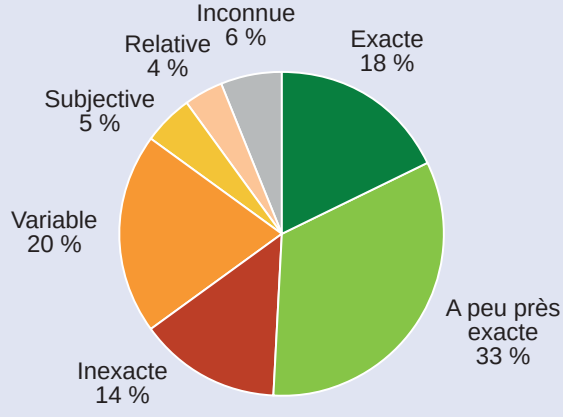
Comment est définie la congestion ?
557 réponses



Comment est mesurée la congestion ?
682 réponses



Précision des mesures de congestion
525 réponses



Les réponses ont souligné l'importance du flux de circulation dans la définition de la congestion (et non des définitions économiques) ainsi que l'importance des mesures reposant sur les temps de déplacement provenant des mesures prises le long de la route. L'étude a aussi révélé que seulement 18% des professionnels du transport interrogés jugeaient que la mesure de la congestion était exacte (33% estimaient les mesures à peu près exactes).

Source : Bertini, R. (2005).

Parmi la multitude d'indicateurs disponibles, il est possible de discerner *trois grandes familles d'indicateurs primaires et de mesures de performance* susceptibles de transmettre de manière utile une image plus exacte de la congestion et de son impacte. Ces indicateurs primaires de congestion pourraient servir à décrire le rendement du système et à calculer les impacts économiques de la congestion. Ces indicateurs concernent la performance du système par rapport :

1. *Au temps de déplacement* (et par conséquent aux vitesses moyennes expérimentées sur la voie routière aux heures de pointe).

2. *À la qualité du déplacement* (et tout d'abord *à la fiabilité et à la prévisibilité du trajet*).

3. À *l'exposition* des voyageurs urbains circulant aux heures de pointe à la congestion des voies routières (par exemple les usagers de la route circulant sur des routes encombrées par rapport à tous les voyageurs urbains aux heures de pointe).

2.2.1 Indicateurs de temps de déplacement

Dans ce triptyque de "familles" d'indicateurs, la première est la plus développée et la plus répandue. Ces mesures de la performance du système peuvent faire référence seulement à des vitesses moyennes ou peuvent franchir une étape supplémentaire et essayer d'associer ces vitesses moyennes à un chiffre de référence – en général des vitesses de circulation fluide. Les vitesses de circulation fluide sont les vitesses que les conducteurs choisissent automatiquement sur ce que l'on considère habituellement comme des routes "vides", par exemple des routes sur lesquelles circulent si peu de véhicules que les véhicules ne s'empêchent pas mutuellement d'avancer. Ces vitesses ont tendance à graviter autour des vitesses maximum légales fixées pour chaque type de route, bien que, en moyenne, sur des routes urbaines, ces vitesses puissent être inférieures à cause des arrêts aux intersections.

L'utilisation de vitesses de circulation fluide comme référence est compréhensible car cela peut être considéré comme un chiffre "objectif" reproductible et facilement utilisable. Cependant, les problèmes surviennent lorsque la différence entre vitesses de circulation fluide et vitesses expérimentées est étiquetée "retard". Le retard est le terme techniquement correct pour la différence mais est souvent mal interprétée au niveau de la sémantique en faisant référence à une cible possible pour les déplacements aux heures de pointe. Comme on l'a vu dans le chapitre précédent, les villes les plus dynamiques ne peuvent pas se permettre des vitesses de circulation fluide aux heures de pointe et ne voudraient pas non plus vivre avec un réseau routier qui le permettrait. Un débat basé sur le retard mesuré en référence aux temps de déplacement en circulation fluide peut ainsi être orientée vers un objectif de régulation de la congestion inaccessible et vraisemblablement indésirable (par exemple zéro retard). Dans ce cas, il est préférable d'utiliser des indicateurs ou des indices de résultat neutres.

Alternatives à des valeurs initiales de circulation fluide pour des indicateurs de congestion : Exemples du Canada

Alors que de nombreuses voix ont affirmé que l'utilisation de vitesses de circulation fluide comme mesure initiale pour déterminer les niveaux de congestion entraînait des résultats subjectifs – en particulier pour le calcul des "coûts" de congestion, il a été difficile d'établir et d'utiliser des valeurs alternatives. Une méthode intéressante employée par le Ministère des Transports du Québec (MTQ) utilise la notion de "seuils" d'acceptabilité de la congestion. Le MTQ affirme que les usagers prévoient et acceptent la congestion aux heures de pointe pour leurs itinéraires normaux mais estiment cette congestion "inacceptable" lorsqu'elle dépasse une valeur seuil.

Pour les besoins d'une étude sur l'impact de la congestion dans le grand Montréal, ce seuil a été fixé à 60% de la limite de vitesse annoncée (par exemple 60 km/h pour une autoroute urbaine annoncée à 100 km/h ou 30 km/h pour une artère annoncée à 50 km/h). Cette notion de seuils a également été reprise dans une étude récente du gouvernement fédéral canadien sur les coûts de congestion dans les plus grandes villes de ce pays. L'étude a utilisé trois valeurs seuils (50%, 60% et 70% de vitesses de circulation fluide) dans sa méthode. Cette étude soulignait que, alors que ces plages de vitesse donnaient des valeurs indicatives des coûts de congestion, il n'existe pas un seul "seuil acceptable" pour toutes les municipalités ou pour la totalité d'un réseau donné. Des valeurs locales de seuil dépendent des conditions locales (quantitativement) et des opinions locales (qualitativement).

Source : Transport Canada (2006).

Une autre façon de contourner le problème des politiques de régulation de la congestion influencées involontairement vers l'offre de vitesses de déplacement en circulation fluide est de choisir des vitesses autres que les vitesses de circulation fluide comme valeur de référence. Celles-ci peuvent être une vitesse fixée légalement ou une manifestation de vitesses de déplacement "normales" ou "prévues" sur un type particulier de route[5]. De telles références peuvent exprimer de manière plus réaliste l'écart par rapport aux vitesses de déplacement prévues mais rendent difficile une comparaison entre différentes régions. Le Canada donne un exemple de la façon dont les indicateurs de circulation fluide peuvent être nuancés (voir encadré).

La vitesse moyenne de déplacement pour une liaison routière donnée et pour une période représentative type peut sembler être un candidat naturel pour une telle référence – mais des vitesses moyennes peuvent cacher l'impact d'événements extraordinaires non récurrents à l'origine de la congestion. Par conséquent, il est plus logique de choisir la vitesse *médiane* plutôt que la vitesse *moyenne* comme substitut raisonnable à utiliser comme référence des temps de déplacement "prévus" ou normaux".

2.2.2. Indicateurs de la qualité de déplacement et de la variabilité du temps de déplacement

Par qualité de déplacement, nous entendons surtout les éléments contribuant à des conditions de déplacement *régulières et prévisibles*. La variabilité du temps de déplacement et sa réciprocité, la *prévisibilité* du temps de déplacement, sont au cœur de cette famille d'indicateurs. Ces mesures sont importantes pour donner aux gestionnaires du système, aux usagers de la route et aux responsables politiques une évaluation réaliste de la manière dont la gestion du trafic et de la congestion résultent en des durées de déplacement régulières et par conséquent "susceptibles d'être planifiées". Il est important de fournir ces conditions de déplacement fiables car celles-ci peuvent contribuer considérablement à réduire le stress des voyageurs – même si les vitesses de déplacement *moyennes* restent relativement basses.

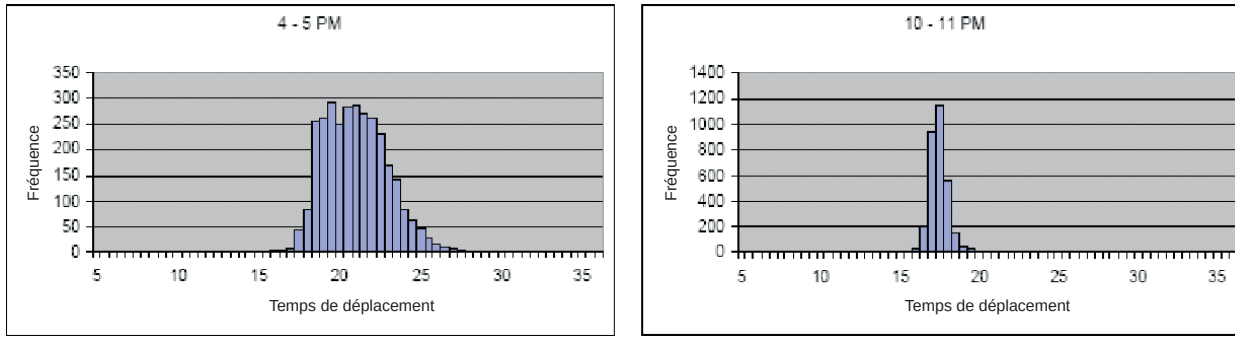
Alors que les temps de déplacement peuvent varier en fonction de l'heure de départ pour différents véhicules circulant approximativement à la même période sur la même route (*variabilité d'un véhicule à l'autre*), la plupart des indicateurs de variabilité des temps de déplacement cherchent plutôt à saisir le changement dans les temps de déplacement pour des véhicules circulant pendant les mêmes périodes, sur les mêmes routes mais *pas le même jour*.

Alors que les usagers de la route habituels sont susceptibles de déterminer de manière heuristique le temps dont ils devraient tenir compte pour effectuer un pourcentage raisonnable de leurs trajets en temps voulu d'après leurs expériences passées, ce n'est pas vrai pour la grande minorité de ceux qui n'ont pas assez d'expérience pour former de tels jugements. Une étude de la composition du trafic routier a souligné que jusqu'à 20 à 40% des usagers de la route aux heures de pointe n'étaient pas des voyageurs habituels sur une quelconque route donnée[6]. Les indicateurs de congestion qui concernent la variabilité des temps de déplacement permettent aux usagers occasionnels de procéder à des évaluations réalistes du budget temps nécessaire pour leurs déplacements (et des "délais tampons" nécessaires à prendre en compte afin d'arriver à l'heure) et fournissent aux usagers habituels des évaluations plus réalistes des délais tampons.

La variabilité du temps de déplacement peut faire référence à la différence de temps de déplacement entre *différents* véhicules entreprenant *le même trajet avec les mêmes heures de départ et d'arrivée*, la différence entre le même trajet entrepris à des *heures de départ et d'arrivée différentes* ou la différence entre le même trajet entrepris à la même heure mais *pas le même jour*. C'est cette dernière définition qui sera le thème central de cette section.

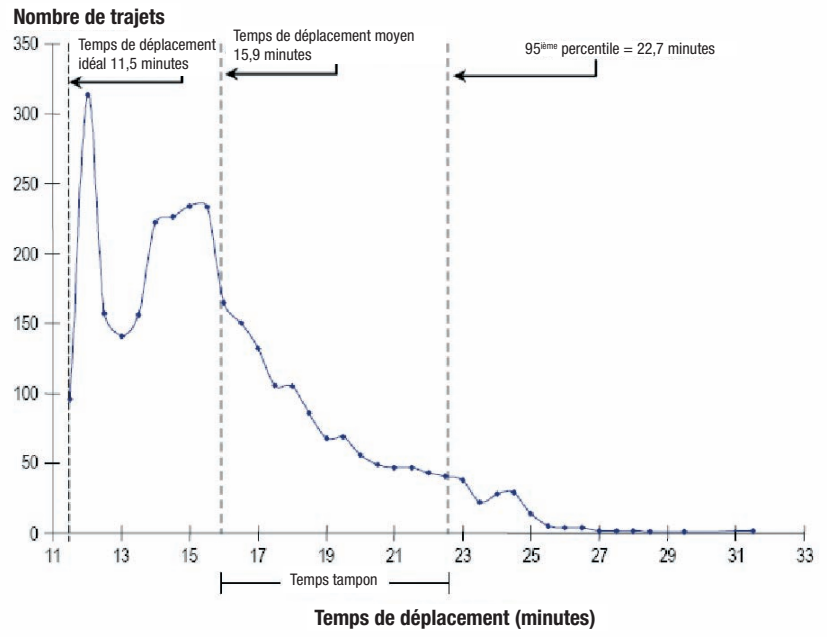
Dans ce contexte, la mesure de la variabilité est liée à la fréquence de distribution et à l'écart type, de mêmes trajets démarrés à la même heure mais à des jours différents – c'est la variation des temps de déplacement d'un jour à l'autre. La répartition fournit une indication sur ce qui est caché par des données de vitesses moyennes – notamment si la moyenne est composée de trajets plus homogènes et prévisibles ou de trajets très diversifiés et imprévisibles. La répartition des temps de déplacement sur la figure 2.1. fournit un bon cas de figure. Les temps aux heures de pointe de l'après-midi indiqués à gauche sont beaucoup plus imprévisibles que la répartition étroitement groupée des temps de déplacement du soir indiqués à droite.

Figure 2.1. **Répartition de la vitesse pour les déplacements de l'après-midi par rapport à ceux du soir, vers le nord I-5/I-45 dans le comté d'Orange, Californie**



Source : Oh, J-S and Chung, Y., 2006.

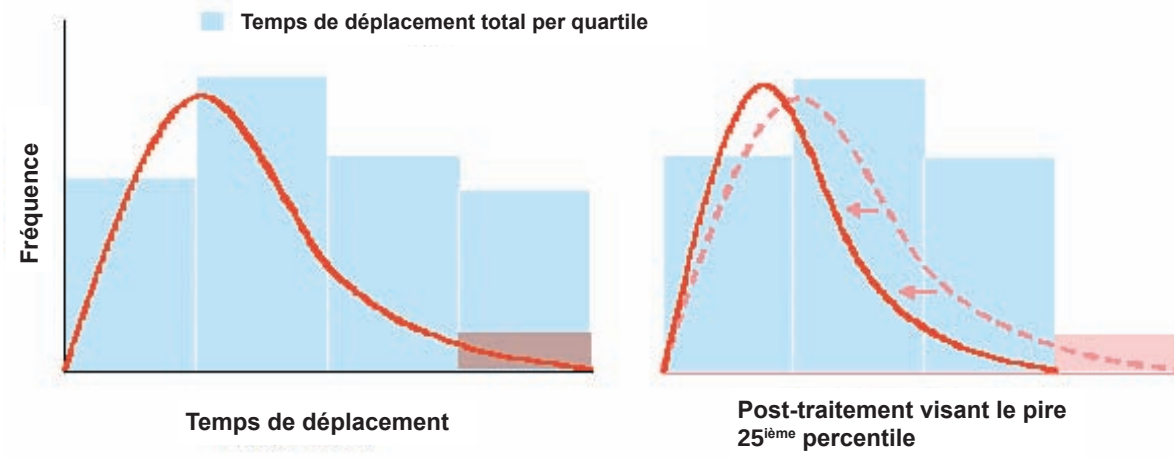
Figure 2.2. **Répartition des temps de déplacement : Route nationale 520 Seattle, vers l'est, de 16 h à 19 h en semaine (longueur 11.5 miles)**



Source : FHWA, 2005.

Les répartitions de vitesses de trajets et de temps de déplacement affichent souvent une longue extrémité horizontale à droite indiquant la présence de quelques durées de trajets de longueur disproportionnée ou de faibles vitesses de déplacement comme le montre la figure 2.2. Cibler les causes des temps de déplacement les plus longs et atténuer leurs impacts peut décaler considérablement la répartition vers la gauche (réduisant les temps de déplacement moyens) et en même temps, contribue à resserrer la répartition autour de la moyenne (en rendant les temps de déplacement plus prévisibles). Ce faisant, cette action offre ainsi des avantages tangibles aux usagers de la route. (comme le montre schématiquement la figure 2.3)

Figure 2.3. **Répartition des temps de déplacement : Route nationale 520 Seattle, vers l'est, de 16 h à 19 h en semaine (longueur 11.5 miles)**



C'est la différence entre le nombre de "longs" trajets et le trajet "moyen" qui exprime la variabilité des déplacements pour la partie du réseau en question. Celle-ci peut être exprimée soit en termes d'écarts standard soit en termes de temps ou de vitesses de déplacement pour le *xième* percentile de la répartition (voir figure 2.4). Le travail d'analyse de l'applicabilité des indicateurs de fiabilité semble suggérer qu'il vaille mieux utiliser la valeur médiane de répartition du temps de déplacement que la moyenne et que la valeur du 90^{ième} percentile est une meilleure référence que l'écart standard[7].

Calcul des indicateurs de fiabilité

Trois méthodes principales servent à déterminer des indicateurs de fiabilité. Ce sont :

La méthode de la **moyenne par rapport à la variation**. Le manque de fiabilité est mesuré comme l'écart type (ou variation) de la distribution des temps de déplacement. Les données d'évaluation de l'écart type peuvent être obtenues en incluant comme attributs dans une étude préférentielle définie (stated preference) à la fois une représentation de la variation et du temps de déplacement moyen.

Percentiles de la distribution du temps de déplacement. Le manque de fiabilité est mesuré comme la différence entre le 80ème ou le 90ème percentile de la répartition du temps de déplacement et le percentile médian ou 50ème Une fois de plus, l'évaluation peut résulter d'expériences préférentielles définies parmi les voyageurs.

Modèles de programmation Le manque de fiabilité est mesuré comme le nombre de minutes d'avance ou de retard sur l'heure de départ ou d'arrivée par rapport à ce qui était souhaité (retard horaire). Ceci peut également être présenté comme un attribut dans une expérience préférentielle définie, en même temps que d'autres attributs comme la durée du voyage et le coût du déplacement.

Source : Hamer, R et al. (2005).

Indicateurs de fiabilité du système : L'exemple du Royaume Uni

Le ministère des transports du Royaume Uni (DfT) a fixé un objectif de contrat de service public (PSA) visant à réduire le manque de fiabilité des déplacements interurbains sur le réseau routier interurbain (dont le ministère est directement responsable). D'ici 2007-2008, les déplacements sur le réseau routier stratégique devraient être plus fiables de telle sorte que :

- L'objectif sera atteint si le retard moyen d'un véhicule sur les 10% de déplacements les plus lents sur les réseaux routiers stratégiques est inférieur en 2007-2008 à ce qu'il était pendant la période initiale.
- L'objectif comprend les 10% de déplacements les plus lents sur l'année pour chaque itinéraire déterminé, pour chaque jour de la semaine et pour chaque heure de la journée.
- La valeur initiale est calculée à partir d'une année complète de données utilisant les meilleures données disponibles à ce moment-là.
- Un ensemble d'objectifs à plus long terme sera développé pour la période postérieure à 2007-2008.

L'objectif repose sur un retard moyen de véhicule, calculé à partir des différences entre les temps de déplacement observés et un temps de déplacement de référence, vécus sur les 10% les plus lents des déplacements diurnes sur chaque itinéraire d'un ensemble de 103 itinéraires qui forment ensemble le réseau routier stratégique d'Angleterre, et ceci pour des départs espacés toutes les 15 minutes entre 6 h et 20 h, chaque jour de la semaine. Réduire la valeur de l'indicateur signifie des temps de déplacement plus rapides dans les 10% les plus lents de la répartition, d'où il résulte des déplacements plus fiables dans l'ensemble. Par conséquent, pour l'objectif à atteindre, la valeur de l'indicateur pour l'exercice financier 2007-2008 doit être inférieure à la valeur de l'indicateur pour la période d'août 2004 à juillet 2005.

Il existe environ 2500 liaisons de carrefour à carrefour sur le réseau routier stratégique. La base de données des temps de déplacement de l'agence routière enregistre les temps de déplacement et les flux de circulation moyens pour chaque section et pour chaque période de 15 minutes de la journée. Le flux de circulation est une estimation du nombre de véhicules traversant la liaison pendant le laps de temps de 15 minutes. Le temps de déplacement est la moyenne estimée pour tous ces véhicules.

La vitesse de référence sur une liaison est la vitesse qui pourrait être obtenue théoriquement lorsque la circulation est fluide. Celle-ci est habituellement inférieure à la vitesse limite afin de permettre de ralentir aux carrefours, etc. et de montrer que même dans les meilleures conditions, la vitesse limite ne sera pas atteinte en moyenne. Les vitesses de référence ont été utilisées auparavant par DfT dans son modèle de transport national et dans d'autres modèles. Elles ont été évaluées à partir de vitesses médianes la semaine aux heures creuses (la vitesse située au milieu de la répartition) à partir des études nationales de vitesse du ministère et servent de référence utile pour faire des comparaisons. Par exemple, une vitesse de déplacement de 48 km/h sur une route limitée à 64 km/h ou sur une autoroute limitée à 112 km/h devrait être analysée différemment. Les vitesses de référence tenant compte des caractéristiques de la route, le fait de les comparer à des vitesses réelles aide à identifier l'emplacement des problèmes. Les vitesses de référence ne représentent pas ce à quoi l'on devrait s'attendre, en particulier aux heures de pointe. Il n'y a pas lieu d'offrir des conditions de circulation fluide en permanence à tous les usagers de la route car le cas échéant, le coût dépasserait considérablement les avantages.

Vitesse limite (km/h)	Vitesse de référence (km/h)		
	Axe interurbain polyvalent, à une voie	Axe interurbain polyvalent, à deux voies	Autoroute
30	22	25	-
40	32	30	-
50	40	37	50
60	45	57	60
70	-	62	67

La mise en place d'objectifs a été rendue possible par la base de données complète des débits de trafic sur le réseau routier couvert par ce dispositif. Les données portant sur les vitesses de circulation moyennes toutes les 15 minutes sur chaque liaison sont collectées en permanence pendant toute l'année. L'analyse des données permet d'identifier les 10% les plus lents de tous les déplacements sur chaque liaison. Le dispositif se concentre sur les liaisons qui subissent les retards les plus longs et de ce fait sont le plus susceptibles de contribuer à des déplacements extrêmement peu fiables.

Les gestionnaires de routes ont souvent communiqué des informations sur la variabilité des temps de déplacement aux usagers en transformant des informations sur la distribution statistique des temps de déplacement en notions plus intuitives, comme celles de "délais tampons" ou "délais de planification". Dans le premier cas, les gestionnaires choisissent une valeur de percentile qui reflète les temps de déplacement les plus extrêmes susceptibles d'être rencontrées par les usagers et la communiquent en tant que "délai tampon" à prendre en compte par les usagers pour la programmation de leur trajet. Dans le second cas, les gestionnaires de la voirie calculent un indicateur de "planification" en comparant la valeur de percentile extrême choisie à la valeur moyenne/médiane du temps de déplacement. De cette manière, si le 95^{ième} percentile de temps de déplacement le long d'un axe routier a une durée de déplacement de 20 minutes, les usagers devraient planifier ce laps de temps afin d'effectuer 19 déplacements sur 20 (95%) en temps voulu – même si le temps de déplacement moyen est beaucoup plus court. De grandes différences entre les percentiles de temps de déplacement supérieurs et les valeurs moyennes de temps de déplacement indiquent des conditions de déplacement instables et imprévisibles alors que de petites différences indiquent des conditions de déplacement relativement stables et prévisibles.

La fiabilité des temps de déplacement est liée à l'ensemble des conditions de circulation – une congestion accrue se accroît également le manque de fiabilité, comme le montre la figure 2.4. Du point de vue des usagers de la route, il est donc logique de donner des informations sur la fiabilité des déplacements en temps réel alors que d'un point de vue stratégique, il est plus cohérent de suivre les données historiques et les évolutions relatives à la variabilité des temps de déplacement. Celles -ci permettant de guider les choix de politiques de gestion de la congestion.

Par exemple, la FHWA américaine établit un certain nombre d'indicateurs de performance reposant sur l'hypothèse selon laquelle des voyageurs devraient pouvoir s'attendre à effectuer 19 trajets sur 20[8] "en temps voulu". Ceux-ci comprennent :

- La planification du temps – Le temps qu'il faut pour effectuer le trajet dans presque les pires conditions (le 95^{ième} percentile du temps de déplacement).

- Un indice de planification du temps – De combien le tampon dépasse-t-il le temps de déplacement "en circulation fluide" (rapport entre le 95^{ième} percentile et le temps de déplacement de circulation fluide).

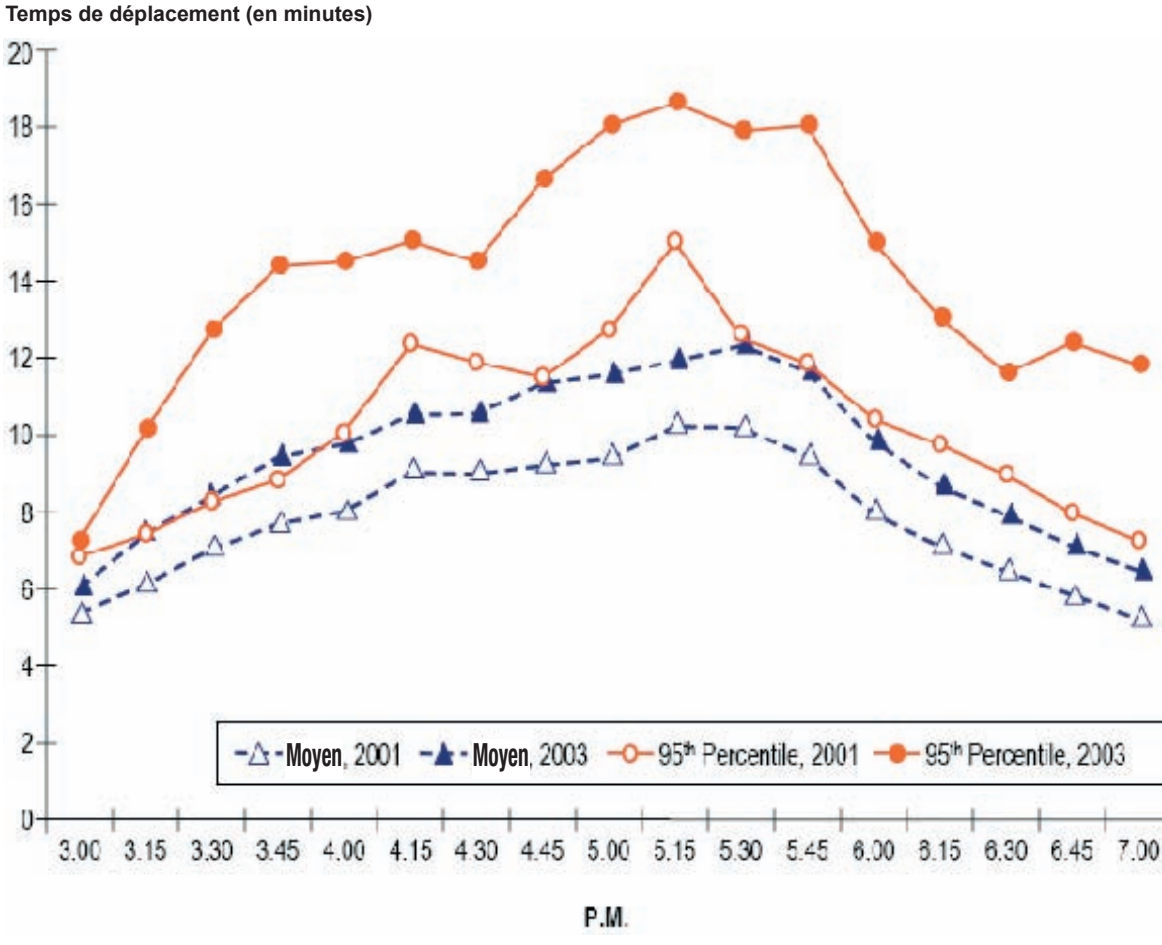
- Un indice tampon – La taille du tampon comme pourcentage du temps moyen qu'il faut pour accomplir ce trajet (95^{ième} percentile moins la moyenne, divisé par la moyenne).

La figure 2.5 illustre l'indice de trafic régional en temps réel développé par le Service Interdépartemental d'Exploitation Routière de la *Direction Régionale de l'Équipement d'Ile-de-France*. Ce graphique montre les conditions actuelles sur l'ensemble du réseau autoroutier équipé de capteurs de la région parisienne (850 km) en référence à la fois à la répartition historique des temps et des vitesses de déplacement observés ainsi qu'aux vitesses de déplacement en circulation fluide (60 km/h). La répartition des observations historiques est divisée en 5 plages, depuis les conditions de faible circulation jusqu'à une circulation exceptionnellement encombrée. L'indice moyen historique de circulation (servant de substitut pour le temps de déplacement moyen) est affiché en jaune alors que les conditions actuelles de circulation sont affichées et actualisées en permanence par le trait noir continu. En haut à gauche d'autres informations sont données sur l'indice du temps de déplacement et les conditions de circulation actuelles ainsi que sur la manière dont le premier peut être comparé aux temps de déplacement moyens. L'indice régional lui-même montre des vitesses/des temps de déplacement actuels en rapport avec des vitesses de circulation fluide de telle sorte

qu'une valeur 1 de l'indice signifie que les déplacements se font avec des vitesses de circulation fluide, un indice 2 indiquerait que les temps de déplacement sont deux fois plus longs que lorsque la circulation est fluide, un indice 3 trois fois plus longs et ainsi de suite. L'écart entre la vitesse de déplacement actuelle et la vitesse moyenne historique est également donnée sous forme de pourcentage. Le graphique ci-dessous indique, ainsi, qu'à 18 h ce jour-là, les temps de déplacement sont 45% plus élevés que les *vitesses de circulation fluide*, le trafic est "dense", les déplacements prendront 14% de plus de temps que le *temps de déplacement moyen* calculé sur les quelques mois passés et que la tendance se détériore.

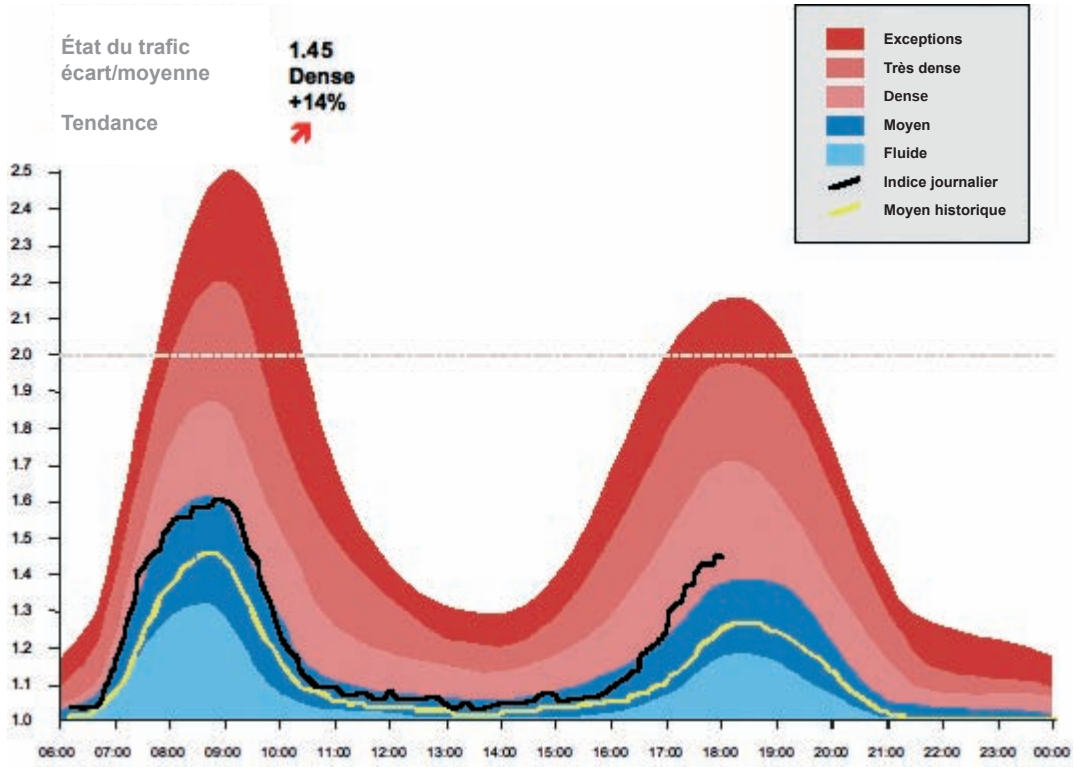
La figure 2.6 illustre une autre méthode hybride pour évaluer la performance du système routier qui peut servir soit à surveiller les conditions de circulation instantanées ou à évaluer des politiques de gestion de la congestion. Comme d'autres autorités régionales dans le monde, le département des transports de l'état de Washington aux Etats-Unis a mis en place un système d'évaluation de la performance des autoroutes qui sert à la fois à informer les voyageurs des conditions actuelles de circulation et à guider les politiques de gestion de la congestion. Ce système multiplateforme basé sur un réseau de boucles incorporées restitue le 95ième percentile des temps de déplacement ainsi que les temps de déplacement moyens, et ceci sur des sites précis ainsi que globalement sur les axes autoroutiers.

Figure 2.4. **Indice de temps de déplacement, planification du temps et indice tampon : I-95 Atlanta**



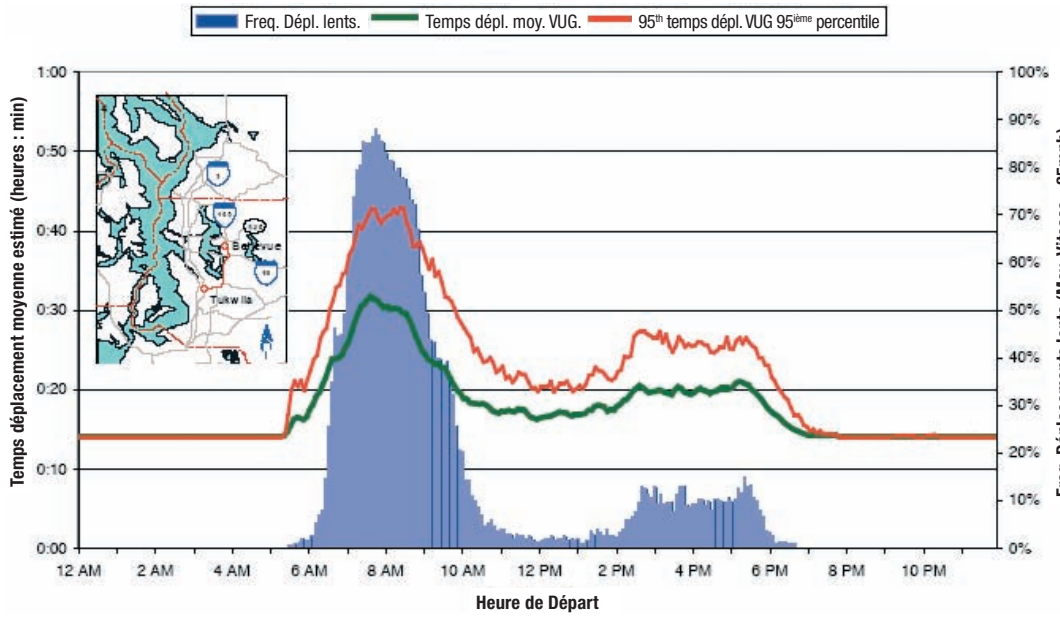
Source : FHWA (2006).

Figure 2.5. **Région Ile de France (Paris) Indice de circulation en temps réel**



Source : SISER, 2005.

Figure 2.6. **Moyenne estimée, 95ième percentile des temps de déplacement et fréquence de forte congestion 2003 : De Tuckwila à Bellevue CBD via I-405 (voies à usage général – 13,8 miles)**



Source : Ministère des transports, l'État de Washington.

Trois indicateurs relatifs à la performance systémique durant les jours ouvrés normaux en 2003 sont combinés dans ce graphique mixte pour un axe particulier. Le temps de déplacement historique moyen pour l'axe de circulation et le 95ième percentile du temps de déplacement par heure du jour sont suivis sur l'axe de gauche. Le premier indique ce qui peut être considéré comme des temps de déplacement "normaux" (surtout si la différence entre le temps de déplacement moyen et le 95ième percentile du temps de déplacement est faible) et le dernier indique la quantité de temps qu'il faudrait prévoir pour effectuer 19 trajets sur 20 en temps voulu. La différence entre ces deux traits indique la prévisibilité relative ou le manque de prévisibilité pour un trajet effectué. L'axe de droite quantifie le risque de congestion "lourde" (déplacement avec vitesses moyennes inférieures à 56 km/h) par heure. Ainsi, les usagers sont à plus de 80% susceptibles de rencontrer une congestion "lourde" le long de cet axe vers 8 h du matin et devraient compter avec des temps de déplacement presque deux fois plus longs que la normale s'ils veulent être sûrs d'arriver à l'heure dans 19 trajets sur vingt. Suivies année par année et utilisées à la fois dans une évaluation ex-ante et ex-post, ces données permettent aux responsables de mesurer leurs progrès au niveau de la gestion de la congestion et de leur progrès vers des conditions de déplacement plus prévisibles. Comme mentionné ci-dessus, le dispositif d'informations illustré par la figure 2.6 est utilisé à des fins d'information aux voyageurs ainsi que pour analyser les efforts de gestion de la congestion. Les voyageurs peuvent calculer leur 95ième percentile de temps de déplacement de manière interactive sur le site web du ministère des transports de Washington. Dans le même temps, l'historique de ces données contribue à améliorer la politique de gestion de la congestion. Dans le cas de l'autoroute reliant Tuckwilla au centre de la ville de Bellevue indiqué ci-dessus, cette analyse rétroactive indique un certain succès dans la gestion de la congestion le long de cet axe à forte circulation comme l'indique le tableau 2.3 ci-dessous.

Tableau 2.3. **Vue d'ensemble de la fiabilité et de la congestion en 2001 et 2002 de Tuckwila à Bellevue CBD via I-405 (voies à usage général – 13,8 miles), heures de pointe du matin**

Temps de déplacement moyen pour des temps de déplacement inférieurs à 2 x la circulation fluide			Temps de déplacement moyen pour des temps de déplacement supérieurs à 2 x la circulation fluide			Nombre de jours pendant lesquels le temps de déplacement a dépassé 2 x la circulation fluide			Temps de déplacement moyen aux heures de pointe			Temps de déplacement tampon (95ième percentile de temps de déplacement)		
2001	2002	Changement	2001	2002	Changement	2001	2002	Changement	2001	2002	Changement	2001	2002	Changement
22 m	22 m	0 %	34 m	34 m	0 %	198	178	-11 %	31 m	30 m	-3.2 %	43 m	41 m	-4.6 %

Source : Bremmer et al (2004).

De 2001 à 2002, pendant les heures de pointe du matin sur l'axe Tuckwilla-Bellevue, la fiabilité a augmenté, permettant ainsi aux voyageurs de gagner 2 minutes sur leur 95ième percentile de temps de déplacement. D'autre part, les vitesses aux heures de pointe ont légèrement augmenté et le nombre de jours pendant lesquels les voyageurs pouvaient s'attendre à rencontrer une circulation importante a considérablement diminué (- 11%). Ces améliorations auraient pu êtres cachées si seules les durées de déplacement moyens avaient été surveillées puisque le temps de déplacement moyen pour la circulation dense et la faible circulation n'a connu aucun changement pendant la même période.

2.2.3 Indicateurs d'exposition à la congestion routière

La dernière branche du trio de familles d'indicateurs de congestion concerne la façon dont la congestion routière impacte la totalité de la performance du système de transport. C'est une "famille" d'indicateurs sous-développée qui, dans l'idéal, devrait fournir une mesure relative du nombre de voyageurs urbains qui sont en fait impactés par la congestion sur les routes. Comme cela a été noté précédemment, la congestion routière est encore un phénomène temporel et ainsi, dans l'idéal, les responsables pourraient chercher à comprendre quel est le pourcentage de déplacements éffectués dans des conditions d'encombrement. Pour

le trajet domicile-travail, il semble évident que la grande majorité des déplacements routiers s'effectue pendant les heures de pointe du matin et du soir. Toutefois l'importance des déplacements aux heures de pointe pour d'autres objectifs de déplacement est moins évidente. Par exemple, l'administration fédérale américaine des transports indique que "la plupart des transporteurs routiers cherchent à programmer et prévoir les déplacements de leurs camions en dehors des heures de pointe et d'éviter les embouteillages connus. Le nombre de camions atteint son maximum en général à midi, surtout sur les autoroutes urbaines inter-états et est relativement élevé tôt le matin et la nuit par rapport au nombre d'automobiles "8. Par conséquent, on pourrait supposer d'après ce qui précède que le fret urbain est relativement moins exposé à la congestion que les déplacements domicile-travail.

Une autre forme d'exposition à la congestion concerne le nombre de voyageurs pris dans les embouteillages sur route par rapport au nombre total de voyageurs circulant pendant les heures de pointe tous modes de transports confondus. Ce type d'indicateur est potentiellement utile pour guider les interventions politiques qui cherchent à améliorer la performance de l'ensemble du système de transport et non uniquement celle du réseau routier. Il est évident que l'importance politique de la congestion routière dans une ville où 98% des déplacements aux heures de pointe s'effectuent sur les routes est différente de celle d'une ville où seulement 60% de ces déplacements sont routiers. Cependant, pour qu'un tel indicateur soit utile il doit aussi chercher à saisir la qualité relative des déplacements sur route par rapport à ceux effectués en empruntant les transports en commun. Un tel indicateur devrait comparer les temps de déplacement et la prévisibilité des déplacements parmi les différents modes – et donner en même temps une certaine mesure de l'accessibilité aux destinations souhaitées par la route comparée aux transports en commun. En outre, beaucoup de déplacements par les transports en commun (déplacement par bus et tramway non séparés) utilisent les mêmes routes encombrées que les voitures et sont par conséquent exposés à la même congestion que ces dernières Malgré des tendances dans certaines zones de l'OCDE/CEMT à séparer sur la chaussée les transports en commun (bus et tramway) des voitures et notamment à mettre en place des bus fonctionnant comme des métros de surface (BRT) assurant des services rapides sur des axes entièrement séparés, il reste cependant important de tenir compte des impacts de la congestion routière sur les services de bus et de trams.

Alors que des éléments de cet indicateur mixte existent dans les différentes administrations de la voirie et des transports en commun, des indicateurs opérationnels holistiques de l'exposition à la congestion de la circulation applicables à l'ensemble des modes de transports restent encore à développer. C'est un sujet qui nécessitera à l'avenir un réel effort d'innovations et de recherches.

Résumé du chapitre

- L'évaluation de la congestion est une étape nécessaire afin de mieux gérer la congestion. De bons indicateurs peuvent reposer sur un vaste réseau de détecteurs de voies routières, toutefois de simples indicateurs reposant sur une surveillance moins élaborée peuvent guider la politique de manière adéquate.
- Les vitesses de circulation fluide ne devraient pas servir de référence directe pour mesurer la performance du système.
- Il est important de suivre à la fois des indicateurs qui sont utiles aux gestionnaires de route (par exemple la vitesse et le débit) ainsi que ceux qui répondent aux préoccupations des usagers de la route (prévisibilité des temps de déplacement et fiabilité du système).
- Les indicateurs utilisés devraient servir à communiquer à la fois l'étendue et l'évolution relative de la congestion.
- Un jeu de base d'indicateurs de congestion devrait communiquer pour le réseau entier ou pour des liaisons spécifiques du réseau.
  - Une mesure du temps de déplacement,
  - Une mesure de fiabilité/de prévisibilité du temps de déplacement et, le cas échéant,
  - Une mesure d'exposition des voyageurs à la congestion.

NOTES

1. Newbery, D. and Santos, G. (2003).
2. OECD (1997), p.45.
3. Fujito, I. et al (2006).
4. Bertini, R. (2005a) and Bertini, R. (2005b).
5. e.g. le Département des Transports du Minnesota, USA, déclare que les déplacements sur autoroute aux heures de pointe inférieure à des vitesses inférieures à 72 km/h sont considérés comme "encombrés" alors que pour la Californie, le chiffre est de 56 km/h pendant "15 minutes ou plus un jour type de semaine" (Bertini 2005a). En Ile de France, France, qui couvre la zone du grand Paris, les vitesses supérieures à 60 km/h sont considérées comme une "circulation fluide"(SYTADIN, 2006). Dans la même région IDF, on dit que les bouchons se produisent sur les autoroutes lorsque la vitesse est inférieure à 30 km/h et ne disparaissent que lorsqu'elle remonte à 60 km/h.
6. Cherrett T., McDonald M. (2002).
7. Brownstone, D. and Small, K. (2005).
8. e.g. the 95th percentile.
9. http://www.fhwa.dot.gov/policy/otps/bottlenecks/chap4.htm.

3. LES CAUSES DE CONGESTION EN ZONE URBAINE

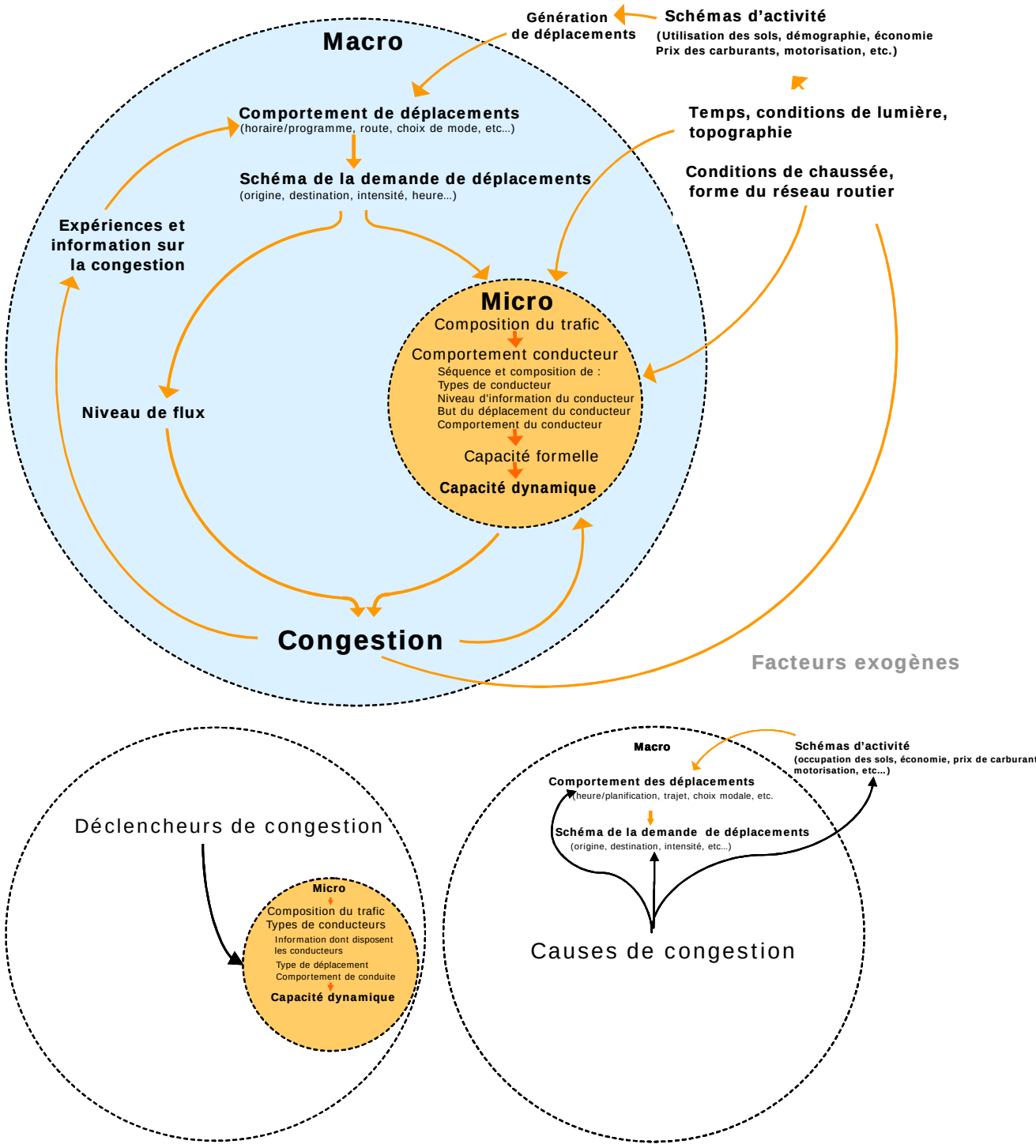
Ce chapitre offre un regard sur les "micro-déclencheurs" et les "macro-conditions" de la congestion. Comprendre comment ces deux phénomènes agissent de façon autonome et en relation les uns avec les autres est un premier pas indispensable dans le développement de stratégies efficaces de régulation de la congestion. Le chapitre couvre également les différentes caractéristiques de la congestion sur les autoroutes urbaines ou les réseaux à flux continus, comparés à la congestion sur les réseaux urbains ou des réseaux à circulation discontinue. Ces différences sont importantes non seulement au niveau de la politique à mettre en œuvre, mais aussi dans l'évaluation des coûts de la congestion couverte dans le Chapitre 4. Ce chapitre étudie également une relation d'une importance fondamentale : celle qui intervient entre l'offre d'infrastructures routières et la demande en termes d'utilisation. Cette relation doit être intégrée obligatoirement dans toute stratégie de régulation de la congestion.

3.1. Introduction

La congestion est un phénomène complexe et multidimensionnel qu'il est difficile de d'analyser et encore plus difficile d'atténuer. Les chercheurs et les gestionnaires de réseaux ont eu des difficultés à décomposer le phénomène en un ensemble de facteurs spécifiques de causalité. Les causes directes de la congestion sont nombreuses (ex. trop de véhicules pour l'architecture d'une route donnée, des changements dynamiques de capacité de la route causés par les changements de file, les comportements de suivi de véhicules, etc.) et sont liées systématiquement à des facteurs plus éloignés (les modèles d'utilisation des sols, les modèles d'emploi, les tendances dans le nombre de véhicules particuliers, les investissements dans les infrastructures, la dynamique économique régionale, etc.).

Nous pouvons néanmoins définir trois catégories principales de facteurs de causalité qui ont un impact sur la congestion routière : des facteurs à un "micro-niveau" (ex. ceux relatifs à la circulation sur la route), des facteurs à un "macro-niveau" relatifs à la demande d'utilisation de la route et enfin, un ensemble de facteurs exogènes relatifs au modèles de réalisation de déplacements et leurs volumes. Entrent en jeu également, des variables aléatoires comme les conditions météorologiques et la visibilité qui jouent un rôle lors du déclenchement de la congestion. Pourtant, en général, nous faisons la distinction dans ce chapitre entre les "déclencheurs" de congestion qui *"provoquent de la congestion routière"* au micro-niveau, et les "pilotes" de la congestion qui fonctionnent à un macro-niveau et *contribuent à l'incidence de la congestion et à sa sévérité*. La figure 3.1 illustre comment ces différents facteurs sont liés entre eux et impactent l'expérience des usagers qui ré-impacte elle-même à son tour le système [1].

Figure 3.1. **Les facteurs micro et macro-niveau ayant un impact sur la congestion**



Source : Adapté de Bovy, P. et Hoogendoorn, S. (2000).

Figure 3.1 le scénario de la congestion :

1. Les formes d'activités – déterminées elles-mêmes par des facteurs démographiques, sociaux et économiques accompagnées par des modèles d'utilisation des sols – ont un impact sur les comportements de déplacement des personnes, des ménages et des entreprises.

2. Ce comportement provoque un niveau de demande de transport étalé dans l'espace et dans le temps.

3. Cette demande de transport débouche sur un niveau global de flux de circulation sur le réseau routier et à des compositions spécifiques de véhicules et de conducteurs sur des segments spécifiques de ce réseau – c'est-à-dire à un micro-niveau. C'est à ce niveau que la capacité dynamique de la route est déterminée à travers des facteurs tels que la composition des types et des longueurs de véhicule, la vitesse de la circulation, les configurations entrée/sortie, les changements de voie et les comportements de suivi de véhicules, etc., le tout gouverné par les conditions atmosphériques et le type de route en question.

4. Quand le flux global sur le réseau dépasse la capacité dynamique de certaines liaisons spécifiques au réseau, la congestion survient et elle se propage en amont.

5. Une rétroaction vers le réseau a lieu dès que les usagers mettent à profit leur expérience de la congestion afin d'adapter leur comportement et/ou que la congestion entraîne des changements à plus long-terme dans les formes d'activité, qui, à leur tour, ont un impact encore plus important sur le comportement, la demande, etc. …

Cette figure, et le scénario qu'elle décrit, illustrent la nécessité d'avoir des stratégies "multi-points" de régulation de la congestion. Les stratégies de gestion de la circulation qui se focalisent uniquement sur le micro-niveau auront un impact limité à terme, si elles ne prennent pas en compte les facteurs contributifs et de causalité à une échelle macroscopique, externe au simple environnement de la circulation.

3.2. Les formes de congestion : Récurrente vs. Non-récurrente, Prévisible vs. Aléatoire

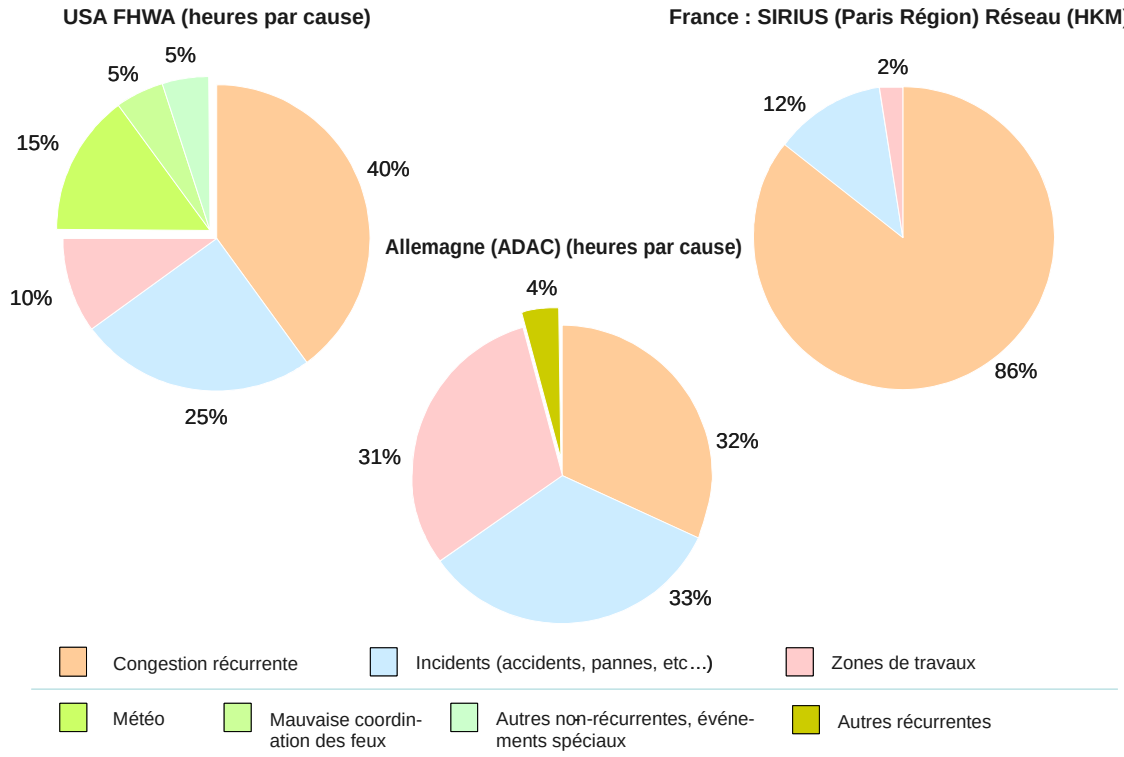
La congestion se caractérise habituellement comme étant *récurrente* ou *non-récurrente*. La congestion récurrente est typiquement la conséquence d'un nombre de facteurs qui agissent de façon périodique sur le système de transports, tels que le déplacement domicile-travail ou les sorties du weekend. La congestion *non-récurrente* est provoquée par des événements imprévus, non-programmés ou majeurs (ex : travaux routiers, accidents, événements spécifiques et ainsi de suite), qui ont des impacts plus ou moins aléatoires sur certaines parties du réseau routier et, en tant que tels, ne sont pas faciles à prévoir ou à modélliser. La part de congestion non-récurrente varie d'un réseau à l'autre et est liée à la présence et à l'efficacité des stratégies de réponse aux incidents, à la programmation des travaux ainsi qu'aux conditions météorologiques en cours (neige, pluie, brouillard, etc.). Tandis que certaines estimations situent la part de congestion non-récurrente à 55% de la congestion totale [2], les régions urbaines qui utilisent des politiques proactives de régulation de la congestion ont réduit ce taux jusqu'à un niveau entre 14% et 25% de la congestion totaleii, comme démontré dans la Figure 3.2.

Les incidents ont un rôle majeur à jouer dans la création de congestion non-récurrente. Les accidents, les pannes, le mauvais temps, les événements spécifiques et les zones de travaux sont tous des exemples d'incidents capables de provoquer des situations de congestion routière parfois très graves. Une panne de

véhicule peut provoquer la fermeture d'une partie d'une route expresse et créer un goulot d'étranglement. Une zone de travaux ou le mauvais temps peut faire fermer des voies de circulation et dévier la circulation ailleurs, provoquant ainsi de la congestion sur d'autres routes. Une catastrophe naturelle peut endommager une infrastructure routière et provoquer de la congestion, et en même temps augmenter la demande en créant des conditions de panique. En ce qui concerne des événements spécifiques, ceux-ci génèrent une augmentation de la demande par leur nature même. On peut classifier ces incidents comme étant locaux, quand ils ont uniquement un impact sur une petite section du réseau routier, ou comme étant globaux quand ils génèrent de la congestion dans une grande partie du réseau ou à travers le réseau entier.

Tandis que la plupart des incidents non-récurrents ont le même impact négatif sur les performances routières, ces incidents ne sont pas tous purement aléatoires et les difficultés pour les prévenir sont variables. Tandis que la plupart des accidents sont imprévisibles par leur nature même, des segments prédisposés aux accidents peuvent être identifiés par une analyse statistique et des traitements spécifiques de sécurité géométriques ou autres.

Figure 3.2. **Sources de Congestion : Part de Causes Récurrentes vs. Causes Non-récurrentes**



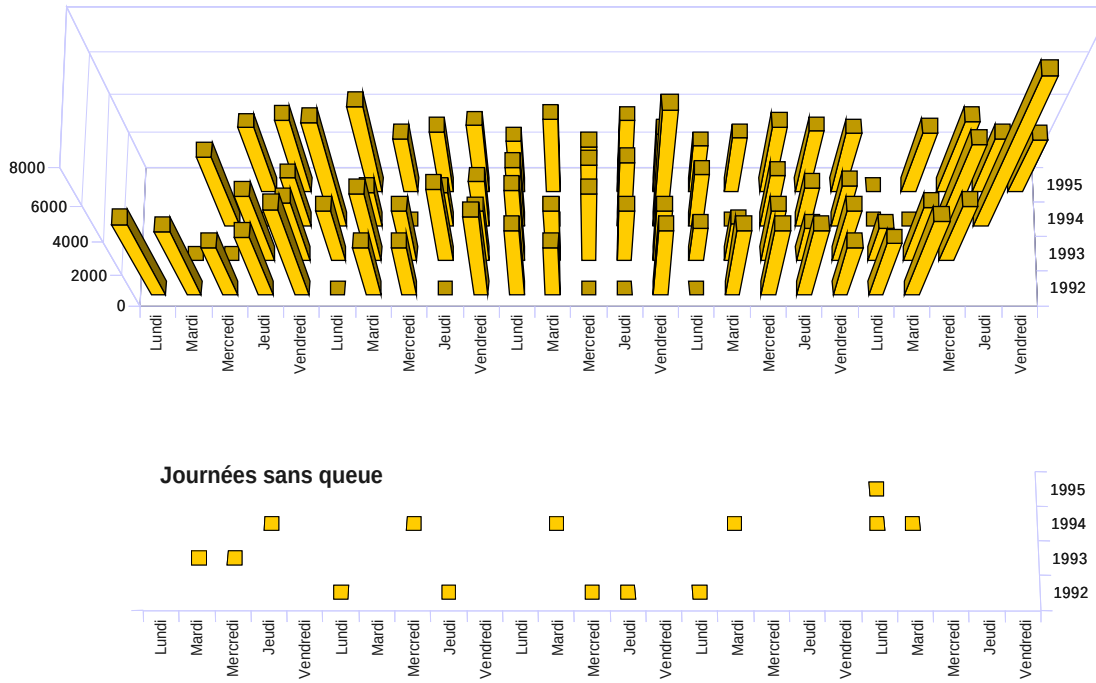
De même, les travaux peuvent être gérés en minimisant leur impact sur la circulation. Même les impacts des conditions météorologiques [4], qu'il est en soi impossible de changer, peuvent être réduits par la fourniture d'informations appropriées aux conducteurs, l'imposition de limites de vitesse adaptées et à travers l'élaboration de plans d'opérations efficaces.

Enfin, il faut se rappeler que la nature de la congestion "non-récurrente" peut varier en fonction du type de réseau routier concerné – et ceci est particulièrement vrai en ce qui concerne les incidents autres que les accidents qui bloquent la circulation. Au sein de réseaux routiers urbains denses (ex : réseaux à flux discontinu) où l'espace routier est limité, nombre d'incidents qui se répètent régulièrement, mais

qui ne sont pas forcément prévisibles, peuvent bloquer la circulation. Parmi ces incidents se trouvent les opérations de déménagement, la livraison de fret, le trafic scolaire et, à un micro-niveau, les manœuvres de stationnement. Ceux-ci peuvent tous contribuer de façon significative à ralentir la circulation, mais peuvent être abordés par des mesures spécifiques.

La régulation de la congestion non-récurrente est importante pour plusieurs raisons. D'abord, la congestion non-récurrente, contribue, par sa nature même, à la variabilité inacceptable des temps de déplacement et impose des situations de stress extrême aux usagers de la route, du fait des contraintes horaires auxquelles ils sont soumis. Même si rouler lentement dans le flux de circulation n'est ni agréable, ni souhaitable, ceci *peut* être intégré dans le planning des utilisateurs lorsque ce traffic est constant. Une circulation ralentie ou à l'arrêt de façon *imprévue* suite à un accident, des travaux mal organisés, etc. génèrent de la frustration parmi les usagers et contribue grandement au facteur "pénibilité" de la congestion. La réduction de la quantité de congestion *non-récurrente* sur un réseau routier réduit la *variabilité* et la durée du phénomène de congestion, accroît la capacité des usagers à planifier leurs déplacements de manière plus prévisible et, ce faisant – même si les temps moyens des déplacements restent stables – améliore leurs expériences routières.

Figure 3.3. **Longueur de queue dans l'après-midi sur la rampe d'accès de Croosjwik Rotterdam, par jour de la semaine en juin, 1992-1995)**



Source : Adapté de : Bovy, P. et Hoogendoorn, S. (2000).

Il est également à noter que, dans beaucoup de cas, la dichotomie entre congestion récurrente = prévisible et congestion non-récurrente = aléatoire ne tient pas. Des études détaillées de la congestion au micro-niveau ont révélé que même ce qui est considéré comme étant de manière sûre la congestion "récurrente" peut être hautement stochastique. Malgré des niveaux similaires de flux et de densité de circulation, et tenant compte des incidents et d'autres facteurs qui contribuent à la congestion non-récurrente, un voyageur sur une même partie de la route peut se trouver confronté à une situation sans aucune congestion, à une légère congestion ou à une congestion sévère à une heure donnée de la journée. Malgré une tendance à trouver la

congestion récurrente pendant les heures de pointe au cours de la semaine, les usagers peuvent parfois vivre des situations dans lesquelles il n'y a pas de queues. De même, des queues peuvent se former dans des zones où une capacité adéquate est disponible ("embouteillages fantômes"). Dans les cas où des informations détaillées sont disponibles, celles-ci soulignent la nature aléatoire des congestions les plus "prévisibles". Par exemple, la Figure 3.3 montre que, malgré la prévisibilité d'une queue récurrente chaque après-midi à la rampe d'entrée de Crooswijk à Rotterdam, les usagers peuvent ne pas trouver de queue au moins une fois par semaine. Un facteur majeur de ce caractère aléatoire réside dans l'instabilité des flux de circulation au fur et à mesure que la demande s'approche de la capacité nominale de la route (Voir ci-dessous).

Ces différents facteurs illustrés dans la Figure 3.1 seront examinés dans les sections suivantes, afin de souligner les cas où ils sont pertinents du point de vue des stratégies de régulation de la congestion. Le premier point étudiera les facteurs "déclenchants" de la congestion avant de regarder de plus près les conditions plus générales de la congestion qui contribuent à sa concrétisation et à sa sévérité.

3.3 Sources de Congestion : Les déclencheurs de la congestion

Quand la congestion survient sur les routes, elle ne survient pas de la même manière sur toutes les routes. Les véhicules roulant sur une route dans le même sens constituent un flux de circulation. En fonction du type de route en question, ce flux peut être continu (ex : routes à accès contrôlé, comme les autoroutes urbaines) ou discontinu à cause des intersections et des points d'entrée et de sortie (ex : routes artérielles, collecteurs et routes locales). Dans bien des aspects de base, la congestion sur des réseaux à flux continu prend naissance, se comporte et se dissipe autrement que sur des réseaux à flux discontinu. Si la congestion sur ces deux types de route se comporte différemment, les réseaux routiers, eux, comprennent habituellement un mélange de ces aménagements et, par conséquent, il n'est pas seulement important de comprendre la nature de la congestion sur ces deux types de routes, mais aussi comment la congestion sur les aménagements à flux continu impacte et interagit avec la congestion sur des routes à flux discontinus.

3.3.1. Les déclencheurs de la congestion sur des aménagements à flux continu

Les aménagements à flux continus comme les autoroutes urbaines ou les routes à grande circulation à plusieurs niveaux ou à accès limité sont caractérisés par, et conçus pour, des flux élevés de circulation et des vitesses relativement importantes. Ils sont utilisés comme des canaux majeurs pour la circulation, interconnectant des réseaux locaux et connectant ceux-ci aux réseaux régionaux. Le rapport entre vitesse et flux, ou, alternativement, entre densité et flux sur les réseaux à flux continu est le point de départ de beaucoup d'analyses théoriques sur la congestion routière réalisées par les ingénieurs, les mathématiciens et les physiciens – initialement à cause des fortes discontinuités relativement chaotiques qui apparaissent lorsque ces routes s'approchent de leur niveau de saturation.

Le schéma de base de la circulation : vitesse et flux

La relation dynamique entre la vitesse et le flux de la circulation sur les aménagements à flux continu – également connu sous le nom de *schéma de base des flux de circulation* – est illustrée dans la Figure 3.4. En lisant le diagramme dans le sens des aiguilles d'une montre du point A jusqu'au point D, nous voyons apparaître la structure parabolique suivante pour la circulation :

A. Dans des conditions de trafic à circulation fluide et non-limitées[5], les conducteurs auto-sélectionnent les vitesses (qui sont généralement constantes) et, jusqu'à un certain point, les distances entre véhicules. Le choix de vitesse sélectionné par les conducteurs peut être influencé par des limites

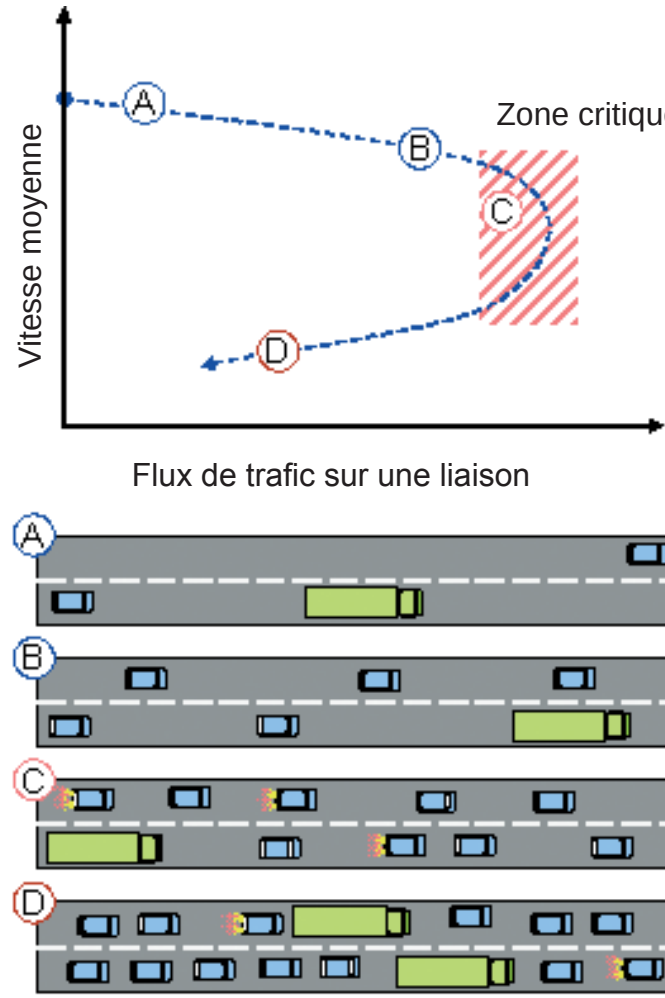
de vitesses réglementaires et, dans certains cas, des distances de sécurité entre les véhicules sont recommandées par des panneaux d'affichage au bord de la route. Dans ce cas, les conditions de circulation sont caractérisées par des vitesses élevées et des flux réduits.

B. Au fur et à mesure que d'autres véhicules entrent sur la route, les conducteurs ne peuvent plus choisir leur vitesse de prédilection. Par contre, ils sont en mesure de contrôler la distance qui les sépare du véhicule qui les précède. Cette phase est caractérisée par une réduction de la vitesse des véhicules, une réduction de la distance entre les véhicules (donc une augmentation de la densité), avec un flux croissant.

C. Au fur et à mesure que davantage de véhicules entrent sur la route, le système s'approche de la saturation. Il est important de souligner qu'il n'y a pas de point unique qui constitue le point où on peut dire que la saturation a été atteinte ou dépassée – ou, du moins, il n'existe aucun moyen facilement opérationnel capable de déterminer ce point avec précision (ce qui explique la grande difficulté qu'ont les gestionnaires de réseaux routiers à développer des prédictions détaillées pour la congestion). Le système entre plutôt dans une zone "critique" et instable où les accidents et/ou autres incidents ayant un impact sur la capacité dynamique de la route, tels que les légères variations de vitesse, les distances entre véhicules, et les changements de file non-contrôlés peuvent tout d'un coup faire évoluer le système d'un état vers un autre – par exemple, d'un état de réduction de vitesse et d'augmentation de flux vers un état de réduction de vitesse et de réduction de flux. Ce phénomène est illustré par la courbe de tendance inverse, qui sous tend la plupart des graphiques vitesse/flux sur les conditions actuelles de circulation sur les autoroutes urbaines (Voir Figure 3.5).

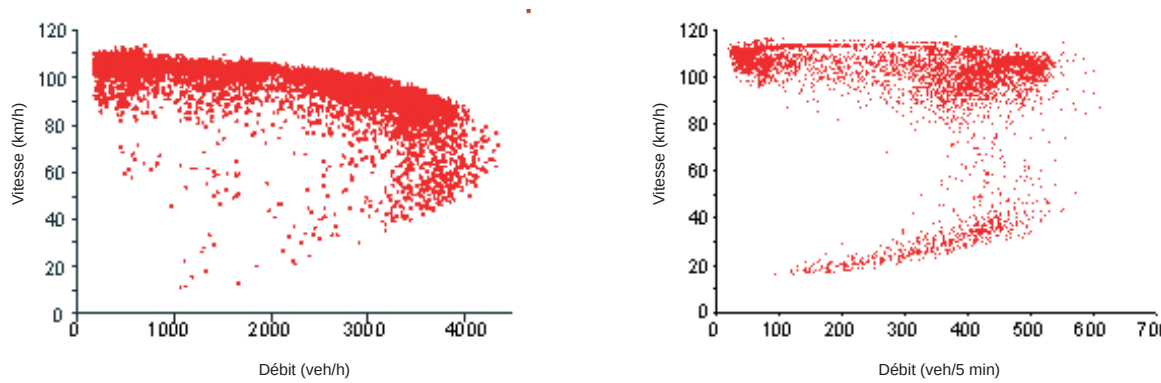
D. Enfin, au fur et à mesure qu'un nombre croissant de véhicules entre sur la route déjà encombrée, les vitesses chutent dramatiquement, les temps de déplacement font un bond vers le haut et, en fin de compte, la circulation se bloque et avance en accordéon, si elle n'est pas complètement à l'arrêt. Le système est entré dans une zone de congestion croissante et de formation de queues (appelé "hyper-congestion" par les économistes) ou les vitesses et le flux décroissent ensemble. A cause de la nature même des aménagements à flux continu (peu de points d'entrée et de sortie), la persistance naturelle de la congestion est considérablement amplifiée et le système ne retournera aux situations A et B que longtemps après que la quantité de véhicules entrant sur la route aura diminué.

Figure 3.4. **Courbe de vitesse/flux pour des flux continus**



Source : CEMT (2007).

Figure 3.5. **Courbes de vitesse/flux pour deux autoroutes urbaines**



Autoroute A-40 Bochum, Allemand (2 voies)

Autoroute 10 est, Los Angeles, États-Unis

Source : ACEA (2004 and based on data from California Freeway Performance Measuring System (PeMS - http://pems.eecs.berkley.edu/).

Les ingénieurs de la circulation, gestionnaires de réseaux routiers et économistes des transports sont tous très attentifs à la zone qui entoure le sommet de la courbe vitesse/flux. C'est à ce point que les ruptures de flux ont lieu (parfois de façon drastique, comme on le voit dans l'exemple de Los Angeles dans la Figure 3.5) sur des aménagements à flux continu.

La courbe vitesse/flux examinée ci-dessus représente les *caractéristiques moyennes* du flux de circulation pour une liaison ou un ensemble de liaisons données et pour une population donnée de véhicules – possédant eux-mêmes différentes caractéristiques d'accélération/décélération en fonction de leur type et de leur taille (c'est-à-dire : les relations voitures-camions-véhicules avec des remorques, etc.). Cependant, c'est une méthode généralement acceptée et très utilisée pour représenter les flux de circulation sur des aménagements à flux continu. Elle est également à la base d'une grande partie des analyses économiques relatives aux coûts de la congestion, un des sujets couverts par le Chapitre 5. Cependant, ce n'est pas le seul *schéma de base* possible. D'autres ont examiné les avantages de formes de représentations différentes des flux de circulation, y compris le rapport entre *espace-vitesse moyenne et intervalle moyen et entre flux et densité*.[6]

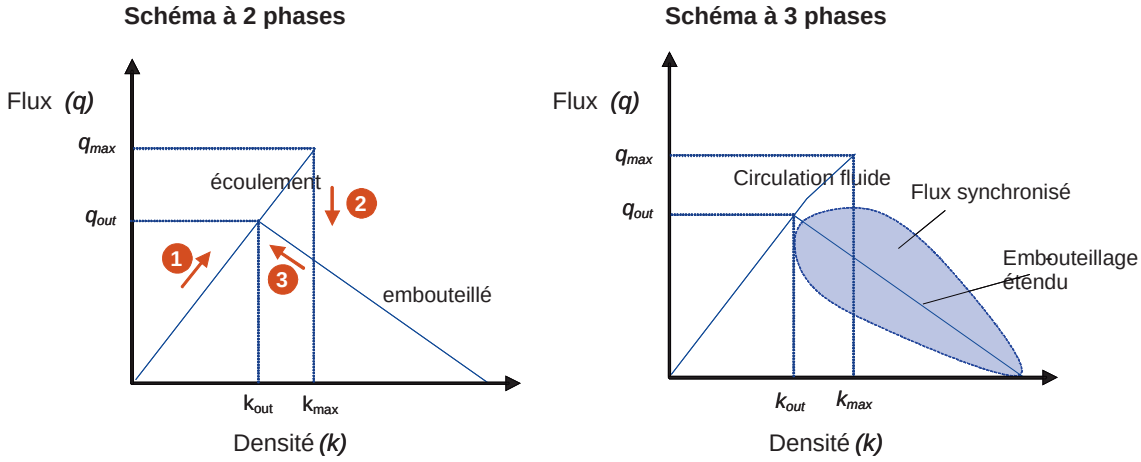
La théorie à trois phases des flux de circulation

Une autre forme de représentation du comportement de la circulation est apparue au milieu des années 90, le résultat d'un ensemble de mesures empiriques compréhensives et détaillées effectuées le long des autoroutes allemandes[7]. A l'étude de ces données empiriques, les chercheurs ont découvert des configurations complexes et variées en temps-distance qui ne se conformaient pas aux conditions d'équilibre monodimensionnelles décrites dans les schémas vitesse/flux et vitesse/densité. Ils ont proposé un autre modèle conceptuel pour aider à comprendre les flux de circulation sur des aménagements à flux continu. Ce modèle caractérise la circulation comme fonctionnant sous un des trois régimes possibles ; la circulation fluide, l'écoulement synchronisé et le bouchon généralisé (Voir Figure 3.6). Au sein de chaque régime, on trouve de nombreuses configurations relatives à la croissance ou à la diminution de la configuration, à son emplacement, à l'existence de d'une congestion sévère par rapport à une congestion légère et à sa relation aux autres configurations. Cette approche est une approche qualitative qui se limite à décrire *ce qui* se passe sur la route, mais non le *pourquoi* de ce qui se passe – cependant, en permettant l'identification de configurations importantes et récurrentes de la circulation, cette approche a le mérite d'être utile pour suivre et prévenir la congestion routière[8].

Chutes de capacité

Une caractéristique des flux intenses de circulation sur les aménagements à flux continu est la fréquence des discontinuités observées dans les mesures de flux, lorsque ceux-ci s'approchent de la capacité pratique "maximale". On peut observer une perte subite de capacité, comme on le voit dans le schéma vitesse/flux en Californie dans la Figure 3.5. La représentation schématique de ce rapport – également appelé l*e schéma fondamental de forme lambda inversée*– est montré dans la Figure 3.6 pour des représentations en deux et en trois phases des flux et des densités de circulation. Comme le démontre cette Figure, ce comportement *hystérétique* suggère un recouvrement entre les régimes à circulation fluide et les régimes de congestion. Une des raisons possibles de cette "perte" de capacité réside peut-être dans l'asymétrie entre le trafic qui accélère et le trafic qui ralentit – la première catégorie affichant des distances plus grandes entre les véhicules (et par conséquent une capacité réduite) et la deuxième affichant des distances plus courtes (et par conséquent une capacité plus élevée)[9]. Pour que le flux puisse reprendre, ceci suppose que la densité de la circulation doit diminuer non au dernier point de repère avant le changement de régime (k_{max}) mais à un point bien en dessous de la capacité maximale.

Figure 3.6. **Chute de capacité illustrée pour des configurations à deux et à trois phases**



1. Régime à circulation fluide, le flux augmente avec la densité. Les petits dérangements dans le flux n'ont pas d'effet significatif.
2. A la densité critique, k_{max} le trafic est considéré comme étant metastable. Les petits dérangements ont peu d'effet sur le trafic, mais au-delà d'un seuil, ils débouchent sur des effets de cascade qui culminent par une interruption de flux. L'état de flux à capacité maxi à q_{max} est annulé à cause de la chute soudaine de flux, appelé la *chute de capacité.*
3. La densité du trafic doit être réduite de façon significative pour retrouver le régime de circulation fluide. Après ce retour, le flux sera égal à $q_{out} << q_{max}$ qui est le flux sortant de l'embouteillage ou la capacité de décharge de la queue, et non q_{max}.

Source : Adaptée de Maerivoet, S. et de Moor, B. (2006).

Capacité "dynamique"

Au-delà de la notion de capacité "instable" examinée ci-dessus, existe la notion de capacité "dynamique". Une conclusion constante aux recherches récentes sur la circulation routière est que la capacité de la route, longuement considérée comme étant une caractéristique statique de la conception et de la construction routières, devient hautement variable dans la zone critique à l'approche du sommet de la courbe vitesse/flux. Il existe plusieurs cadres analytiques permettant une description du comportement de la circulation à l'approche du sommet de la courbe vitesse/flux, mais ils se dirigent tous vers un ensemble de circonstances convergentes responsables du déclenchement de la situation de congestion.

Ce que révèlent ces approches est que la congestion est déclenchée par des "micro-chocs" au système. Ceux-ci sont caractérisés par certains comme étant des pics de demande et, par d'autres, comme des chocs de capacité. Pourtant leur impact est identique. Des changements subits et éphémères de la capacité de flux sur une route peuvent être provoqués par un nombre d'interactions véhicule-véhicule ou véhicule-route, lorsque ce flux s'approche du seuil "critique" examiné ci-dessus. Les déclencheurs de la congestion sont provoqués par le comportement de suivi de véhicules (choix de distance et d'intervalle), le choix de la vitesse et les vitesses différentielles, décélération ou accélération, les changements de file, etc. Tandis que le rapport déterministe entre la demande et la capacité incarné dans bien des lignes directrices d'ingénierie, du type Highway Capacity Manual (le Manuel de la Capacité Routière) prévoit une interruption lors du dépassement de la capacité maximale, des études empiriques indiquent un ratio probabiliste dans lequel la rupture de flux peut avoir lieu avant ou même après le dépassement de la capacité maximale. Le point

auquel les réelles interactions dans la circulation font pencher le rapport vitesse-flux d'une situation de flux dense mais sous-critique vers une situation de flux encombré supra-critique dépend de plusieurs variables liées à la composition même du flux.

Les chercheurs hollandais Hoogendorn et Bovy ont identifié les variables suivantes comme étant importantes dans la détermination du moment auquel la congestion est déclenchée sur des aménagements à flux continu :

- La séquence et la combinaison des *types de véhicule* (voitures, bus, camions, fourgonnettes).
- La séquence et la combinaison des *types de conducteur* (à risque, anti-risque, agressifs, etc.).
- La séquence et la combinaison des conducteurs en fonction de leur *niveau d'information* (prévisions de congestion, la connaissance des conditions locales, etc.).
- La séquence et la combinaison des *buts des déplacements* (trafic domicile-travail, trafic commercial/lié aux activités professionnelles, trafic de loisirs, trafic en transit, etc.).
- La séquence et la combinaison de l'*état d'esprit des conducteurs*.

Le traitement de la manière dont ces facteurs influencent la capacité dynamique du flux à des goulots d'étranglement spécifiques est un aspect fondamental à prendre en compte lors de l'examen de la manière dont la congestion se constitue sur des aménagements à flux continu. Les goulots d'étranglement sont des éléments particulièrement vulnérables dans le système routier et ils méritent un traitement prioritaire dans les politiques de réduction de la congestion. Les goulots d'étranglement peuvent être physiques (c'est-à-dire les ponts et les tunnels) ou des rétrécissements "dynamiques" virtuels dans l'offre disponible (Voir l'encadré). Cependant, le comportement de la circulation lors de son entrée dans un goulot d'étranglement au niveau de la capacité maximale, ou proche de ce niveau, est identique. Quand il y a plus de véhicules qui arrivent au goulot d'étranglement que la capacité spécifique de la route ne peut supporter, des queues se forment et se propagent en amont, tandis qu'en même temps le flux en aval à la sortie du goulot d'étranglement est bien en dessous de la capacité technique de la section.

Les conclusions de la recherche sur le flux de circulation proche de ou égale à la capacité maximale ont des implications importantes dans les politiques de régulation de la congestion. Au fur et à mesure que l'on se rapproche de la capacité pratique d'une route, la capacité réelle en termes de débit commence à varier au sein d'un flux dense et la probabilité d'une rupture de flux augmente. Les politiques qui abordent les facteurs (les combinaisons de types de véhicules, de types de conducteurs, le niveau d'informations, les buts des déplacements, l'état d'esprit des conducteurs) qui font en sorte que la capacité varie dans la zone critique près du sommet de la courbe vitesse-flux, peuvent influer sur le point de déclenchement d'une rupture du flux – ou peut-être le retarder jusqu'à ce que la demande commence à diminuer.

Goulots d'étranglement

Les goulots d'étranglement dans la circulation sont des éléments importants, peut-être les éléments les plus importants, dans la formation d'embouteillages. Tandis que la congestion est souvent vue comme étant "trop de circulation pour la route" (Voir le Chapitre 2), l'incidence spécifique de la circulation peut être reliée à trop de véhicules pour une section donnée. Cette restriction sur la capacité de la route peut être un élément physique concernant la route en question (ex : rétrécissement de deux voies à une seule) ou la conséquence d'un événement éphémère. Ainsi, en termes formels, le goulot d'étranglement est un événement qui a lieu sur la route ou près de celle-ci, ou une limitation physique de la route, qui fait en sorte que la capacité de passage soit réduite par rapport à ce qu'il est en amont et en aval du lieu en question [10]. L'Alliance Américaine des Usagers de la Route identifie quatre principaux types de goulot d'étranglement :

Goulots d'étranglement de type 1 : Effets visuels sur les conducteurs

Dans ce cas, le comportement des conducteurs est influencé par une forme de signal visuel, qui peut comprendre :

- Distractions de bord de route – des événements inhabituels ou atypiques qui sont une source de distraction pour les conducteurs.
- Un dégagement latéral limité – normalement les conducteurs ralentissent dans des zones où les barrières sont trop proches des voies de circulation ou s'il y a un véhicule en panne sur l'accotement.
- Badauderie – la plupart des conducteurs ralentissent afin de regarder des scènes d'accident, même si l'accident a eu lieu sur les voies allant dans l'autre sens ou si la voie est bien dégagée.

Goulots d'étranglement de type 2 : Changements abrupts du tracé

Des courbes prononcées et le relief peuvent ralentir les conducteurs pour des raisons de sécurité ou parce qu'ils ne peuvent garder leur vitesse dans les montées. Un autre exemple de ce type de goulot d'étranglement est constitué par des zones de travaux ou les voies ont été décalées pendant les travaux. Les goulots d'étranglement des types 1 et 2 sont normalement de courte durée et ont un effet limité sur les flux de circulation.

Goulots d'étranglement de type 3 : Ruptures voulues dans le flux

"Des goulots d'étranglement voulus" sont parfois nécessaires afin de gérer les flux. Les feux tricolores, les compteurs d'accès aux autoroutes et les péages sont tous des exemples de ce type de goulot.

Goulots d'étranglement de type 4 : La circulation convergente

Ce type de goulot d'étranglement a l'impact le plus important sur les flux de circulation. Les goulots d'étranglement de type 4 sont provoqués par une forme de restriction physique ou de blocage de la route, qui oblige la circulation à converger vers d'autres voies. Le degré d'importance de l'impact d'un goulot d'étranglement sur le flux de la circulation est lié au nombre de véhicules qui ont à converger dans un espace donné et dans un laps de temps donné. Les goulots d'étranglement de type 4 comprennent :

- Les zones où une voie de circulation est perdue, ce qui est parfois le cas sur des ponts et dans les zones de travaux.
- Les incidents de blocage des voies (ex : accidents débris, etc.).
- Les zones où la circulation doit traverser travers plusieurs voies pour quitter et atteindre des points d'entrée ou de sortie (appelées "zones d'entrecroisement").
- Les rampes d'accès aux autoroutes – des zones de convergence où la circulation provenant des rues locales peut rejoindre une autoroute.
- Echangeurs – une forme spécifique de rampe d'accès où les flux venant d'une autoroute sont dirigés vers une autre autoroute.
- A cette liste établie par la AHUA, on peut aussi ajouter la forme suivante de goulot d'étranglement de type 4 :

Des "micro-goulots" causés par des comportements de changement de file et les différentiels de vitesse entre deux véhicules qui se doublent (ex : un poids lourd doublant un deuxième poids lourd dans une montée à deux voies)

Source : American Highway Users Alliance, 2004, p.7.

3.3.2. Les déclencheurs de congestion sur les aménagements à flux discontinu

Contrairement aux autoroutes, les flux de circulation sur les routes urbaines sont interrompus par des intersections, avec ou sans feux tricolores et ronds-points (Voir Figure 3.7). Les courants de circulation sur les routes urbaines, interactifs et conflictuels, sont plus complexes et plus difficiles à gérer que la circulation sur les autoroutes urbaines. De plus, il faut prendre en compte de multiples types d'usagers dans les rues urbaines : piétons, cyclistes, voitures, véhicules de livraison et transports publics partagent tous le même espace routier.

Les intersections jouent un rôle clé dans la détermination de la qualité et du volume de flux de circulation dans les réseaux urbains. Non seulement, les intersections jouent le rôle d'arbitre entre les différents courants de circulation en conflit, mais ils permettent également aux usagers et aux non-usagers de la route (plus particulièrement les piétons) de partager le même espace routier. C'est la capacité des intersections et non des liaisons qui est l'élément le plus important pour déterminer les seuils opérationnels des routes urbaines – et normalement, dans les réseaux urbains, la capacité des intersections est bien plus petite que celle des liaisons. Cependant, à cause des courants multiples et conflictuels d'usagers et de non-usagers de la route qui entrent en jeu aux intersections, et à cause des impacts en amont et en aval d'autres intersections et liaisons, il est extrêmement difficile de définir les capacités de base sous des conditions idéales, comme c'est le cas pour des aménagements à flux continu.

Figure 3.7. **Équipements à flux discontinu**



Source : Technische Universität München, 2006.

Le volume de circulation qui peut approcher et traverser une intersection dépend d'un nombre de caractéristiques physiques et opérationnelles appartenant aux routes de liaison qui mènent vers et s'éloignent de l'intersection. De plus, la disposition géométrique de l'intersection et la nature de l'environnement bâti, la signalisation, les points de visibilité, etc. contigus à l'intersection ont tous un impact sur le comportement des conducteurs présents sur l'intersection. En conséquence, ce comportement détermine la vitesse des véhicules, les intervalles entre les véhicules, et les décisions en temps et espace qui ont tous un impact sur la capacité effective de l'intersection en question. L'analyse des processus de flux à des intersections et au sein d'un réseau de rues urbaines demande une méthodologie totalement différente à celle utilisée pour les installations autoroutières à flux continu.

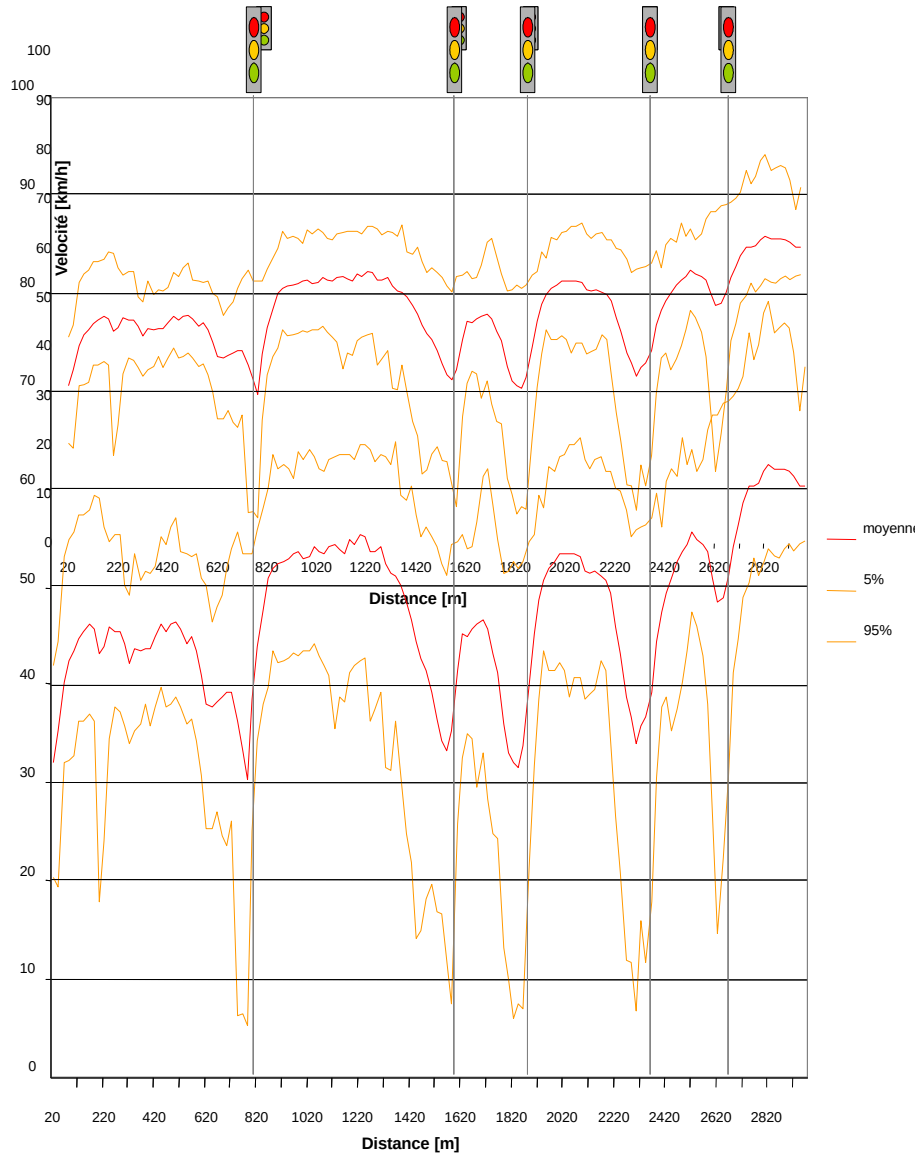
Plus particulièrement, l'analyse des contraintes de capacité rencontrées aux intersections doit tenir compte de la largeur des voies de circulation entrantes et sortantes, la configuration des places de stationnement sur ou aux alentours de l'intersection, de même que la conception géométrique de l'intersection. Cette dernière comprend la façon dont on gère les voies pour tourner à gauche (des voies pour tourner à droite dans les pays où on conduit à gauche) sur l'intersection elle-même et l'espace accordé aux voies pour tourner à droite en amont de l'intersection. D'autres caractéristiques, telles que l'usage et la disposition des bâtiments aux alentours, la signalisation spécifique à l'approche de l'intersection, de même que la signalisation sur l'intersection elle-même et d'éventuelles restrictions de vue (c'est-à-dire tous les aspects qui ne peuvent être modifiés par la conception ou le système du contrôle de l'intersection) sont importantes dans la détermination finale de la capacité opérationnelle d'une intersection.

Dans des conditions de flux discontinu, l'indicateur le plus habituel de la congestion est le retard. Le retard implique des déplacements à des vitesses moins élevées et des arrêts aux intersections, quand les véhicules avancent lentement dans une queue ou ralentissent en amont de l'intersection.

Les déclencheurs les plus significatifs des interruptions fixes sur les aménagements à flux discontinu sont les *dispositifs de signalisation routière*. Des arrêts et des queues de véhicules sont inévitables lorsque les feux sont au rouge. La Figure 3.8 montre les vitesses moyennes, les vitesses au 5ème centile et au 95ème centile pour le trafic en train de se déplacer le long d'une section de route urbaine d'une longueur de 3 km. L'impact des cinq feux tricolores sur les vitesses moyennes est parfaitement clair puisque tout le trafic n'arrive pas à passer aux feux quand ils sont au vert. Dans ce cas, une coordination inadéquate des feux tricolores mène à des temps de déplacement plus longs, des émissions plus importantes de gaz d'échappement et une augmentation de la consommation de carburant résultant des cycles répétés d'accélération.

La coordination des feux tricolores offre un moyen d'atténuer ces problèmes. Les feux tricolores coordonnés offrent une belle opportunité aux conducteurs de passer des feux adjacents sans arrêt superflu (c'est-à-dire : à travers une progression de feux verts – la vague "verte" — ou au moyen d'algorithmes de dégagement d'intersection). Ceci représente une tentative d'utiliser la structure routière existante en garantissant des vitesses optimales de déplacement, tout en réduisant les retards. La coordination de la circulation peut retarder ou même éliminer le besoin d'agrandir les chaussées. Le but de la coordination des feux tricolores est de créer des pelotons ou groupes serrés de véhicules pouvant partir facilement d'une intersection et se déplacer à travers les suivantes sans s'arrêter. La condition idéale est d'avoir des feux à des distances uniformes. Quand les feux sont positionnés trop éloignés ou trop près les uns des autres ou à des distances irrégulières, ils peuvent réduire l'efficacité de la formation en peloton.

Figure 3.8. **Données globales flottantes des véhicules sur une section de route à grande circulation à deux voies et des feux tricolores à Munich**



Source : Technische Universität München, 2006.

Aux *intersections sans feux tricolores*, les conducteurs doivent choisir des espaces dans le flux prioritaire afin d'exécuter la manœuvre qu'ils souhaitent. Le mot *espace* se réfère à l'intervalle entre deux véhicules dans le flux prioritaire. Donc la capacité de sortie d'une rue secondaire dépend de la distribution des intervalles disponibles dans le flux de circulation dans la rue principale et des longueurs d'intervalles dont les conducteurs sortant des rues secondaires ont besoin. La distribution des intervalles disponibles dépend, parmi d'autres choses, du volume total de véhicules dans la rue principale ou du nombre de voies. Les longueurs d'intervalle requises dépendent du type de manœuvre (à gauche, tout droit, à droite), du nombre de voies et de la vitesse de la circulation dans la rue principale de même que de la visibilité.

Lorsque la demande dépasse la capacité, des queues commencent à se former. Une queue se forme également lorsque les nouveaux venus attendent à une zone de service. Ceci peut être dû à l'attente des feux verts ou d'un intervalle acceptable dans le flux de circulation de la rue principale, du paiement de péages, de parkings et ainsi de suite.

Un choix considérable de méthodes est disponible afin d'évaluer les performances d'une intersection avec et sans signalisation [11].

La qualité de la circulation au sein des réseaux urbains ne dépend pas seulement des intersections. D'autres lieux intermédiaires affectent la qualité de la circulation dans le réseau selon leur fonction et leur conception. Plus particulièrement, les manœuvres de stationnement, les véhicules de livraison, les arrêts des transports publics, par exemple, interrompent systématiquement la circulation de même que des mouvements de changement de file qui réduisent la capacité disponible de la chaussée de façon temporaire.

Dans certains cas, le rapport vitesse-flux caractéristique des aménagements à flux continu peut être copié globalement pour des déplacements plus longs à travers des réseaux urbains – surtout pour des vitesses moyennes de déplacement plus basses (~30km/h.). Cependant ce type d'analyse demande une quantité considérable de données, qui sont difficiles à rassembler en milieu urbain – ce qui explique pourquoi ce ratio est peu documenté [12]. De plus la définition de la congestion à un niveau qui couvre un réseau entier reste tout à fait problématique…

3.4 Sources de Congestion : La congestion "Conducteurs"

3.4.1 La demande de transports

L'augmentation de la demande de transports joue un rôle majeur dans la formation de la congestion dans les zones urbaines. La croissance économique et le développement social accroissent le besoin de mobilité dans les villes et favorisent l'utilisation de véhicules particuliers. Les gens ont besoin, ou envie, d'accéder à de nombreuses activités dans des environnements urbains de plus en plus complexes et étendus. Par conséquent une augmentation de la demande est inéluctable. Cependant, l'infrastructure des transports est limitée et elle n'est pas systématiquement utilisée de façon optimale (Voir le Chapitre 4). Il y a un certain nombre de facteurs qui influent sur la demande de déplacements et qui aboutissent à la congestion routière à court ou à long terme, tels que :

- La croissance socio-économique.
- L'augmentation de la population urbaine.
- La possession d'une voiture et la dépendance automobile.

- L'utilisation des sols.
- Les configurations de déplacement.
- Les transports publics.
- Le transport urbain de fret et les livraisons de marchandises.
- Le stationnement.

La croissance socio-économique

La croissance de l'économie et de la société a principalement lieu dans les grandes zones urbaines, où la plupart des activités, des ressources financières et des connaissances se trouvent et peuvent interagir. Ces conditions ont un impact sur les besoins de transport, ce qui entraîne une augmentation de la demande et la probabilité d'une congestion dans les réseaux de transports urbains. Cependant, même si la mobilité dans les zones urbaines augmente en même temps que leurs populations, le *schéma* de croissance de la mobilité n'est pas commun à toutes les villes.

La voiture particulière et la dépendance automobile

Puisque la dépendance automobile est liée à l'accessibilité et à la mobilité, elle est également très liée à la structure de l'environnement urbain. Le modèle urbain joue un rôle important, parfois prépondérant, dans la génération et le maintien du besoin d'utiliser une voiture. Inversement l'utilisation de la voiture dans les villes peut aussi jouer un rôle déterminant dans la physionomie d'une zone urbaine. Le rapport entre les automobiles et la ville est vraiment bidirectionnel. En principe, les bienfaits de l'automobile, tels que le confort, la rapidité, et la commodité d'usage sont nombreux et contribuent beaucoup à expliquer la popularité de ce mode de transport. En pratique, cependant, les automobiles et certaines parties de l'environnement urbain ne sont peut-être pas totalement compatibles. La ligne est parfois ténue entre le rôle positif joué par les voitures pour rendre des agglomérations urbaines globalement vivables et l'impact négatif que ces mêmes voitures peuvent avoir sur l'habitabilité et l'attrait de certains quartiers de la ville.

Le modèle urbain et la disponibilité de modes de transport alternatifs jouent un rôle majeur dans la détermination du degré auquel les villes sont "automobile-dépendantes". Lorsque des voitures sont utilisées pour plus de 75% des déplacements, une telle dépendance est considérée comme étant élevéeiii. Aux Etats Unis en 2001, 88% des voyageurs utilisaient des voitures particulières pour leurs déplacements "domicile-travail" [14]. En plus de l'interaction du modèle urbain et des solutions alternatives non-automobiles, plusieurs facteurs intangibles ont été identifiés par les chercheurs comme étant des composants contribuant à rendre les villes "automobile-dépendantes". Ceux-ci comprennent la prédominance de la voiture comme un symbole de richesse et de statut social et la merchandisation de la voiture renforcée par les campagnes publicitaires qui mettent en avant ses attributs non-matériels.

A travers le monde, le nombre de voitures particulières a augmenté dramatiquement depuis quelques décennies. Selon Pemberton (2004), le nombre de voitures dans les pays occidentaux a augmenté d'environ 50% pendant les vingt dernières années. Dans l'Union Européenne, le nombre de véhicules privés par 1000 habitants a augmenté de 393 à 460 entre 1990 et 1999, en moyenne 1,8 % par an (plus que l'augmentation des revenus per capita, qui était, en moyenne, 1.6 % par an sur la même période). Les plus grandes augmentations du nombre de voitures particulières depuis 20 ans ont eu lieu au Portugal (241%), en Grèce

(185%), et en Espagne (102%). A Athènes, selon les estimations faites au milieu des années '90, le nombre de véhicules en circulation va augmenter de 42% jusqu'à 2010 et de 83% jusqu'à 2020 [15]. En Grande Bretagne, entre 1972 et 2002, le nombre de familles possédant une voiture a augmenté de 21% [16]. En ce qui concerne les Etats Unis, malgré le nombre déjà important de particuliers possédant une voiture daqns les années 50, le nombre de voitures a encore augmenté de 12% [17] entre 1977 et 1995.

En général, les facteurs les plus influents quant au nombre de voitures particulières dans les zones urbaines, sont les suivants :

1. *L'accroissement de la population :* Il y une augmentation constante de la population dans les zones urbaines qui aboutit à un accroissement du nombre de voitures particulières pour ces mêmes zones.

   - Dans les pays développés, tandis que les populations restent à peu près constantes dans les centres-villes (ou même en diminution), les banlieues s'étendent et attirent de nouveaux résidents. Etant donné la nature plus discontinue de l'urbanisme en banlieues, la dépendance automobile est plus élevée.

   - En revanche, les pays en voie de développement sont confrontés à l'augmentation des populations vivant dans les zones urbaines. Tandis qu'en 1975, seulement 27% des populations des pays en voie de développement habitaient les villes, il est estimé qu'en 2030, ce pourcentage aura atteint 58% (John Hopkins, Ecole de Santé Publique de Bloomberg, 2002).

2. *La croissance de revenus individuels :* Une croissance des revenus personnels stimule une augmentation de l'usage de la voiture particulière et son nombre.

3. *Les besoins d'une main d'œuvre flexible au sein de l'environnement urbain :* La possession d'une voiture offre de l'indépendance en termes de mobilité à tous les particuliers et, par conséquent, elle favorise la flexibilité dans divers métiers qui ne sont pas basés en permanence sur un même lieu de travail.

4. *Les configurations complexes de mobilité urbaine.*

5. *La croissance urbaine en banlieue.*

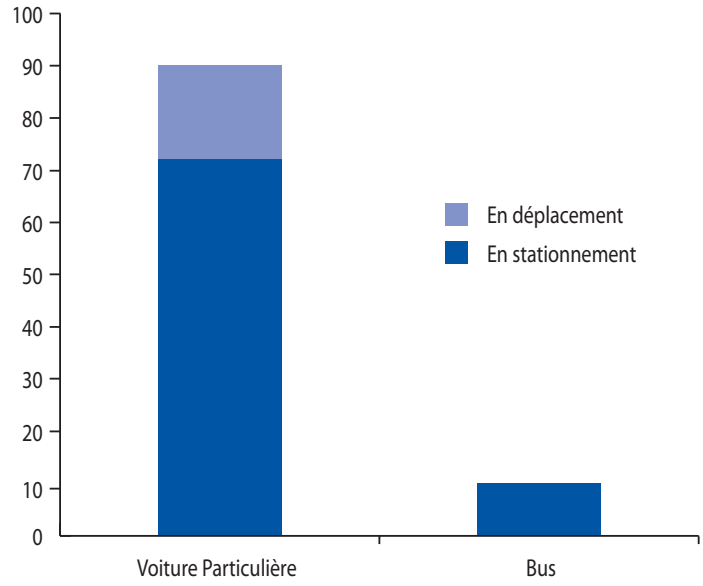
6. *La sous-évaluation des infrastructures :* Le prix payé par les usagers de voitures particulières et de véhicules commerciaux est, en fait, relativement bas. Dans certains pays, des aides financières sont accordées aux infrastructures routières puisqu'elles sont considérées comme étant des services publics. Par conséquent, dans ces cas, les conducteurs ne supportent pas le coût entier d'utilisation de leur voiture.

7. *Pratiques de planification et d'investissement :* L'urbanisme et les fonds publics sont utilisés pour améliorer les aménagements routiers et de stationnement dans une tentative permanente d'éviter la congestion. Les autres moyens de transport ont tendance à être oubliés.

La dépendance automobile, la possession d'une voiture et leurs effets sur la congestion peuvent être représentés de la façon suivante : L'infrastructure routière est normalement limitée et serait couteuse ou difficile à agrandir. Une voiture particulière typique transporte jusqu'à 5 passagers (bien qu'en moyenne, le ratio des passagers par véhicule ne soit qu'entre 1 et 2) et couvre 15 m^2 d'un espace urbain limité. Donc, chaque passager transporté par un véhicule particulier occupe environ 10 m^2 du réseau routier. La Figure 3.9 montre l'utilisation de l'espace par des véhicules privés comparé à celle d'un moyen typique de transport public (bus).

Figure 3.9. **Utilisation d'espace par les véhicules privés et les bus**

Consommation d'espace, exprimée en m² x heures, selon le mode de transport (déplacement habitation travail aller-retour de 10 km)



Source : UITP, 2001.

Etant donné qu'il y a des millions de déplacements-passagers par jour dans une grande zone urbaine, il est évident qu'un espace urbain très dense ne convient pas toujours à l'usage de l'automobile et il n'est pas toujours possible de trouver davantage d'espace pour des infrastructures routières supplémentaires. La combinaison des limitations des infrastructures routières, l'augmentation de l'utilisation de la voiture particulière et les taux de charge très bas des voitures particulières, mènent inéluctablement à la congestion.

Utilisation des sols

Les transports urbains visent à valoriser l'accessibilité et à faire face aux demandes de transport générées par les différentes activités en environnement urbain. Dans les zones urbaines, l'effet combiné du développement spatial et du trafic hommes/marchandises dans les villes crée plusieurs problèmes contradictoires, du type :

- *Complexité spatiale :* Des configurations plus complexes d'utilisation des sols sont caractérisées par des configurations de déplacement de plus en plus complexes. De plus, surtout en Europe, le développement historique des villes a entraîné des usages mixtes et des déplacements encore plus complexes (même s'ils sont plus courts) dans les centres-villes. Bien entendu, des déplacements plus courts offrent la possibilité d'utiliser d'autres modes de déplacement (marche à pied, vélo). Par contre, les villes américaines et les banlieues européennes, souffrant de discontinuité, semblent promouvoir des déplacements plus longs et des augmentations de trafic et de congestion en même temps. Cependant, des études récentes effectuées aux Etats Unis ont mises en évidence que, contrairement à l'idée commune, dans la périphérie de certains centres urbains les temps de déplacement domicile-travail ont diminué. Ceci suggère peut-être que les familles vivant dans ces banlieues ont déménagé pour être plus proches de leur lieu de travail.

- *Regroupement spatial :* Les villes tirent profit du regroupement des activités dans la même zone, puisque ce regroupement mène à des réductions des coûts de transport. Cependant, la concentration de mobilité dans une zone limitée peut déboucher sur la congestion. Après tout, les emplacements des équipements sont choisis sur des critères fonciers et non en fonction des coûts de transport ou du prix payé par les usagers pour les atteindre (puisque ces derniers semblent marginaux par rapport aux coûts fonciers).

- *Empreinte spatiale :* Les transports, comme toute autre activité, consomment de l'espace et laissent ainsi une empreinte spatiale. Tandis que l'espace est limité dans les zones urbaines, c'est là où les besoins de transport sont au niveau le plus élevé.

Les utilisations du sol ont un impact sur les configurations de déplacement, comme on le verra plus tard. De plus, elles peuvent attirer, limiter ou regrouper les déplacements dans certaines parties de l'environnement urbain, ce qui entraîne une augmentation de la demande et l'incapacité des systèmes de transport à y faire face.

Configurations de déplacement

Les configurations de demandes de transports – souvent implicitement connectées aux utilisations des sols – ont un impact important sur la congestion. Puisque les configurations de déplacement sont la résultante du besoin de mobilité (qui dépend des évolutions de la société dans une zone urbaine ou dans un pays), elles ont une grosse influence sur le système de transports de la ville et donc sur la congestion. Dans les zones urbaines avec beaucoup de centres d'activités (cas typique des zones métropolitaines modernes), les configurations de déplacement ont tendance à être très complexes, ce qui débouche sur un grand nombre de déplacements. Ces déplacements peuvent être un facteur critique qui entraine un système de transports à entrer dans des conditions de congestion. En général les configurations de déplacement urbain sont influencées par les activités d'une ville et les déplacements s'y associant, c'est à dire :

- *Déplacements quotidiens domicile-travail :* Les déplacements pour accéder au travail sont hautement cycliques, prévisibles et récurrents sur une base régulière.

- *Trafic scolaire :* Enfants et jeunes adultes sont amenés à l'école de plus en plus souvent dans des voitures particulières, plutôt qu'à pied, en vélo ou par des transports collectifs. Ces déplacements sont également hautement cycliques, prévisibles et peuvent provoquer des embouteillages autour des infrastructures scolaires.

- *Déplacements pour raison professionnelle :* Déplacements pour des raisons de travail (réunions, services clients, etc.).

- *Déplacements personnels :* Déplacements pour des raisons personnelles, loisirs, courses, etc.

- *Déplacements touristiques :* Importants pour les villes ayant des attraits historiques ou de loisirs. Ils sont de nature saisonnière et ont lieu dans des créneaux de temps spécifiques.

- *Déplacements de transport de fret :* Déplacements relatifs à la distribution et à la livraison de fret.

Il faut noter que les changements dans la distribution spatiale des activités dans les zones urbaines peuvent provoquer des changements de destination des déplacements, notamment pour ceux concernant

le travail. Ceci concerne surtout les zones de centre-ville, qui étaient, auparavant, la destination prioritaire pour différents types de déplacement. Aujourd'hui elles sont de moins en moins souvent la destination principale, et ce sont les banlieues qui représentent la plupart des points de départ et de destination des zones urbaines. Bien entendu, en dehors des activités propres à une ville et des déplacements s'y associant, les configurations de déplacements sont également liées au choix et à la disponibilité des parcours (affectation de déplacements).

Le type, l'étendue, la distribution spatiale et temporelle des activités ont un impact sur les configurations de déplacement et sur la demande. Certains quartiers des zones urbaines avec de multiples activités ont des besoins accrus de transport. Différents types d'activités ont lieu dans des endroits et à des heures différents et, par conséquent, provoquent des besoins différents de transport. Dans les villes possédant beaucoup de centres d'activité, la demande est éparpillée sur tout l'environnement urbain, tandis que dans les villes ayant un seul centre d'activités majeur, la demande de transport y est concentrée. Par conséquent, en termes pratiques, de hauts niveaux de demande peuvent apparaître à tout moment et à tout lieu dans les grandes villes. Les systèmes de transport ne peuvent pas toujours fonctionner de façon optimale pour des raisons économiques, pratiques et autres, en conséquence, la congestion est toujours possible.

Le fonctionnement des Transports Publics

Les caractéristiques et le fonctionnement d'un système de transport publics dans un environnement urbain influent sur la demande au point que ce système de transports publics puisse se trouver lui même en situation de congestion. L'impact d'un système de transports publics sur la demande est étroitement lié à l'usage, la performance et la disponibilité des différents modes de transport qui désservent une ville. Le choix du mode de transport et le comportement des voyageurs reflètent la disponibilité, l'usage et la qualité de ces différents modes.

En général, les transports publics sont considérés comme étant un élément essentiel de la régulation de la congestion dans les zones urbaines. Cependant, dans certains cas, le manque d'attrait des transports publics contribue à la congestion, puisqu'il détourne les gens des transports publics vers les véhicules particuliers. Les raisons derrière la non-préférence des transports publics incluent un niveau de performance réellement pauvre ou perçu comme tel, un manque réel de couverture du réseau, ou perçu comme tel, un niveau de sécurité et de confort personnels réellement insuffisants ou perçus comme tels et un niveau de fiabilité insuffisant ou perçu comme tel. Même quand la demande pour des transports publics est grande, ceci peut y provoquer des situations de congestion, ce qui empêche ce système de transports publics de développer sa part de marché. De plus, les transports publics peuvent difficilement désservir les zones urbaines tentaculaires et éparpillées, ou seulement de façon limitée et dans quelques marchés de niche. Par conséquent, le rôle joué par les transports publics dans l'offre d'un système de transport alternatif et viable pour *la totalité* d'une zone urbaine est souvent limité.

De plus, de nouveaux types de transport public ou des extensions aux réseaux existants peuvent être à l'origine d'une nouvelle demande. La construction d'un nouvel échangeur ou d'une ligne de métro, la mise en place d'une nouvelle ligne de bus, où même des changements aux capacités existantes sont habituellement suivis par une augmentation de la demande le long du corridor servi par le service en question. Potentiellement, cette augmentation pourrait déboucher sur des conditions de congestion dans le corridor servi par la nouvelle opération de transport. En effet, beaucoup de corridors qui ont des niveaux élevés de transports publics, souffrent de congestion routière – cette situation reflète le niveau global de la demande dans le corridor et pas forcément une demande spécifique de transports publics ou d'utilisation de voitures particulières.

Le transport urbain de fret et la livraison des marchandises

Nous avons déjà observé le potentiel possédé par les véhicules de transport de fret à déclencher la congestion (en créant des "barrages" à vitesse lente sur les routes quand ils se doublent), mais il est également important de tenir compte de la contribution du trafic de marchandises aux volumes globaux de circulation et de sa part dans la composition des flux quotidiens de circulation sur des aménagements à flux continu et discontinu. Il est révélateur qu'une des premières politiques documentées sur la régulation de la congestion ciblait les livraisons de marchandises en ville comme un moyen de réduire les conditions de congestion en Rome antique, il y a plus de 2000 ans.[18]

Dans le contexte urbain, plusieurs tendances dans le transport de fret et de livraison de marchandises ont contribué à augmenter le volume et la fréquence de déplacements liés au fret. Celles-ci comprennent un mouvement vers des livraisons "juste à temps", une augmentation des livraisons de colis liés au E-commerce et un accroissement de l'utilisation des messageries expresses pour effectuer les livraisons de produits "périssables".[19]

Pour les destinations commerciales, le premier impact en termes de congestion provoqué par les services de fret et de messagerie concerne la part prise par les véhicules de livraison de marchandises dans le volume global du trafic (bien qu'il faille noter que ces déplacements peuvent être planifiés relativement facilement pour éviter des périodes de pointes). Ceci s'ajoute aux embouteillages potentiels causés par les véhicules de livraison qui doivent s'arrêter sur les chaussées pour effectuer leurs livraisons.

Un facteur supplémentaire entre en jeu lors des livraisons aux ménages (surtout dans le cas de livraison de petits colis) – le fait que chaque livraison réussie peut demander deux ou plus de visites réelles à cause du taux élevé de livraisons non-réalisées, (souvent parce qu'il n'y a personne au domicile pour réceptionner le colis). Dans le Royaume Uni, il a été estimé que les livraisons non-réalisées de petits colis (sans rendez-vous préalable avec le client) peuvent représenter jusqu'à 60% du total. En Espagne, 40% des tentatives de livraison de petits colis ont échoué lors de la première visite. [20]

A travers une vue d'ensemble des livraisons à domicile dans le Royaume Uni effectuée par l'Université de Westminster pour le compte le l'Association des Transporteurs de Fret, un nombre d'éléments a été identifié, qui sont, du côté des entreprises, susceptibles d'avoir un impact sur la génération de déplacements de livraison à domicile et donc, éventuellement sur la congestion. Ceux-ci sont synthétisés dans le Tableau 3.1 ci-dessous :

Tableau 3.1. **Facteurs professionnels ayant un impact sur les livraisons à domicile et la congestion (UK)**

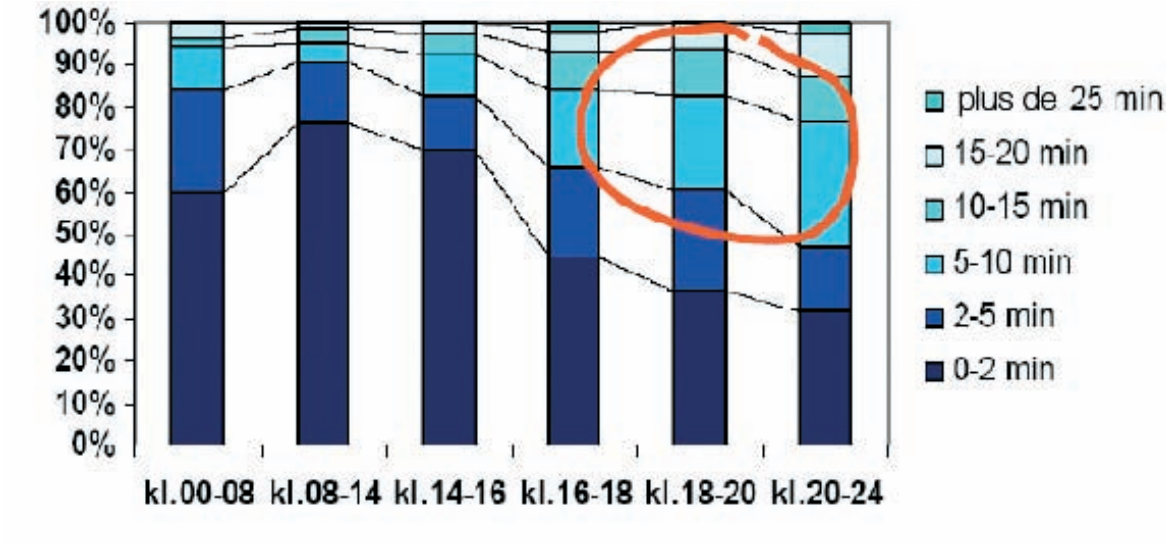
Eléments	Effets lié à la congestion
Livraison réussie lors de la première visite	Ratios de réussite très bas qui entraînent une augmentation du nombre de déplacements
Taux de visite retour	Taux élevés de visites retours qui entraînent une augmentation du nombre de déplacements
Systèmes de livraison de produits de consommation à domicile (dédiés ou partagés)	S'ils ne sont pas pleinement utilisé, les systèmes dédiés peuvent déboucher sur un besoin croissant de véhicules et de déplacements
Reflet des coûts réels de livraison à domicile	Si les coûts de livraison sont incorporés dans les prix de vente, ceci encouragera davantage de petites commandes et, par conséquent, davantage de déplacements
La densité des points de livraison sur les tournées de livraison à domicile	Plus la densité des points de livraison est basse, plus le parc de véhicules et le kilométrage parcouru sont grands
Conditions de déchargement sur la chaussée devant le domicile du client	Le manque d'espace pour s'arrêter augmente le temps de livraison et débouche sur le besoin d'avoir davantage de véhicules pour effectuer les tâches de livraison.
Contraintes sur les heures de livraison imposées sur les véhicules (par les clients ou les administrations locales)	Plus la période autorisée pour effectuer les livraisons est courte, plus le nombre de véhicules utilisés et le nombre de déplacements requis pour effectuer les livraisons dans le temps alloué sont grands
Lieu du dépôt qui est le point de départ des tournées de livraison	La création de déplacements autour du dépôt peut avoir un impact sur la congestion routière si le dépôt se trouve dans une zone urbaine dense ou une zone mal-alimentée en voies de desserte.

Source : Adapté de Browne, M. et al (2001).

Stationnement

Le stationnement – ou plus précisément la recherche de places de stationnement par des véhicules particulièrs – peut jouer un rôle important dans le niveau "de fond" de la circulation et contribuer ainsi à déclencher la congestion. Ceci est surtout le cas dans les noyaux urbains denses où les places de stationnement sont très recherchées et où les interactions de la circulation aux intersections peuvent vite déboucher à la sursaturation. En fait, le temps passé dans les grandes zones urbaines à tourner à la recherche d'une place de stationnement ou sur les déplacements qui se terminent dans une grande zone urbaine peut être considérable, représentant une part relativement importante des temps moyens de déplacement (et, sous certaines circonstances, le dépassent) [21]. Le poids relatif de ce comportement de recherche est montré en Figure 3.10 ci-dessous, où, à Copenhague, les conducteurs passent un temps considérable à chercher des places de stationnement, surtout après 16:00. A partir de cette heure jusqu'à 25% du temps de déplacement moyen est passé à chercher une place pour se garer. De même, les estimations faites à Paris suggèrent que le temps passé à chercher une place de stationnement représente de 5-10% de tout le trafic dans la ville et atteignent 60% du trafic dans certains quartiers [22].

Figure 3.10. **Temps passé à chercher une place de stationnement dans Copenhague**



Source : Sylvan, H., Impacts Conference, Stockholm, 29-30 juin 2006.

3.4.2 L'offre de transport

3.4.2.1 Rapport entre l'offre d'infrastructures de transport et leur utilisation

Une offre insuffisante de capacité d'infrastructure pour un niveau de demande donné est la cause numéro un de la congestion. Cependant beaucoup de zones urbaines qui ont cherché à atténuer la congestion en offrant de nouvelles capacités routières ont remarqué l'émergence de la spirale illustrée en Figure 3.11, ou l'offre d'une nouvelle capacité d'infrastructure débouche sur des changements dans les configurations de déplacement (et en particulier sur des distances de déplacement plus longues pour une durée de déplacement donnée). Un autre changement dans les configurations de déplacement concerne la réaction en termes de volumes de trafic sur les routes de liaison ou à travers un réseau par rapport à des vitesses de déplacement accrues (et ainsi par rapport à une réduction généralisée des frais de transport). Il est important de tenir ce rapport en compte dans les politiques de régulation de la congestion, puisqu'il conditionne l'efficacité des politiques qui offrent de nouvelles capacités routières dans les zones urbaines.

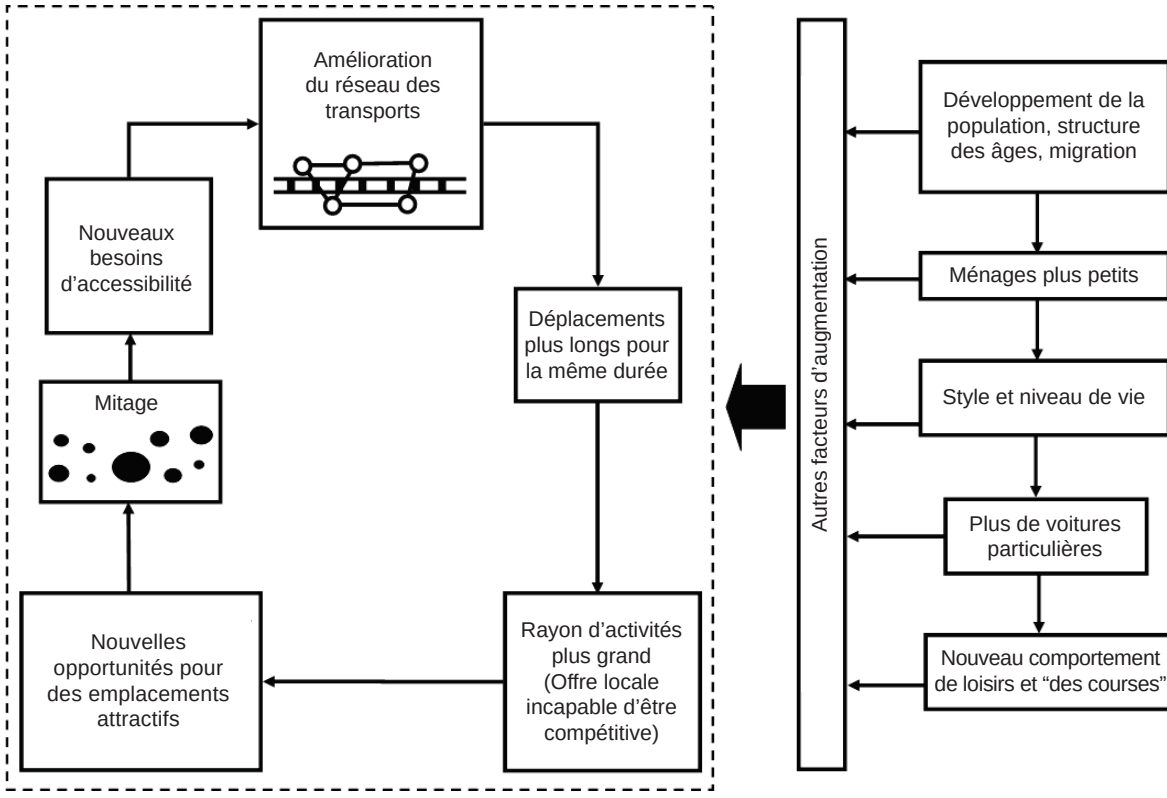
Historiquement, les premières étapes dans le développement des infrastructures routières ont offert des avantages considérables à l'intérieur de ces zones urbaines et entre elles. En effet, les générations présentes d'usagers, de décisionnaires et d'urbanistes ont vu de première main comment la capacité construite dans les années '50, jusqu'aux années '70 a souvent amélioré les conditions de circulation de façon remarquable à une époque où la plupart des pays OCDE et CEMT vivaient des taux de croissance substantiels en termes de prospérité et du nombre de voitures particulières. Ces mêmes configurations apparaissent dans les années 1990 et 2000 dans beaucoup de pays de l'ancien bloc communiste où le développement des réseaux routiers offre initialement des avantages substantiels en ce qui concerne la congestion. Cependant, il ne faudrait pas en déduire que, le développement des réseaux routiers ayant offert des avantages substantiels dans le passé, il continuera éternellement à faire de même. T. Litman observe que "les premières autoroutes dans la région fournissent souvent des retours économiques importants, mais les avantages marginaux se réduisent au fur et à mesure qu'on ajoute de la capacité supplémentaire" [23]. Il explique pourquoi :

- *Les premiers projets d'autoroute sont généralement les plus rentables, parce que les planificateurs sont suffisamment intelligents pour lister les priorités dans les investissements. Par exemple, s'il y plusieurs tracés possibles dans un corridor, ceux offrant les plus grands avantages et les coûts les moins élevés sont généralement construits en premier, délaissant les options moins rentables pour une mise en œuvre ultérieure.*

- *Les autoroutes interrégionales (reliant les grandes villes) sont généralement construites en premier. Elles ont tendance à offrir des avantages économiques plus grands et avoir des coûts unitaires plus bas que les développements autoroutiers locaux, à cause des nombreux conflits et des prix élevés au mètre carré trouvés dans les zones urbaines.*

- *L'ajout de capacité a tendance à fournir des bénéfices décroissants aux utilisateurs, puisque les consommateurs sont suffisamment intelligents pour donner un ordre de priorité à leurs déplacements. Par exemple, si les autoroutes sont embouteillées, les consommateurs organisent leur vie afin d'éviter les déplacements aux périodes de pointe. Au fur et à mesure que la capacité autoroutière s'agrandit, ils voyagent davantage pendant les périodes de pointe, peut-être même en traversant la ville à une heure de pointe pour effectuer une course qui serait différée autrement, ou déménagent vers un endroit plus loin de leur lieu de travail. Chaque kilomètre/véhicule supplémentaire fournit des bénéfices utilisateur de plus en plus petits, puisque les véhicules kilomètres les plus valorisés sont déjà pris.*[24]

Figure 3.11. **Spirale négative de la congestion**



Source : Communication personnelle, Axel Ahrens, 2005.

Tandis que le développement routier et de nouveaux équipements restent une solution efficace dans certaines circonstances et surtout pour le traitement des goulots d'étranglement, elles ne semblent plus convenir comme étant la solution globale aux augmentations régionales de congestion – principalement parce que tout indique que non seulement les nouvelles routes absorbent la demande de transport existante, mais aussi qu'en même temps elles induisent du trafic – ou, plus précisément, elles permettent à une demande non-réalisée de transport de s'exprimer. La notion de déplacements induits et leur corollaire, d 'une demande réprimée, méritent la réflexion, car leur existence a des ramifications importantes pour les politiques de régulation de la congestion.

Déplacements induits, trafic induit, demande latente, triple convergence (voir en dessous) sont tous des termes qui cherchent à aborder la nature fondamentale du rapport entre l'offre de capacité routière et la demande de transport.

Trafic Induit ou Généré par un accroissement de la capacité routière, Définitions :

Trafic induit : Déplacements supplémentaires sur une route ou dans une zone donnée, qui ont lieu lors d'un accroissement de la capacité routière ou quand les conditions de transport sont améliorées d'autres manières. Ceci peut traduire des changements d'horaire de déplacements, de route, de mode de transport, de destination ou de fréquence.

Déplacements induits : Une augmentation du total des déplacements suite à un accroissement des fréquences de déplacement, des déplacements plus longs, ou des changements depuis d'autres modes de transport, hors déplacements provenant d'autres plages horaires ou d'autres routes.

Demande latente : Des déplacements supplémentaires qui se réaliseraient si les conditions de transport s'amélioraient (moins de congestion, des vitesses théoriques plus élevées, des coûts de véhicules ou de péage plus bas).

Triple Convergence : Accroissement des volumes de circulation aux heures de pointes qui résultent d'une augmentation de capacité de la route suite à des changements d'itinéraires, d'horaires ou de modes de transport.

Source : VTPI, 2005.

Dans les zones où l'on vit avec un niveau croissant ou élevé de demande d'utilisation, à savoir la plupart des zones urbaines dynamiques, une augmentation de la capacité disponible sur une liaison ou un ensemble de liaisons très fréquentées nous offre, comme effet immédiat, des vitesses de déplacement plus élevées le long de cette liaison ou de cet ensemble de liaisons à cause de la réduction de l'impédance entre les véhicules qui utilisent les liaisons à ce moment précis. Cette augmentation des vitesses de transport se traduit par une réduction simultanée des frais généralisés de voyage. Les voyageurs peuvent utiliser ces "économies" pour voyager plus loin pour le même "prix" ou utiliser les économies de temps/argent ailleurs. Dans les deux cas, les voyageurs qui utilisent déjà les liaisons en question en tirent un avantage – *au moins au début*. En effet, les avantages revenant aux usagers *existants* de la route à cause de la capacité supplémentaire ont formé habituellement la grande partie des avantages identifiés dans les analyses coûts-avantages effectués sur les projets routiers. Ils ont donc servi à justifier en grande partie le développement routier même dans des zones urbaines surpeuplées.

Cependant, si l'on fait la part des choses, apparaît l'idée quelque peu intuitive que les politiques de congestion qui offrent un supplément de capacité (ou qui libèrent la capacité *existante*, par exemple, par une meilleure coordination de la signalisation ou des politiques de transports publics qui réussissent à éloigner les conducteurs de leurs véhicules et de la route, etc.) induisent des voyages supplémentaires sur *les aménagements concernés*. Les temps de déplacements réduits rendus possibles par la nouvelle capacité, ou la capacité nouvellement disponible, attirent de nouveaux déplacements, du trafic provenant d'autres aménagements, des déplacements provenant d'autres modes de transports ou des déplacements qui avaient lieu auparavant dans d'autres plages horaires. En pratique, il a souvent été supposé que cette demande nouvellement exprimée était de nature limitée et donc que l'ajout de nouvelles capacités, ou le fait de rendre les anciennes capacités plus disponibles, généreraient des avantages durables par rapport à la congestion. Cependant, de nombreuses études ont confirmé que cette hypothèse s'avérait pour le mieux excessivement optimiste et généralement erronée [25] - au moins concernant les demandes de transport le long d'un corridor donné.

Des mesures d'élasticité sont utilisées afin d'apprécier l'effet des changements d'utilisation d'un bien ou d'un service par rapport à des changements de prix d'un autre bien ou service. Dans ce cas, l'effet de déplacements induits peut être évalué en essayant d'isoler les changements dans les volumes de voyages qui peuvent être reliés à des changements d'horaires de déplacement ou à des changements de capacité. Un nombre d'analyses de temps de déplacement ou d'élasticité d'offre a été effectué [26] et les résultats détaillés en Tableau 3.2 illustrent bien leurs conclusions. Tandis que certaines mesures d'élasticité analysées par les chercheurs font uniquement référence aux ajouts à la capacité physique (ex : voie-kilomètres) plutôt qu'aux temps de déplacement et à leur coût, ce qui donne, par conséquent, une mesure indirecte de la manière dont les voyageurs réagissent aux réductions des coûts généralisés ; les études qui ont examiné les élasticités temps de déplacement/coût ont découvert des phénomènes d'élasticité à court et à long terme qui sont largement cohérents. De plus, la plupart des nombreuses études qui regardent les élasticités liées à l'offre ont également et constamment découvert que les élasticités à long terme sont plus importantes que les élasticités à court terme. Enfin, le ton général des conclusions sur les élasticités de temps de déplacement et de voie-kilomètre est largement appuyé par des preuves empiriques détaillées – *les capacités nouvellement développées sur des réseaux encombrés induisent, ou génèrent d'une autre manière, des voyages supplémentaires qui n'auraient pas eu lieu sur les aménagements en question si cette capacité nouvellement disponible n'avait pas été disponible* [27].

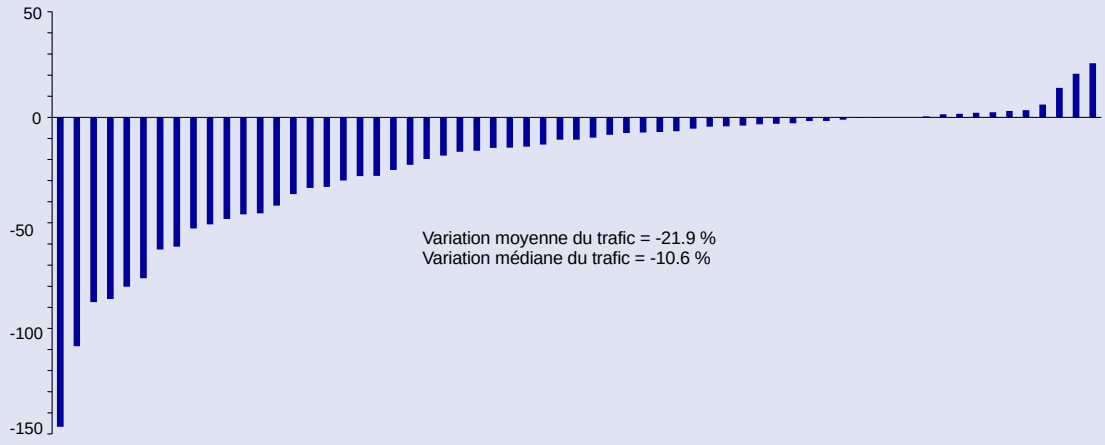
Facette de la demande induite/contenue : diminution ou résorption du trafic

La notion de demande induite/contenue explique comment un accroissement de la capacité actuelle peut induire une augmentation de la demande spécifique sur une liaison routière ou de la demande globale de mobilité dans une agglomération. Plusieurs chercheurs, notamment Atkins, Cairns et Goodwin, se sont demandés si l'inverse était vrai, autrement dit si une réduction de la capacité disponible avait pour effet de réduire les niveaux de trafic spécifiques ou globaux. Ils ont ainsi examiné environ une centaine d'études de cas de fermeture de route ou de réduction de capacité dans le monde entier et ont compilé des données spécifiques et détaillées sur 60 d'entre elles, qui ont fait l'objet d'un suivi très rigoureux, avant et après la réduction de capacité. Cairns *et al.* ont fait les constatations suivantes :

- Lorsqu'il y a réaffectation de l'espace routier consacré aux véhicules, les problèmes de circulation sont en général beaucoup moins aigus que prévu.
- Le niveau global de trafic peut diminuer sensiblement.
- La réduction du trafic s'explique en partie par le fait que l'on reconnaît que les automobilistes réagissent à l'évolution des conditions de circulation de façon beaucoup plus complexe que dans les hypothèses retenues jusqu'à présent dans les modèles de trafic.

Dans les cas étudiés, la variation moyenne du trafic pour l'itinéraire ou la zone modifiée ainsi que pour les itinéraires parallèles ou de remplacement était de -21.9 % tandis que la variation médiane du trafic était proche de -11 %. Bien que 11 études de cas sur 63 révèlent une augmentation du trafic après la fermeture de la route concernée, Cairns *et al.* ont constaté que la plupart du temps, le trafic diminuait ou disparaissait dans la zone concernée. Ils ont également noté que la persistance de la réduction du trafic dans la durée dépendait dans une large mesure de l'effet cumulatif de plusieurs mesures concordantes. Indépendamment de la question de savoir s'il y a lieu ou non de se féliciter d'une réduction du trafic dans les zones urbaines, cette étude montre que la réduction de l'espace routier disponible ne se traduit pas nécessairement par une aggravation de la congestion.

Distribution des variations de trafic enregistrées dans les différentes études de cas



Source : D'après Cairns *et al*, 2002.

Réduction ou résorption du trafic : Le réaménagement des abords de la rivière Cheonggye à Séoul

Un autre exemple qui n'entre pas dans l'étude de Cairns *et al.* citée est le réaménagement récent des abords de la rivière Cheonggye, dans le centre de Séoul. L'idée de réduire ou résorber le trafic était au cœur de l'ambitieux programme lancé par la municipalité de Séoul, qui consistait à supprimer les 5.8 kilomètres de la voie rapide élevée de Cheonggye et quatre des huit voies de la rue Cheonggye adjacente afin de rétablir l'accès à la rivière, qui avait été couverte par la route express, et de revitaliser le quartier par la création d'un parc urbain. Les résultats qui se dégagent de l'observation avant et après les travaux de réaménagement sur la voirie du centre de Séoul concordent avec les constatations de l'étude de Cairns *et al.* En effet, l'essentiel du trafic qui empruntait auparavant le corridor Cheonggye ne s'est pas répercuté sur les rues adjacentes ni dans le reste de l'agglomération. Il semble finalement que la perte de capacité routière se soit traduite par une modification des horaires de déplacement et par une fréquentation sensiblement accrue du métro. Il convient aussi de noter que l'agrément que procure le parc de la rivière Cheonggye et la hausse de la valeur foncière des terrains voisins sont également des retombées non négligeables du projet.



Rivière Cheonggye :
Avant le rétablissement de l'accès



Rivière Cheonggye :
Après le rétablissement de l'accès

Source : Lee *et al* (2004), Hwang, K-Y. et Lee, S. (2004) et municipalité de Séoul (photos).

Tableau 3.2. **Synthèse des estimations représentatives des élasticités dans les volumes de trafic**

Etude	Conclusion	Elasticités
Goodwin, 1996 SACTRA, 1994	Une réduction du temps de déplacement de 10% débouche sur une augmentation du volume de trafic de 5% à court terme et de 9% à long terme. L'étude observe que cet effet moyen serait plus élevé dans les zones urbaines très encombrées.	-0.5 to -0.9 (Temps de déplacement)
Barr, 2000	Une réduction du temps de déplacement de 10% entraîne une augmentation du volume de trafic de 3 à 4%. Cet effet est plus élevé dans les zones urbaines.	-.03--.04 (Temps de déplacement)
Cervero, 2003	Une augmentation de la vitesse du trafic de 10% entraîne à long-terme à une augmentation du volume du trafic de 6.4% – 80% de la capacité additionnelle est prise par des déplacements aux périodes de pointe, dont la moitié résulte directement de la capacité nouvellement disponible.	0.64 (Vitesse du trafic)
Hansen et Huang, 1997	Une augmentation de capacité de 10 % entraîne une augmentation du volume de trafic de 3 à 7% – mais jusqu'à 9% dans les zones urbaines.	0.3 to 0.7 (Voies-kilomètres)
Noland, 2001	Une augmentation de capacité de 10 % entraîne une augmentation du volume de trafic de 3 à 6% à court terme et de 7 à 10% à long terme.	Court terme = 0.3-0.6 Court terme = 0.7 -1.0 (Voie-kilomètres)

Source : Noland et Lem, 2001, Hanley, Dargay et Goodwin, 2002-2003 et Litman, 2005.

Evaluer le trafic induit serait donc essentiellement une question d'appréciation des effets par une sélection adéquate des valeurs d'élasticité court-terme et moyen-terme des temps de transport. Cependant, cette tâche n'a rien de simple. En effet, bon nombre des modèles utilisés afin d'évaluer les impacts de développements routiers ont des difficultés à apprécier l'impact des déplacements reprogrammés ou des nouveaux déplacements suscités par l'aménagement. Par exemple, on observe qu'une capacité nouvellement disponible débouche sur une concentration des déplacements autour des heures d'arrivée de pointe préférées – suggérant ainsi une baisse des coûts généraux de planification. Cette "étroitisation" des pointes réduit le potentiel de la capacité nouvellement disponible à diminuer la congestion aux heures de pointe. Elle limite du coup, les économies de temps de déplacementi. Alors que les voyageurs qui modifient leur horaire ont peu d'impact sur l'ensemble des déplacements d'une zone urbaine, ils peuvent néanmoins avoir un impact substantiel sur les résultats des mesures de régulation de la congestion qui ciblent une liaison donnée ou un ensemble de liaisons données sur le réseau. Il faut souligner que le fait qu'il existe une demande induite ou cachée ne veut pas forcément dire qu'une région, ou ses usagers de la route, ne tirent pas généralement profit d'un développement de la capacité routière – au contraire. Cependant les stratèges doivent faire très attention aux effets à retardement d'une augmentation de l'offre de capacité, afin d'évaluer les avantages d'un développement routier de façon réaliste. Ce qui est le plus important, ce n'est pas le niveau de la circulation sur les routes avant la mise en œuvre des politiques de régulation de la congestion, mais l'évaluation ex-ante réaliste des volumes de trafic après le déploiement des mesures de régulation de la congestion, - et la manière dont ceux-ci seront susceptibles d'évoluer à court et à moyen terme. Et la réponse à cette dernière question semble être «plus rapidement que prévu» pour beaucoup de projets.

En particulier, les méthodes de modélisation des transports utilisées pour évaluer les avantages des politiques de régulation de la congestion, décrites dans le Chapitre 5, doivent tenir spécifiquement compte

de ces effets à retardement causés par l'accroissement de la capacité. Quand la conception du projet et son processus d'évaluation n'arrivent pas à prendre en compte de tels effets, la réduction effective de la congestion ne répondra pas aux attentes du concepteur. Comme nous l'avons observé ci-dessus, ce phénomène de trafic induit n'est pas forcément négatif ; il indique que de nouvelles activités sont entreprises et que les voyageurs se déplacent grâce aux nouvelles opportunités qui se sont présentées. Les politiques de construction de nouvelles capacités routières peuvent toujours être bénéfiques et offrir un bon rapport qualité-prix. Mais dans les conditions de congestion, la demande qu'elles engendrent réduit les avantages qu'on aurait trouvé sans le trafic induit. Ceci est particulièrement important en ce qui concerne les politiques de régulation de la congestion parce qu'un grand nombre d'études a souligné le fait que c'est précisément dans les zones urbaines de haute congestion qu'il y a le plus de chances que la demande induite/cachée érode le plus rapidement les bienfaits des développements routiers ! [29]

De plus cette réalité des déplacements induits appelle une question plutôt philosophique, mais pourtant très pragmatique : Si le trafic qui circule sur un aménagement a tendance à croître quasi-systématiquement jusqu'à ce qu'il rattrape ou dépasse la capacité de l'aménagement , où se trouve la limite pour de nouveaux aménagements routiers ?

Bien entendu, les villes et les zones urbaines devront et pourront développer leurs infrastructures de transport, là où le bon sens le dicte. Cependant, quels signaux sont incorporés dans le présent paradigme dominant des politiques "prédire et fournir" afin de guider l'offre pour de telles infrastructures à la lumière de routes "désencombrées" (dans la perspective immédiate du voyageur) et des déplacements induits ?

La réponse à cette question est débattue dans le Chapitre 6 sur les principes stratégiques gouvernant les politiques de régulation de la congestion.

Résumé du chapitre

- Les politiques efficaces de régulation de la congestion devraient être fondées sur la localisation et l'analyse, dans ce contexte spécifique, des dimensions et perspectives du problème de congestion auquel une zone urbaine est confrontée.

- Nous sommes en mesure d'identifier trois catégories principales de facteurs de causalité qui ont un impact sur la congestion routière ; les facteurs "micro-niveau" (ex. ceux relatifs à la circulation sur la route), les facteurs "macro-niveau" relatifs à la demande de premier ordre d'utilisation de la route et un ensemble de facteurs exogènes relatifs aux demandes de deuxième ordre, de même que des facteurs "aléatoires" comme le temps et la visibilité. Il est important de se rappeler que la congestion est la conséquence de "déclencheurs" qui provoquent dans un premier temps la congestion routière au micro-niveau (c'est à dire sur la route) et le comportement des conducteurs qui fonctionnent au macro-niveau et contribuent à l'incidence de la congestion et à sa sévérité.

- La congestion est caractérisée habituellement comme étant récurrente ou non-récurrente. La congestion récurrente est généralement provoquée par des facteurs qui agissent régulièrement sur le système des transports, tels les déplacements domicile-travail quotidiens ou les sorties du weekend. Cependant même la congestion récurrente peut être très aléatoire, surtout en termes de durée et de sévérité.

- Ce qui ressort également des études des causes de la congestion "récurrente" dans différents types de réseaux routiers est l'extrême vulnérabilité de la circulation à des ruptures subites lorsque la demande s'approche de la capacité technique maximale de passage sur la liaison ou le réseau. Quand les routes sont utilisées près de leur capacité maximale, de petites modifications dans la capacité disponible comme les facteurs de différentiels de vitesses entre les véhicules, les changements de voie et les cycles d'accélération et de décélération peuvent déclencher une mutation subite d'une situation d'écoulement continu vers une situation "d'accordéon".

- La congestion *non-récurrente* est la conséquence d'événements imprévus, non-planifiés ou majeurs (par exemple, les travaux, les accidents, les grands événements, etc.) qui ont un impact sur certaines sections du système de transport de manière plus ou moins aléatoire et, en tant que tels, ne sont pas faciles à prévoir, à modéliser ou à atténuer. La part de congestion non-récurrente varie entre les différents réseaux routiers et elle est liée à la présence et à l'efficacité de stratégies de réaction aux incidents, à la programmation des travaux routiers et aux conditions atmosphériques du moment (neige, pluie, brouillard, etc.).

- Tandis que la plupart des incidents non-récurrents ont le même impact négatif sur les performances des routes, ces incidents ne sont pas tous purement aléatoires et leur prévisibilité est variable. Tandis que la plupart des accidents sont imprévisibles par nature, des segments prédisposés aux accidents peuvent être identifiés par une analyse statistique et des traitements spécifiques de sécurité géométrique, ou autres, peuvent y être appliqués.

- De même, les travaux peuvent être gérés afin d'en minimiser l'impact sur la circulation. Même les impacts des conditions météorologiques, qui sont impossibles à changer en elles-mêmes, peuvent être prévus et réduits grâce à des plans d'opérations efficaces.

- De plus les mécanismes spécifiques de déclenchement de la congestion varient en fonction du type de route. La congestion ne se forme pas de la même manière, ni pour les mêmes causes immédiates, sur des aménagements à flux continu comme les autoroutes ou sur des aménagements à flux discontinu, comme ceux rencontrés dans les centres-villes très denses.

- De plus, le niveau de demande sur les routes et la formation de la congestion n'est pas un phénomène constant. La libération d'espace routier ou l'offre de nouvelles capacités est susceptible d'attirer un nouveau trafic sur la route en question. L'impact du trafic induit ou dévié n'est pas à sous-estimer.

- Enfin, les politiques efficaces de régulation de la congestion doivent chercher à comprendre la nature de la demande de transport dans des conditions de congestion. Tandis que les déplacements domicile-travail peuvent représenter un élément essentiel, il est important de ne pas oublier d'autres formes de déplacement aux heures de pointe, comme les tournées scolaires, les déplacements de loisirs, le comportement de recherche de places de stationnement, le transport urbain de fret et la livraison des marchandises.

NOTES

1. Bovy, P. et Hoogendoorn, S. (2000).

2. Ex : En général en Europe et aux Etats Unis, 55% de la congestion non-récurrente est attribuée à des incidents aléatoires et des zones de travaux ; sur les autoroutes allemandes, les zones de travaux et les accidents ont causé 60% de la congestion; en Suisse, ces chiffres sont respectivement de 33% et 19%, pour les accidents et les zones de travaux.

3. Bovy, P. et Hoogendoorn, S., 2000 et SYTADIN, 2004.

4. Les impacts du mauvais temps sur la capacité routière sont importants. Une étude - Chin, S.M. et al (2004) - des Etats Unis fournit les estimations suivantes :

Autoroutes urbaines	Une pluie fine réduit la vitesse d'environ 10%, réduisant la capacité d'environ 4%.
	Une forte pluie réduit la vitesse d'environ 16%, réduisant la capacité d'environ 8%.
	Une neige légère réduit la capacité de 5% à 10% en fonction de son accumulation.
	Dans les chutes de neige importantes, les vitesses diminuent de presque 38%, ce qui suggère une baisse de capacité de 25–30%.
Routes artérielles	La pluie réduit les vitesses de 10% et la capacité de 6%.
	Les chutes de neige et les chaussées mouillées réduisent les vitesses de 13% et la capacité de 11%.
	Dans des conditions de neige fondue, les vitesses diminuent de 25% et la capacité de 18%.
	Quand les voies sont recouvertes de neige fondue, les vitesses diminuent de 30% et la capacité de 18%.
	Dans les conditions de chute de neige ou les chaussées sont recouvertes, la capacité diminue de 20%.

5. Les ingénieurs en transports parlent de flux aux points A et B dans le schéma comme étant non-encombrés, non-restreints, non-liés ou à écoulement libre. Les économistes, étiquètent ces flux comme étant encombrés.

6. Voir Leurent, F. (2006) et Maerivoet, S. et Moor, B. (2006) pour une analyse de ces points.

7. Kerner, B. (2004).

8. Kerner, B. et al (2001).

9. Zhang H. (1999) et Maerivoet, S. et de Moor, B. (2006).

10. AHUA (2004), p.7.

11. Ex : voir Highway Capacity Manual, 2000.

12. Voir par exemple Brilon, Schnabel, 2003.

13. Newman et Kenworthy, 1999.

14. CLF, 2004.

15. METRO d'Athènes, 1996.

16. Bureau National des Statistiques du Royaume Uni, 2004.

17. Pickrel et Schimek, 1995.

18. Augustus Caesar et ensuite l'empereur Hadrien ont essayé tous les deux de réduire la congestion dans les rues de Rome par l'interdiction de transporter du fret et de livrer les marchandises dans l'ancienne capitale pendant la journée. Hadrien a écrit : «J'ai réduit la masse insolente de charrettes qui encombrent nos rues, car ce luxe d'aller vite détruit sa propre raison d'être. Un piéton avance plus vite qu'une centaine d'engins de transport bloqués les uns contre les autres tout le long des tournants et virages de notre Voie Sacrée" Cependant dans un changement révélateur de politique, les interdictions s'appliquant aux heures de la journées étaient vite enlevées à cause des plaintes reçues des citoyens de Rome parce que les livraisons nocturnes les empêchaient de dormir. Wachs, M. (2002), et Encyclopaedia Britannica.

19. OECD (2003).

20. Browne, M. et al (2001).

21. Arnott, R. (2001) "Au moins pour les déplacements en automobile avec une destination en centre-ville ; le temps moyen perdu à chercher une place de stationnement peut être le même que le temps moyen perdu à cause des embouteillages. Tourner à la recherche d'une place de stationnement dans la rue contribue probablement de façon significative à la congestion en centre-ville (p.23).

22. Ville de Paris, "Lettre des Déplacements" (http://paris.centraldoc.com/index php?c=nletter&do=showone&id=10).

23. Litman, T. (2006a).

24. Litman, T. (2006a).

25. Voir Goodwin, P., Dargay, J. et Hanly, M. (2002) et (2004), Glaister, S et Graham, D. (2004), De Jong, G. et Gunn, H. (2001), CPRE (2006), Noland, R. (2001), SACTRA (1994) et Litman (2005b).

26. Voir Goodwin, P., Dargay, J. et Hanly, M. (2002) et (2004), Glaister, S et Graham, D. (2004), De Jong, G. et Gunn, H. (2001), CPRE (2006), Noland, R. (2001), SACTRA (1994) et Litman (2005b).

27. Pour un exposé succinct sur cette question, voir Goodwin P. et Noland R.

28. Zhang, J., Rufolo A.M., Dueker K.J., and Strathman J.G. (2002). The Effects of Roadway Supply on Peak Narrowing. (Les effets de l'offre de capacité routière sur le rétrécissements des pointes) Journal of the Transportation Research Forum, 56(3), 129-145.

29. Voir, par exemple, ECMT (1998), p. 215 ou Hensher, D. et Button, K., eds. (2000), pp 125-141.

4. VUE D'ENSEMBLE DE LA CONGESTION DU TRAFIC ET MÉTHODES DE RÉGULATION DE LA CONGESTION DANS LES PAYS MEMBRES

Ce chapitre donne une vue d'ensemble des contributions apportées par les pays membres sur la congestion du trafic dans leurs grandes agglomérations. Les contributions des pays comprennent un avis sur les niveaux de gestion courante et sur les perspectives de congestion. Il y a également un résumé des différents cadres utilisés par les pays pour aborder la congestion au niveau urbain.

4.1 Introduction

Les objectifs de la politique des transports concernant la congestion du trafic sont en général déterminés pour répondre à une sensibilité politique et communautaire relative aux niveaux de congestion de plus en plus élevés. De nombreuses administrations gouvernementales chargées des transports ont réagi à des tendances de congestion défavorables en adoptant des objectifs de politique nationale ou territoriale liés à la congestion du trafic.

Les politiques en matière de congestion, lorsqu'elles existent, visent souvent à réduire les coûts de congestion et ses impacts (comme les "pertes" de temps de déplacement, la variabilité inacceptable des temps de déplacement et le carburant gaspillé, la dégradation de la qualité de l'air, etc.). Pour leur part, les processus de planification du trafic sont en général alignés sur, et soutiennent, les vastes objectifs politiques mis en place.

Il existe bien sûr des interactions fortes entre la politique en matière de transports et la planification du trafic. Ce qui est planifié et comment cela est planifié dépendra de l'ensemble des objectifs politiques mis en place. Si les politiques en matière de transport sont destinés, par exemple, à réagir aux demandes exprimées par la communauté pour des villes plus compactes, plus agréables à vivre et à plus faible consommation de ressources, ce qui est planifié est davantage susceptible de favoriser le développement (ou un re-développement) d'une plus forte densité, des transports en commun et de la marche.

Dans des villes ou des lieux où les politiques en matière de transport répondent davantage aux demandes de choix d'emplacement, de déplacements motorisés et d'un coût de la vie moins élevé, dans des secteurs décentralisés avec plus d'espace, ce qui est planifié pourra être totalement différent. En d'autres termes, le résultat des procédés de planification dépendra dans une certaine mesure du cadre politique global au niveau national, territorial et des grandes agglomérations.

Ce chapitre résume la contribution des membres du groupe de travail au niveau actuel et aux perspectives de congestion dans les pays suivants :

- Australie
- Canada
- République Tchèque

- France
- Allemagne
- Grèce
- Japon
- Pays-Bas
- Nouvelle-Zélande
- Fédération de Russie (région de Moscou)
- Espagne
- Royaume-Uni
- États-Unis

Comme cela a été noté précédemment, il existe différentes méthodes utilisées pour définir et mesurer la congestion et il existe également différentes méthodes pour évaluer les actions nécessaires. Les vues d'ensemble par pays présentées dans ce chapitre reflètent les définitions et les méthodes utilisées dans chaque pays.

4.2 Vue d'ensemble de la congestion dans les pays sélectionnés

4.2.1 Australie

4.2.1.1 Localisation et ampleur de la congestion

Le total passagers-kilomètres dans les zones urbaines est la résultante des augmentations de la population et du nombre de véhicule par tête, d'un accroissement des revenus et de la décentralisation urbaine. La demande en passagers et fret est directement liée à la croissance économique, avec une augmentation des déplacements de passagers plus rapide que la croissance de la population. La charge du fret national a crue d'environ 1.21 fois le taux de croissance économique [1]. L'économie australienne a connu des taux d'intérêt historiquement bas et une croissance économique forte, ce qui a contribué à la croissance des mouvements de fret, y compris dans les zones urbaines.

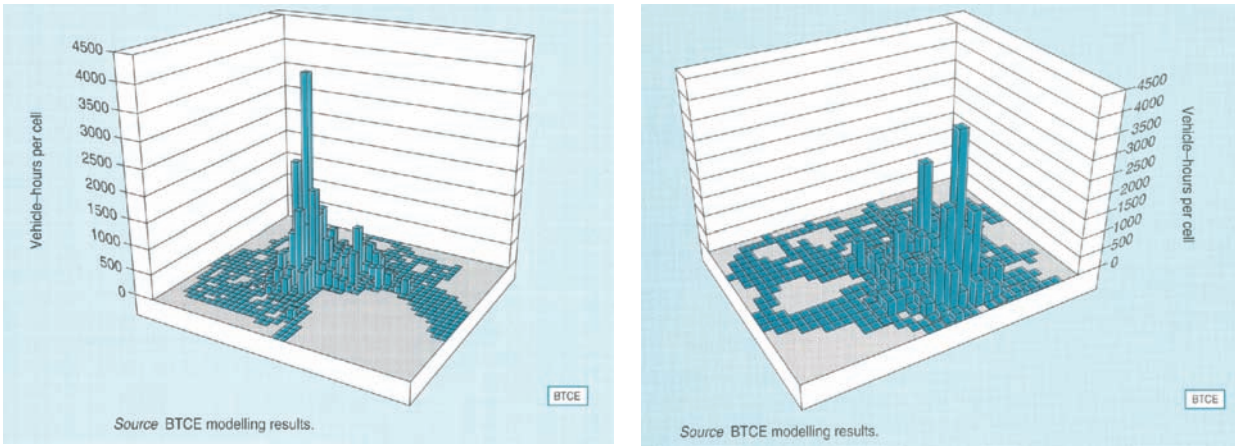
Alors que les deux villes australiennes à la croissance la plus rapide – Brisbane et Perth – sont également confrontées à des conditions de congestion routière de plus en plus importantes, Sydney et Melbourne représentent la plus grande partie de la congestion supra-optimale.

Melbourne se caractérise par un niveau de congestion élevé mais concentré, autour d'une zone centrale relativement petite près du quartier CBD. (Figure 4.1). Le coût total annuel de la congestion à Melbourne est évalué à environ $ 3 milliards. Aux heures de pointe, environ 640 km du réseau des grands axes sont encombrés. La majorité de la congestion se produit actuellement dans le centre et jusqu'aux banlieues intermédiaires, dans un rayon de 15 km du quartier d'affaires (CBD). (DOI 2005).

L'agglomération de Melbourne a une population de plus de 3.6 millions d'habitants et couvre presque 9 000 km². La congestion se concentre au centre et jusqu'aux banlieues intermédiaires, dans un rayon de 15 km du quartier des affaires (CBD). Cependant, le système autoroutier de Melbourne connaît également un trafic important, en particulier sur l'axe est-ouest et autour du port de Melbourne et sur des autoroutes qui donnent accès au CBD et permettent de le quitter. Aux heures de pointe, environ 88 km du réseau des grands axes sont encombrés [2].

A Melbourne, la variabilité du temps de déplacement (différence entre les temps de déplacement dus à des retards) aux heures de pointe du matin est passée de 17.4% à 25.3% au cours des cinq dernières années. La variabilité du temps de déplacement aux heures de pointe du soir est passée de 15.8% en 1999-2000 à 18.8% en 2003-04 et a ensuite enregistré une chute à 17.7% en 2004-05 [3].

Figure 4.1. **Retards aux heures de pointe du matin (Melbourne et Sydney en 1998)**



Source : Réponse au questionnaire du groupe de travail.

A Sydney, la plus grande ville d'Australie avec plus de 4.2 millions d'habitants répartis sur 12 000 km², des volumes de trafic de plus en plus importants pèsent sur la fiabilité du réseau, non seulement dans le centre ville mais également dans les banlieues extérieures aux principaux points d'accès au réseau des grands axes. Contrairement à Melbourne, Sydney connaît une congestion répartie de manière plus homogène qui s'étend du CBD à la zone de Parramatta. (Figure 4.1). Le transport de fret est majoritaire dans les zones comportant un grand nombre de sites industriels et d'entrepôts, principalement au sud et à l'ouest de Sydney, concentrés à la limite des principales autoroutes. 90% des marchandises provenant du port de Sydney à l'est sont destinés à Sydney Ouest [4].

La moitié des déplacements de passagers effectués chaque jour à Sydney représente moins de cinq kilomètres, la majorité étant effectuée en voiture. Plus les gens vivent loin du CBD, plus leurs déplacements tendent à s'allonger, plus grand est le recours au déplacement en voiture et moins ils sont susceptibles de marcher ou de rouler à vélo [5]. La population de Sydney a augmenté de 21% au cours des 20 dernières années et, alors qu'une partie de cette croissance s'est faite au centre ville, une grande proportion s'est également produite à la périphérie de l'agglomération. Au cours de ces mêmes 20 dernières années, le nombre de déplacements en voiture a augmenté de 41% et le nombre de voitures de 58%.[6]

A Brisbane, la congestion qui était concentrée auparavant principalement sur les artères urbaines radiales du centre s'étend maintenant vers les zones urbaines côtières et extérieures recherchées qui connaissent la croissance de population la plus rapide. Des prévisions indiquent que les kilomètres parcourus par des

véhicules dans le sud est du Queensland – la zone de l'état où se trouve Brisbane – augmenteront de 1.9% par an (de 2001 à 2026), contre une croissance annuelle estimée de la population de 1.7%. [7]

La population de Perth augmente rapidement avec une expansion urbaine significative à l'extérieur de l'agglomération et se combine à une densification du centre ville. Cette croissance de la population s'est accompagnée d'une croissance du nombre de propriétaires de voitures – de 515 voitures pour 1 000 habitants en 1991 à presque 650 voitures pour 1 000 habitants en 2006. Le nombre de plus en plus élevé de propriétaires de véhicules s'est accompagné d'une baisse de la part occupée par les transports en commun de 20% en 1966 à 6% de l'ensemble des déplacements en 2005. La congestion touche d'abord l'axe urbain du Sud-Est (par exemple entre les principales zones industrielles de Kewdale et de Kwinana et les ports de Fremantle et de Kwinana) mais augmente aussi sur l'axe autoroutier Nord-Sud.

Le fret routier est transporté vers et depuis le reste de l'Etat principalement le long des plus grands axes routiers vers le Nord, le Sud et l'Est de Perth. Les poids lourds représentent jusqu'à 10% du trafic total sur les principaux itinéraires [8].Le système de fret de la ville bénéficie de voies séparées pour les trains de marchandises et les trains de voyageurs urbains.

4.2.1.2 Perspectives de congestion

Dans l'ensemble de l'Australie, il est prévu que le nombre total de kilomètres parcourus par des véhicules (fret et passagers) dans les agglomérations connaissent une croissance moyenne de 40% entre 2002 et 2020. Les voitures sont le mode de transport dominant pour les déplacements intérieurs et représentent environ 80% du total des kilomètres parcourus par les véhicules dans les agglomérations. La route est également le mode de transport dominant pour le fret urbain. On s'attend à ce que le fret routier urbain augmente de plus de 70% entre 2002 et 2020. Le transport intérieur de colis devrait augmenter plus rapidement que l'ensemble du trafic, y compris les voitures. Cependant, même avec la croissance rapide du trafic de fret commercial par véhicules légers, on prévoit que le trafic automobile tombera à 75% du total des kilomètres parcourus par les véhicules en agglomérations en 2020 [9].

Le taux "véhicules x kilomètres parcourus" augmente plus rapidement à Perth et Brisbane, avec des taux de croissance dépassant ceux de Sydney et de Melbourne.

A Sydney, la croissance attendue de la demande de transport de voyageurs associée à la croissance des mouvements de fret sur route est susceptible d'augmenter la concurrence en matière d'espace routier. Un phénomène similaire est attendu sur le réseau ferré métropolitain partiellement partagé où des services supplémentaires pour voyageurs du chemin de fer réduiront la part disponible pour le service de fret [10]. A Melbourne, il est prévu que la congestion du trafic dans le centre ville augmente considérablement alors que l'on anticipe une migration de la congestion du trafic vers les banlieues. Si aucun changement n'est effectué, la congestion s'étendra sur plus de 385 kilomètres du réseau de grands axes d'ici 2021 [11].

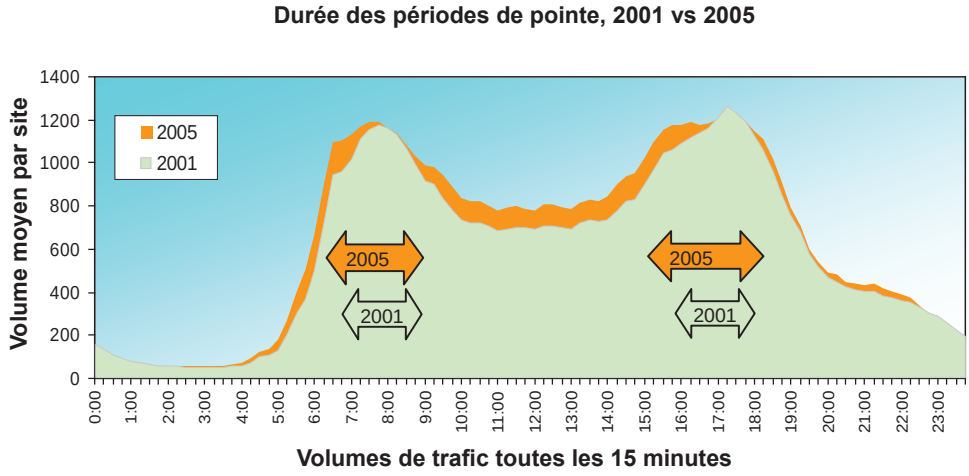
Les mesures traditionnelles de la congestion du trafic, comme les vitesses moyennes de déplacement et autres mesures de la congestion basées sur la vitesse, ne donnent pas toujours une image exacte de la manière dont la congestion change au niveau de l'axe de transport et n'indiquent pas toujours dans quelle mesure la fiabilité du réseau est devenue problématique. Ces mesures sont utiles lorsque la congestion commence à se dessiner, mais perdent de leur utilité lorsque des périodes de forte congestion deviennent la norme.

A Sydney et Melbourne, des mesures des vitesse de déplacement moyenne globale pondérée pendant les heures de pointe du matin et du soir pour le réseau routier urbain n'ont pas énormément changé au cours

des cinq dernières années malgré des investissements importants dans l'infrastructure routière [12]. Ce résultat montre que les grands axes routiers étudiés ont largement atteint leur capacité. Dans de telles situations, les mesures de la vitesse de déplacement peuvent ne pas détecter une augmentation de la durée de la congestion ou l'extension géographique de la congestion, par exemple à cause d'une déviation du trafic vers d'autres itinéraires moins attractifs qui ne font pas partie de l'étude.

L'étalement de la période de pointe est un phénomène courant dans des zones où la congestion routière est élevée. Les méthodes actuelles de collecte de données sur la congestion pratiquées en Australie cachent ce phénomène. A Melbourne cependant, ce phénomène peut être clairement mesuré. Les services de la voirie de Victoria, VicRoads, ont utilisé une nouvelle technologie permettant de collecter en permanence des données sur le rendement des autoroutes. La figure 1 montre l'ampleur de l'étalement de la période de pointe à Melbourne de 2001 à 2005. La zone orange représente l'augmentation totale du volume du trafic entre les périodes de pointe du matin et de l'après-midi et souligne aussi l'augmentation de la durée des périodes de pointe.

Figure 4.2. **Durée des périodes de pointe à Melbourne, 2001-2005**



Source : VicRoads.

4.2.2. Canada

4.2.2.1 Localisation et ampleur de la congestion

La congestion routière continue à se développer au Canada du fait de la croissance rapide de la population, de l'urbanisation et de la possession et de l'utilisation de voitures. Entre 1993 et 2003, la population du Canada a augmenté de 2.7 millions. La croissance a été particulièrement rapide dans les agglomérations de Vancouver, 23%, et Calgary, 27% pendant cette période. L'augmentation absolue de population de loin la plus forte, a eu lieu dans l'agglomération de Toronto où la population a augmenté de plus de 900 000, soit 21.5% en dix ans.

L'utilisation des véhicules à moteur a aussi augmenté plus vite que la population totale, la flotte combinée de voitures et de camions augmentant de 13% entre 1992 et 2002.

Ces tendances ont favorisé une augmentation de la congestion - principalement dans les grandes zones urbanisées du pays (Calgary, Edmonton, Hamilton, Montréal, Québec, Ottawa-Gatineau, Vancouver et

Winnipeg). Dans les plus grandes de ces zones urbanisées, les heures de pointe durent en général de 6 h à 9 h et de 15 h 30 à 19 h. Dans les zones urbaines plus petites, les périodes de pointe sont plus courtes et ne durent qu'une ou deux heures. La congestion se rencontre également aux heures creuses dans certaines grandes zones urbanisées - en particulier sur les autoroutes urbaines. Certaines sections des autoroutes de Toronto et Montréal sont régulièrement encombrées hors des périodes de pointe si bien qu'il existe peu de différence visible entre les "heures de pointe" et le reste de la journée. Ce phénomène de congestion aux heures creuses montre, en partie, que les déplacements aux heures creuses ont augmenté plus rapidement que les déplacements aux heures de pointe ces dernières années.

L'étude intitulée "Coût de la congestion urbaine au Canada" a été achevée en 2004. Les résultats clés de cette étude ont été publiés le 22 mars 2006 par le Ministère des transports. L'étude était commandée par Transport Canada pour mieux comprendre la nature et l'ampleur de la congestion au Canada et pour élaborer une méthode cohérente d'évaluation des coûts associés. L'étude a observé les données et les situations dans lesquelles la congestion se produit quotidiennement du fait d'une demande qui excède la capacité des villes à déplacer les gens. Elle a aussi servi à examiner les coûts dus aux retards de déplacement, le carburant supplémentaire consommé et les gaz à effets de serre supplémentaires émis.

Résultats attendus : l'étude du coût de la congestion procure la première analyse systématique de la congestion urbaine récurrente au Canada, en plus d'évaluer le coût de la congestion urbaine en termes de retard, de consommation de carburant et d'émissions de gaz à effets de serre associées dues aux conditions de congestion. L'étude a découvert que la congestion récurrente dans les zones urbaines coûtait aux Canadiens entre 2.3 et 3.7 milliards de dollars par an (valeurs du dollar en 2002) Plus de 90% de ces coûts sont associés au temps perdu par les conducteurs et les passagers, 7% sont dus au carburant consommé et 3% résultent d'émissions de plus en plus importantes de gaz à effets de serre. Les estimations du coût de la congestion réalisées par cette étude seront utilisées dans l'étude du coût complet des activités de transport actuellement menée par Transport Canada.

4.2.2.2 Perspectives de congestion

On prévoit une augmentation continue de la population à son rythme récent, du fait surtout, d'une immigration constante. Des prévisions récentes anticipent une croissance de la population d'environ 0.75% par an d'ici 2020. Une urbanisation plus importante est prévue également puisque l'expansion de la population continue de se concentrer dans les zones urbaines.

Toutes les tendances sous-jacentes suggèrent que le trafic routier continuera à s'étendre rapidement en l'absence de chocs économiques importants ou de changements politiques. On prévoit une croissance annuelle du PIB supérieure à 2% et, si les tendances récentes se poursuivent, le nombre de propriétaires de voitures et leurs taux d'utilisation augmenteront davantage ou approcheront 3% l'an. Alors que certains pourraient prétendre que cette croissance est improbable, le nombre de propriétaires de voitures et leur taux d'utilisation devraient approcher de la "saturation", la comparaison avec les États-Unis est très instructive. En 2002, le nombre moyen de propriétaire d'un véhicule par 1000 habitants aux USA était de 830, 40% supérieur au taux du Canada, selon les statistiques officielles. Au même moment, le PIB par tête était 27% supérieur à celui du Canada (selon la parité du pouvoir d'achat). La différence proportionnelle du nombre de propriétaires de véhicules a approché 40% pendant au moins les quarante dernières années, alors que la croissance était importante. Le nombre de propriétaires de véhicules aux USA était aussi élevé il y a 30 ans que le taux actuel du Canada. De plus, l'utilisation annuelle par véhicule a également augmenté pendant ces décennies aux USA.

Étant donné la similarité des économies et de la géographie, on peut prévoir que le Canada continuera à suivre la même croissance du nombre de propriétaires et du taux d'utilisation des véhicules

proportionnellement à la population et au PIB que celle suivie précédemment par les USA. Compte tenu des relations exponentielles entre la congestion et le trafic, en l'absence d'une extension importante des capacités, les retards dus à la congestion risquent par conséquent d'augmenter considérablement au Canada au cours des prochaines décennies.

4.2.3 République Tchèque

4.2.3.1 Localisation et ampleur de la congestion (concentrée sur Prague)

Au cours des dix dernières années, le nombre total de véhicules à moteur immatriculés par habitant dans la République Tchèque a déjà atteint le niveau des pays européens développés. Prague a même dépassé la plupart des villes d'Europe de l'Ouest. La part des voitures particulières sur le nombre total de véhicules à moteur a déjà atteint 80% de la flotte automobile dans les grandes villes. Les bouchons se produisent en général dans les plus grandes villes, Prague et Brno, et également, à une moindre échelle, à Ostrava, Plzeň et Olomouc. A Prague, 75% du trafic s'effectue entre 6 h et 18h. Cette congestion provoque des retards qui atteignent 30 à 35 min tous les 10 km parcourus sur les temps de parcours en circulation fluide.

440 000 personnes et 240 000 voitures environ viennent à Prague chaque jour. Cette demande de trafic ne peut pas être satisfaite par la capacité de réseau urbain disponible en termes de volume et de qualité espérés. Les difficultés de trafic persistantes sont ainsi créées, à la fois sur des routes principales mais également, sur des routes locales. L'intensité du trafic automobile dans Prague aux heures de pointes dépasse de loin l'intensité du trafic sur les routes et les autoroutes les plus chargées de tout le pays.

En général, dans les centres villes, la congestion peut être expliquée par les déplacements domicile-travail et la part de plus en plus grande du trafic automobile occupée par les transports en commun. La part des transports en commun a baissé de 75% à 60% depuis 1990 dans toutes les villes importantes tchèques. A l'heure actuelle, la voiture particulière représente 90% du débit de trafic dans les principales villes tchèques. L'occupation moyenne d'un véhicule atteint à peine 1.4 personnes par voiture.

4.2.3.2 Perspectives de congestion

A Prague, les tendances futures seront conditionnées au déploiement de mesures de détection et de gestion de la congestion. Celles-ci comprennent l'information trafic (VMS, radio, Internet, téléphone mobile) et l'information sur les temps de trajet et une offre de transports publics de qualité, concomitamment à une offre de "park & ride". Le développement des outils de navigation embarqués devrait également permettre une réduction de la congestion.

4.2.4 France

Bien qu'elle soit souvent présente dans les médias nationaux pendant les mois d'été, on ne peut pas dire que la congestion soit un problème politique national majeur en France. Néanmoins, la congestion est une caractéristique durable de la vie urbaine en France et le gouvernement, ainsi que les autorités territoriales accordent de plus en plus d'attention à ce sujet. Dans le discours politique, la congestion urbaine est souvent traitée comme l'un des nombreux problèmes à traiter au plus haut niveau de telle ou telle ville ou région – d'autres problèmes concernent l'habitat urbain, l'équité, l'environnement et l'accès à des réseaux efficaces de transport en commun.

4.2.4.1 Localisation et ampleur de la congestion

En termes absolus, la région du Grand Paris domine la répartition des impacts de congestion urbaine. En termes de perte totale de temps, la région parisienne représente les 2/3 de la perte totale de temps constatée au niveau national avec l'étalement de la congestion 14 heures par jour sur le boulevard périphérique de Paris. A Paris, la période de pointe du matin dure 2 heures et celle du soir dure 3 heures. D'autres grandes villes (par exemple Lyon, Marseille, Bordeaux, Toulouse, Grenoble, etc.…) subissent en général des périodes de pointe beaucoup plus courtes – bien que dans les villes à croissance rapide, la durée et l'importance du trafic aux heures de pointe aient également augmenté rapidement.

4.2.4.2 Perspectives de congestion

Bien que la congestion réduise considérablement l'utilisation de certaines infrastructures de transport, la perception globale (vérifiée dans les études) est que les vitesses moyennes de déplacement ont augmenté régulièrement en raison du développement du réseau (autoroutes, TGV, transports en commun) ainsi que de l'autogestion de la demande (choix de destination) qui permettent de contrebalancer l'augmentation régulière du trafic.

Alors qu'historiquement de nombreuses villes françaises ont cherché à s'adapter au trafic automobile entre les années 50 et les années 80, il y a eu une réaction hostile relativement étendue dans les villes cherchant à "atténuer" plutôt qu'à faciliter l'utilisation de la voiture – notamment dans des noyaux urbains denses. A l'heure actuelle, de nombreuses villes ont commencé à appliquer des politiques de restriction du trafic et ont subordonné, ou du moins mis au même niveau, le développement du trafic routier à d'autres objectifs de politique urbaine comme la promotion des transports en commun, la marche et le déplacement à vélo.

4.2.5 Allemagne

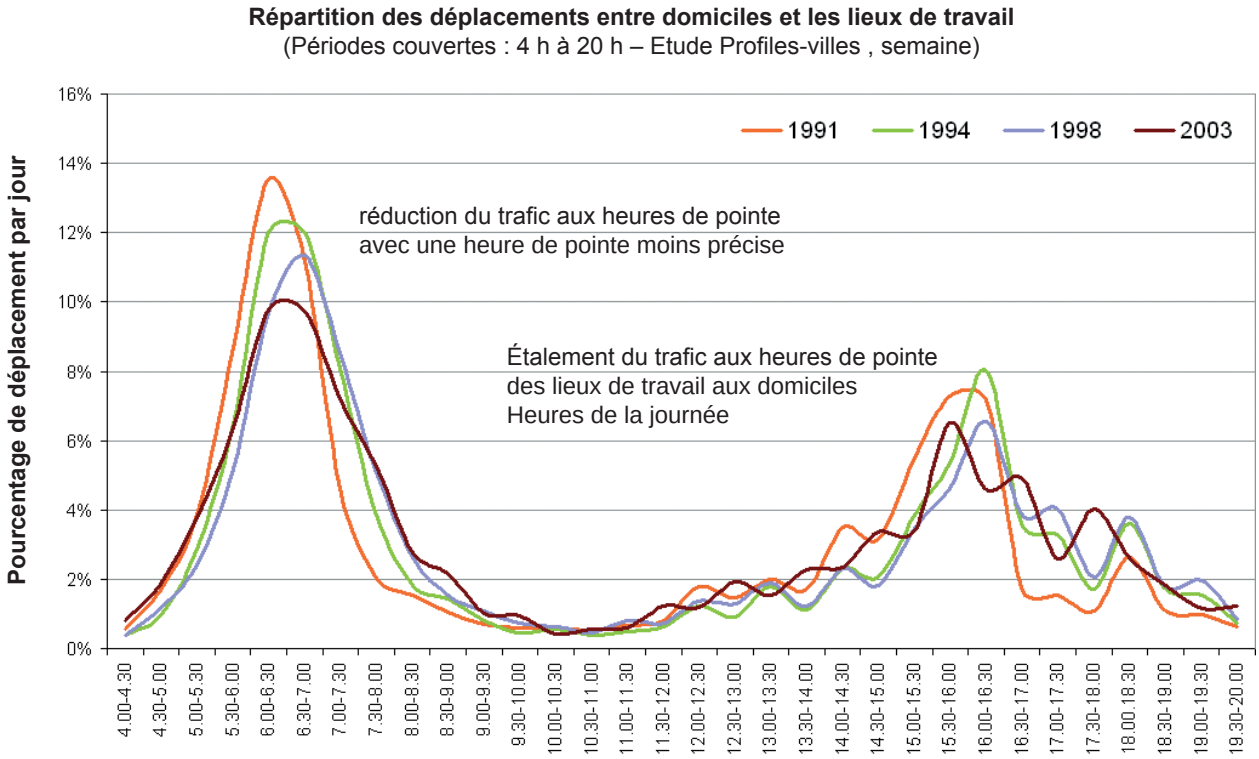
4.2.5.1. Localisation et ampleur de la congestion

Sur le réseau autoroutier, la congestion se produit assez fréquemment, en particulier dans des agglomérations comme Hambourg, Berlin, la zone Rhin-Ruhr (Dortmund-Essen-Düsseldorf-Cologne), Frankfurt, Stuttgart et Munich. Le réseau autoroutier allemand est passé de 3 400 km en 1950 à 12 200 km en 2005. L'augmentation de la motorisation et des kilomètres parcourus pour le transport voyageurs comme pour le fret ne pouvait être compensée par la fourniture d'une infrastructure routière adéquate. La croissance a été trop rapide et trop exigeante. En outre, la mise à disposition d'un meilleur réseau routier a entraîné un trafic routier supplémentaire.

A cause de l'absence d'une définition homogène de la congestion, les statistiques diffèrent en ce qui concerne la gravité et la fréquence de la congestion en Allemagne. Mais on évalue que la longueur totale de la congestion est en moyenne de 200 km par jour et atteint 1 000 km en périodes de pointe. Les causes de la congestion peuvent être réparties entre les travaux de voirie, les incidents et les volumes de trafic importants, qui représentent environ un tiers chacun.

En particulier, lorsque les déplacements régionaux, longues distances et de transit se chevauchent, la congestion se produit aux heures de pointe (de 6h à 10h et de 16h à 18h). 60% des bouchons sur autoroutes s'étendent sur environ 3 km.

Figure 4.3. **Évolution des déplacements journaliers dans les villes d'Allemagne de l'Est, de 1991 à 2003 (moyenne pondérée de 15 villes, pourcentage de déplacements par jour)**



Source : Réponse au questionnaire du groupe de travail.

De nombreuses villes allemandes ont également connu une extension de la durée du trafic aux heures de pointe. La figure 4.3 illustre le cas des 15 plus grandes villes de l'Est de l'Allemagne, où une part de plus en plus importante de déplacements est effectuée de part et d'autre des pics de circulation alors que la part des déplacements effectués à l'heure de pointe traditionnelle a diminué au fil des années.

4.2.5.2. Perspectives de congestion

Une croissance économique souhaitée, une motorisation en augmentation, le mode de vie et la mondialisation provoqueront probablement une augmentation du trafic fret et du trafic voyageurs. Le dernier plan fédéral de transport intégré prévoit une croissance d'environ 20% pour le déplacement en voiture particulière et une croissance d'environ 60% pour les camions sur les autoroutes d'ici 2015 (déplacement intra-urbain). Une croissance supplémentaire sur les périphériques urbains et dans l'arrière-pays de villes prospères comme Berlin, Francfort, Munich, Hambourg et quelques autres, maintiendra une demande élevée de déplacements dans ces régions également.

Sur la même période, la demande en déplacements urbains et en trafic régional n'augmentera pas pour toutes les régions dans la même proportion du fait de pertes considérables de population et de changements démographiques en Allemagne. A l'exception de certaines agglomérations prospères, de nombreuses villes, aussi bien dans ce qui était autrefois l'Allemagne de l'Ouest que l'Allemagne de l'Est, sont susceptibles de connaître des baisses de la population d'ici 2020, ce qui provoquerait des niveaux très hétérogènes de la demande de transport sur l'ensemble du pays.

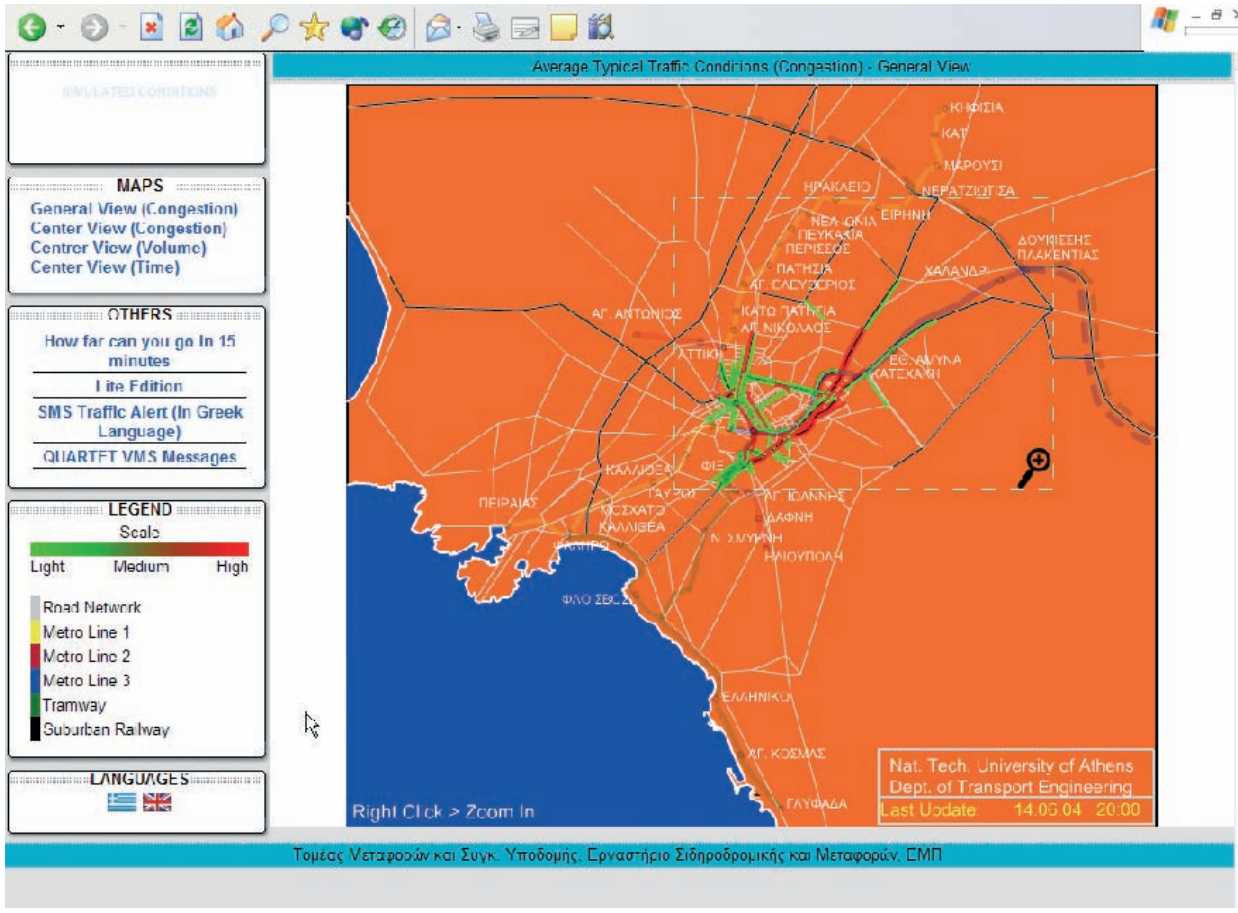
4.2.6 Grèce

4.2.6.1 Localisation et ampleur de la congestion

La zone urbaine d'Athènes, capitale de la Grèce, a une superficie de 60 km² et une population d'environ 3.8 millions d'habitants, représentant environ 40% de la population de la Grèce. Au cours des dix dernières années, la population du grand Athènes a augmenté d'environ 10% alors qu'au même moment, le nombre de voitures augmentait considérablement, approchant les 400 automobiles pour 1 000 habitants. Athènes concentre 50% des activités industrielles nationales, ainsi que 55% des voitures particulières de Grèce. Il y a eu une augmentation importante du nombre de propriétaires de véhicules et de la population d'Athènes, au cours des 40 dernières années. Ceci a entraîné une augmentation du temps de déplacement de 26% au cours des 12 dernières années, provoquant la détérioration des conditions de circulation dans la capitale. En outre, la répartition modale a changé en faveur du déplacement en automobile, d'un rapport automobile-transit de 40:45 en 1990 à 54:32 en 2001[13]. La figure ci-dessous donne une indication des emplacements de congestion à Athènes (figure 4.4).

Les véhicules peuvent mettre plus de 20 min pour parcourir 1 ou 2 km le long des artères principales aux heures de pointe. Les modes de transport en commun de surface, malgré des mesures prioritaires, fonctionnent à de faibles niveaux de service. Les bus circulent à des vitesses moyennes de 9 à 12 km/h.

Figure 4.4. **Suivi de la congestion en temps réel à Athènes**



Source : Réponse au questionnaire du groupe de travail.

4.2.6.2 Perspectives de congestion

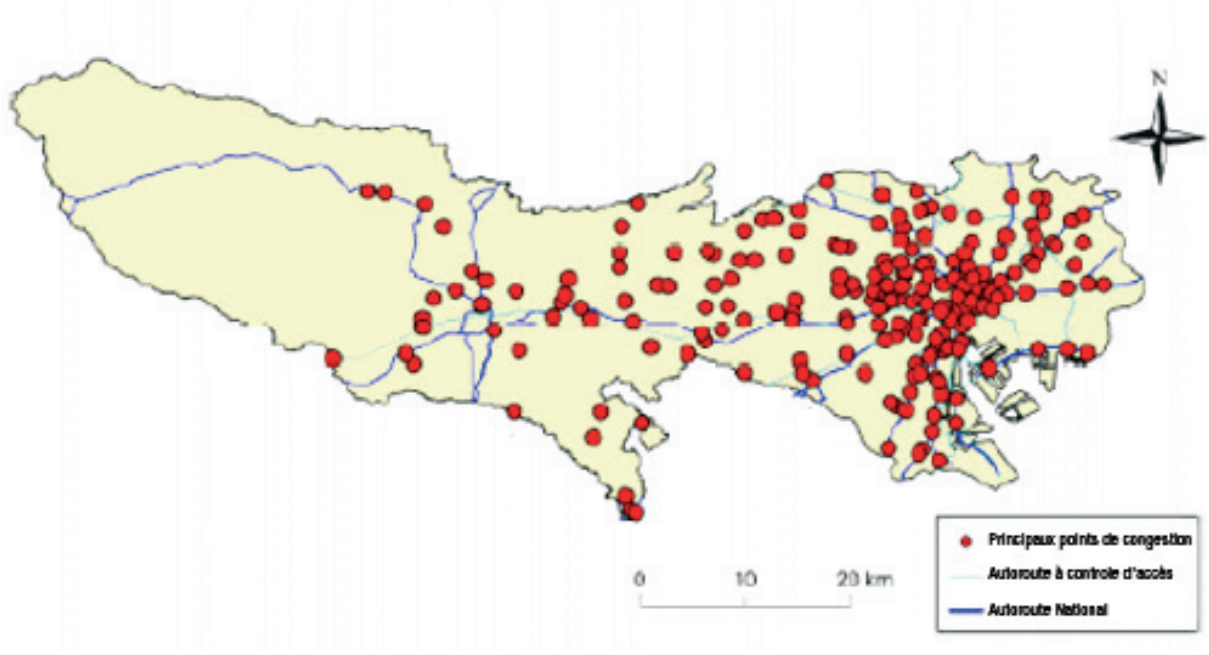
A Athènes on s'attend à ce que la congestion augmente puisque l'offre ne peut satisfaire l'augmentation de la demande. Dans l'ensemble, les services chargés de l'urbanisme doivent traiter une augmentation annuelle de 3.5% du trafic au cours des dix dernières années. Une proportion de plus en plus importante des voies d'accès aux intersections équipées de signalisation en centre ville est fortement encombrée (niveaux de service E-F) [14]. La semaine, la plupart des intersections équipées de feux de signalisation sont encombrées pendant la plus grande partie de la journée. Des études entreprises dans les artères encombrées de l'agglomération d'Athènes ont montré l'augmentation de la congestion au cours des 4 dernières années et une tendance à une augmentation future. De plus, on a observé que la congestion présentait une dépendance spatiale [15].

4.2.7 Japon

4.2.7.1. Localisation et ampleur de la congestion

Au fur et à mesure du développement social et économique du Japon, la population et l'industrie se sont regroupées dans les plus grandes zones urbaines de Tokyo, Osaka et Nagoya. Ceci, doublé d'une rapide urbanisation des régions autour de ces agglomérations, a provoqué l'émergence d'une congestion routière. Au niveau national, plus de 80% de la congestion est concentrée dans des zones qui représentent seulement 20% du kilométrage total des réseaux routiers ; particulièrement dans l'agglomération de la capitale du Japon, Tokyo, qui joue un rôle central dans la politique, l'économie et la culture nationales et compte une population d'environ 40 millions d'habitants. La solution à apporter à la congestion routière dans les principales zones urbaines est donc un problème prioritaire pour maintenir la compétitivité internationale du Japon et pour encourager le dynamisme du pays. La figure 4.5 montre les lieux et les quartiers de Tokyo soumis à la congestion.

Figure 4.5. **Principaux points de congestion de l'agglomération de Tokyo**



Source : Réponse au questionnaire du groupe de travail.

4.2.7.2. Perspectives en matière de congestion

Au cours des 30 dernières années, le trafic routier au Japon a augmenté avec la progression rapide de la motorisation. On pense que, bien qu'étant fortement impactée les conditions économiques et démographiques, la demande de trafic continuera d'augmenter à l'avenir et provoquera une aggravation de la congestion routière (d'abord dans les principales zones urbaines). L'Office de la voirie au Ministère de l'aménagement du territoire, des infrastructures et des transports, prévoit que le nombre de personnes titulaires d'un permis de conduire atteindra son maximum en 2030, bien que la natalité ait commencé à baisser en 2006. Ceci est la conséquence de l'augmentation du nombre de femmes et de citoyens âgés titulaires du permis de conduire. Il est donc prévu que le taux de croissance des véhicules-kilomètres diminuera progressivement au cours des 15 prochaines années et il en résultera que le total des véhicules-kilomètres pour tout le pays atteindra son maximum avec 900 milliards de véhicules-kilomètres (2020) pour décroître progressivement au cours des années suivantes.

4.2.8 Pays-Bas

4.2.8.1 Localisation et ampleur de la congestion

La carte ci-dessous (Figure 4.6) montre la dispersion géographique de la perte en temps de déplacement due à la congestion structurelle sur le réseau autoroutier national estimée pour l'année 2000.

Le code couleur fait référence à une évaluation qualitative du "degré de gravité" :

- Gris = aucune
- Vert = faible
- Jaune = modérée
- Orange = importante
- Rouge = grave

Figure 4.6. **Pays-Bas : Congestion structurelle sur le réseau autoroutier national en 2000**



Source : Réponse au questionnaire du groupe de travail.

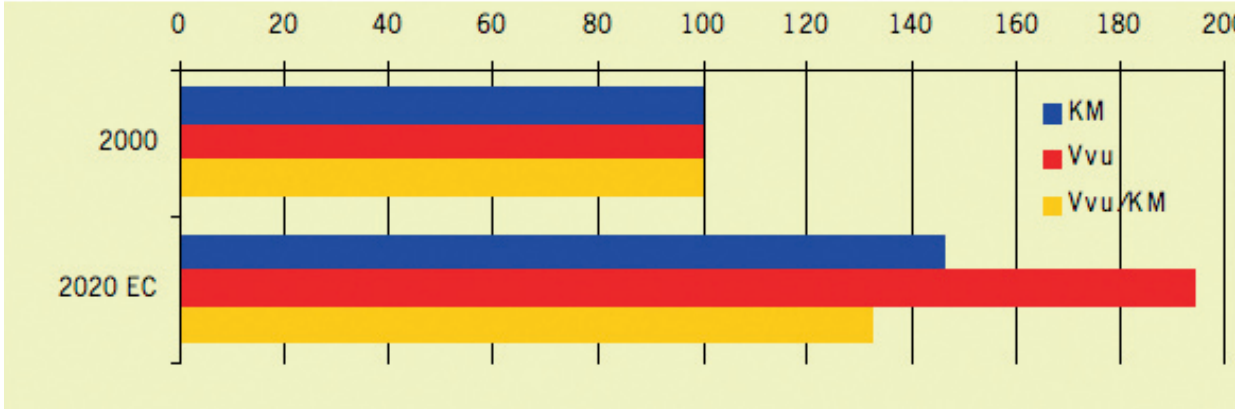
La congestion sur le réseau autoroutier est surtout concentrée dans et autour des conurbations à l'ouest du pays qui forment ce que l'on appelle la conurbation de Randstad, comprenant les principales villes d'Amsterdam, Rotterdam, La Haye et Utrecht mais également dans les axes conduisant au sud et à l'est du pays et aux pays voisins, la Belgique et l'Allemagne.

4.2.8.2 Perspectives de congestion

Tout comme l'on s'attend à une augmentation considérable de la mobilité automobile, mais aussi du fret routier, au cours des prochaines années, il devrait en être de même pour la congestion. Un développement de l'urbanisation et de l'activité économique provoquera une mobilité supplémentaire. Le trafic routier devrait augmenter de 40% (en véhicules-kilomètres) entre 2000 et 2020, à la fois sur les grands axes et sur le réseau routier secondaire. Le nombre total d'heures-véhicule perdues devrait presque avoir doublé en 2020 sans nouvelles mesures politiques.

Si les heures-véhicules perdues sont prises en considération par kilomètre- véhicule, le temps de déplacement perdu devrait augmenter d'environ 30% en 2020, comme le montre la figure 4.7 ci-dessous (VVU = véhicule- heure perdue, KM = kilomètre-véhicule sur le réseau autoroutier).

Figure 4.7. **Pays-Bas : "Pertes" de temps sur autoroutes 2000-2020**



Source : Réponse au questionnaire du groupe de travail.

4.2.9. Nouvelle-Zélande

4.2.9.1 Localisation et ampleur de la congestion

Les niveaux de congestion en Nouvelle-Zélande – sauf à Auckland – sont beaucoup moins importants que ceux de la plupart des autres pays de l'OCDE. La congestion régulière se limite la plupart du temps aux principaux axes du centre d'Auckland, de Wellington et dans une moindre mesure de Christchurch et Hamilton. Dans le cas d'Auckland et de Wellington, la topographie (ports et collines) a influencé le développement du réseau et s'est traduit par un nombre limité d'axes reliant des zones suburbaines plus grandes au CBD et d'autres principaux lieux de travail. Par conséquent, ces axes subissent une congestion récurrente importante.

4.2.9.2 Perspectives de congestion

Les futures prévisions concernent l'étalement temporel et territorial de la congestion récurrente et périodique à tous les principaux centres, tandis que la congestion liée aux incidents sera de plus en plus fréquente.

4.2.10 Fédération de Russie : Moscou

L'analyse suivante est limitée à Moscou. Des estimations concernant Moscou montrent que la congestion routière (comprenant la perte de temps et la surconsommation de carburant), en même temps qu'une diminution importante de l'efficacité du système de transport urbain, fait de la congestion l'un des problèmes politiques majeurs pour les autorités moscovites.

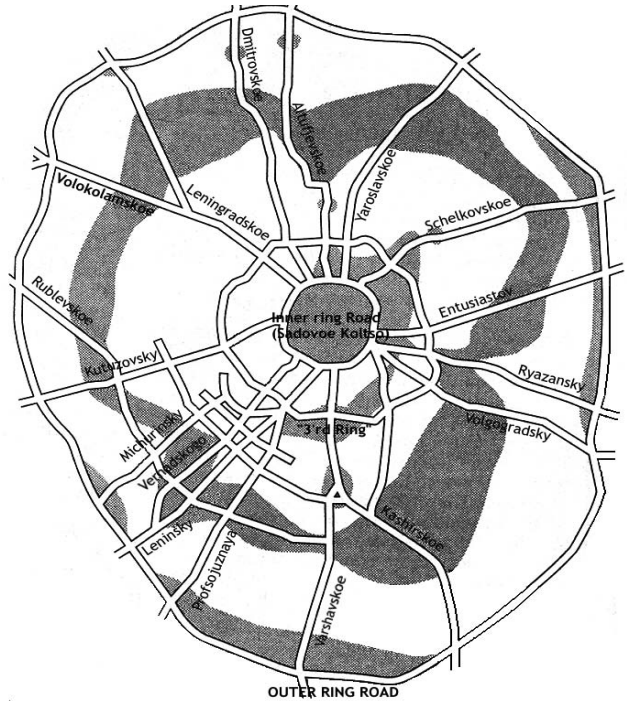
4.2.10.1 Localisation et ampleur de la congestion

A Moscou, la congestion routière tient surtout à trois facteurs : la motorisation rapide ; la détérioration du système des transports en commun et la particularité du réseau routier de la ville.

Pendant les périodes de pointe (8 h – 10 h, 18 h – 20 h) on estime que le nombre de véhicules motorisés circulant dans les rues de la ville est de 600 000. Les problèmes les plus cruciaux de la congestion routière se situent au centre de Moscou et aux points d'entrée de la ville. Le territoire qui se trouve à l'intérieur du

périphérique intérieur ("Sadovoe Koltso") est constamment surchargé de 8 h à 20 h, avec des heures de pointe mal définies. Les principales autoroutes radiales sont encombrées aux intersections du périphérique extérieur. La vitesse moyenne du débit du trafic est d'environ 30 km/h dans les quartiers périphériques de la ville et ne dépasse pas 15 km/h dans le centre. La congestion est encore aggravée par le manque de places de stationnement hors rue, car de nombreux conducteurs stationnent le long de la rue, réduisant ainsi la capacité du réseau routier.

Figure 4.8. **Réseau routier de Moscou**



Source : Réponse au questionnaire du groupe de travail.

4.2.10.2 Perspectives de congestion

Actuellement, Moscou manque de prévisions d'orientations pour la congestion routière, suffisamment fiables pour décrire les perspectives de congestion. Celà peut-être dû à une manière de penser commune aux autorités municipales. Leur approche de la politique des transports repose largement sur une sorte de "sens commun" et les décisions sont souvent prises sans études préalables appropriées. En pratique, cela signifie que les autorités ne sont pas inclines à financer des études du trafic, de la modélisation etc., et préfèrent construire à la place de nouvelles capacités et de nouveaux carrefours dans les zones encombrées.

4.2.11 Espagne

La congestion routière est un problème majeur pour la société espagnole. Les informations routières remplissent les bulletins de radio et de télévision et occupent parfois la première page des journaux dans des situations exceptionnelles. Malgré les problèmes de plus en plus importants concernant la congestion, l'analyse du problème est encore très qualitative – il reste difficile de bien comprendre l'ampleur, l'intensité et l'évolution de la congestion dans toutes les villes espagnoles. Le gouvernement central, conscient de ce manque d'informations, a favorisé de nouveaux projets de recherches visant à décrire quantitativement la congestion urbaine dans les agglomérations de grande et moyenne taille du pays.

4.2.11.1 Localisation et ampleur de la congestion

La structure de base du réseau routier national est une "toile d'araignée" dont le centre est Madrid. Six axes principaux partent de la capitale et desservent la plus grande partie du territoire. En outre, il existe également quatre axes périphériques importants suivant la côte méditerranéenne, la frontière portugaise, la côte cantabrique et la vallée de l'Ebre.

A partir de la relation entre le débit de trafic mesuré et la capacité de la liaison routière, les portions de routes interurbaines encombrées peuvent être déterminées au niveau national. On peut conclure de cette analyse, réalisée au PEIT (Ministère des travaux publics, 2005), que les liaisons routières encombrées sont situées essentiellement dans l'axe méditerranéen et sur les accès aux agglomérations de Madrid, Barcelone, Valence, Bilbao, Séville et Malaga, en plus de l'accès à la liaison Grenade-Motril et à l'accès de Lleida.

La plupart des grandes villes et villes de taille moyenne rencontrent des problèmes de congestion urbaine. Ces problèmes sont particulièrement intenses à Madrid et Barcelone, où les coûts de la congestion ont été estimés à 262 € par année et par habitant à Barcelone et à 486 € par année et par habitant à Madrid (Robusté and Monzón, 1995). Ces estimations datent de 1995 à partir de données de 1993, les coûts de la congestion à Barcelone étaient alors anormalement bas en raison des nouveaux équipements routiers disponibles après les Jeux olympiques d'été de 1992, il semble que ces coûts aient doublé par la suite entre 1993 et 1998 (voir détails dans Robusté,1998).

4.2.11.2 Perspectives de congestion

La population espagnole est en constante progression surtout à cause de l'immigration. Des études économiques ont montré que la mobilité avait augmenté plus vite que le PIB en Espagne, qui augmente lui-même plus vite que dans la plupart des autres pays de l'UE. De plus, les plus grandes villes urbaines comme Madrid, Barcelone, Valence, Bilbao, Séville, etc. connaissent un décalage de la population des noyaux urbains denses vers des modes de développement plus diffus à la périphérie. Cette tendance résulte en partie de prix de logement élevé dans les zones centrales et provoque une augmentation des longueurs moyennes de déplacement pour les déplacements domicile-travail comme pour d'autres objectifs de déplacement (par exemple l'éducation).

De plus, à la périphérie de ces villes, un urbanisme de faible densité avec des rangées de maisons typiques des pays du nord de l'Europe, devient de plus en plus courante. Ceci contraste avec les villes compactes autrefois caractéristiques des pays méditerranéens où il était plus facile de mettre en place un bon service de transport en commun. Cet urbanisme ne favorisera pas seulement l'utilisation de voitures particulières mais rendra plus difficile la mise en place de systèmes de transport en commun efficaces. Cette crainte est confirmée par l'augmentation permanente du nombre total de voitures, qui a été de 4.6% entre 2003 et 2004.

Une augmentation de la mobilité interurbaine est attendue au cours des vingt prochaines années. Malgré des politiques dynamiques en faveur des systèmes de transport en commun et des politiques de développement territorial décourageant la dispersion urbaine et les localités de faible densité, le mode de transports publics aura difficilement une croissance annuelle inférieure à 2 ou 2.5%.

L'augmentation des flux de circulation entraînera un accroissement de la congestion sur le réseau routier qui constituera une lourde charge pour le développement économique du pays et sera également problématique d'un point de vue environnemental. Une évaluation des effets externes du transport, spécialement centrée sur la congestion de la Catalogne se trouve dans DPTOP, 2003.

4.2.12 Royaume Uni

4.2.12.1 Localisation et ampleur de la congestion

La congestion résulte des liens réciproques entre les facteurs de l'offre et de la demande. Ces facteurs variant considérablement dans toutes les agglomérations du Royaume Uni, la caractérisation de la congestion varie également considérablement.

Côté demande, les considérations les plus importantes comprennent :

- Niveau d'activité économique. Celui-ci peut être uniformément élevé (peu de zones urbaines à l'extérieur du sud est de l'Angleterre), à la fois élevé et faible (par exemple le grand Manchester) et faible (par exemple Merseyside).

- Degré de centralisation de la zone bâtie qui peut être multicentrique (par exemple le grand Manchester) ou avoir un quartier d'affaires central dominant (par exemple la conurbation de Leeds) et un problème interdépendant.

- Degré d'isolation d'autres centres régionaux d'activité économique.

Côté offre, d'importantes variations résultent de :

- La configuration du réseau routier – niveau de capacité, équilibre des infrastructures radiales et périphériques étendues du réseau autoroutier.

- L'existence ou autre d'un réseau de transports en commun d'excellente qualité et d'une grande capacité.

Le résultat de ces liens réciproques entre l'offre et la demande pour les agglomérations du Royaume Uni est par conséquent très divers. Selon la conurbation, voir même au sein de chacune d'entre elle, la congestion peut être soit un problème grave, soit léger mais en augmentation ou même relativement insignifiant.

4.2.12.2 Perspectives de congestion

Les prévisions de congestion issues de l'application des méthodes du Modèle du Transport National du Ministère sont indiquées dans le tableau 1 ci-dessous. Le tableau montre dans les premières lignes la croissance prévue du trafic routier dans "l'hypothèse de base" sans le plan décennal du Ministère et les prévisions dans le scénario "avec plan".

Le plan décennal est composé d'une combinaison de mesures, comprenant des investissements dans la capacité des grands axes et des routes locales, et dans les services de chemin de fer, de meilleurs services de bus, des améliorations du transport local et un plan d'occupation des sols destiné à réduire le besoin de déplacement. La deuxième partie du tableau montre les changements de la congestion par rapport à la base 2000, résultant de l'augmentation du trafic et d'un scénario de politique inchangé dans l'hypothèse de base sans le Plan, et l'impact du Plan sur la congestion.

Le Plan a un impact plus grand sur la congestion que sur le trafic parce que les mesures qu'il contient sont ciblées sur les endroits où la congestion est la pire.

Prévisions du rapport d'avancement de l'augmentation du trafic et de la congestion (Angleterre)

% de changement 2010 par rapport à 2000		Toutes les routes					Grands axes interurbains
		Toutes les zones	Londres	Conurbations et grandes zones urbaines	Autres zones urbaines	Autres	
Trafic	Rapport sans Plan	23 à 26	19 à 22	20 à 23	19 à 22	26 à 30	30 à 35
	Rapport avec Plan	20 à 25	11 à 18	15 à 21	16 à 20	24 à 29	9 à 34
Congestion	Rapport sans Plan	27 à 32	26 à 30	26 à 30	29 à 33	44 à 52	52 à 67
	Rapport avec Plan	11 à 20	10 à 20	11 à 21	20 à 26	21 à 30	1 à 15

Source : Réponse au questionnaire du groupe de travail.

4.2.13 États-Unis

4.2.13.1 Localisation et ampleur de la congestion

Au cours de ces dernières décennies, les États-Unis ont connu une croissance explosive des déplacements personnels. Selon le recensement effectué en 2000 aux États-Unis, environ 87% de la population américaine avait accès à un véhicule personnel. (1) En raison d'un recours important aux véhicules particuliers comme moyen de transport et à des niveaux de trafic et de congestion accrus en conséquence sur les principales voies routières, la quantité de temps passé par des particuliers dans leurs voitures a augmenté de façon dramatique et continue à augmenter.

Les coûts de l'augmentation dramatique de la congestion sont considérables à la fois en terme de temps et en termes de ressources. L'Institut des Transports du Texas a contrôlé des niveaux de congestion du trafic dans 75 villes des États-Unis depuis 1982. Afin de quantifier l'effet de la congestion sur les particuliers, l'Institut des Transports du Texas a élaboré deux indices primordiaux pour aider à l'évaluation des niveaux de mobilité et du temps de déplacement supplémentaire pour les conducteurs et leurs passagers. Ces mesures sont les suivantes :

- L'indice du temps de déplacement (TTI) qui mesure la quantité de temps supplémentaire de déplacement aux heures de pointe et aux heures creuses.
- Le retard par personne.

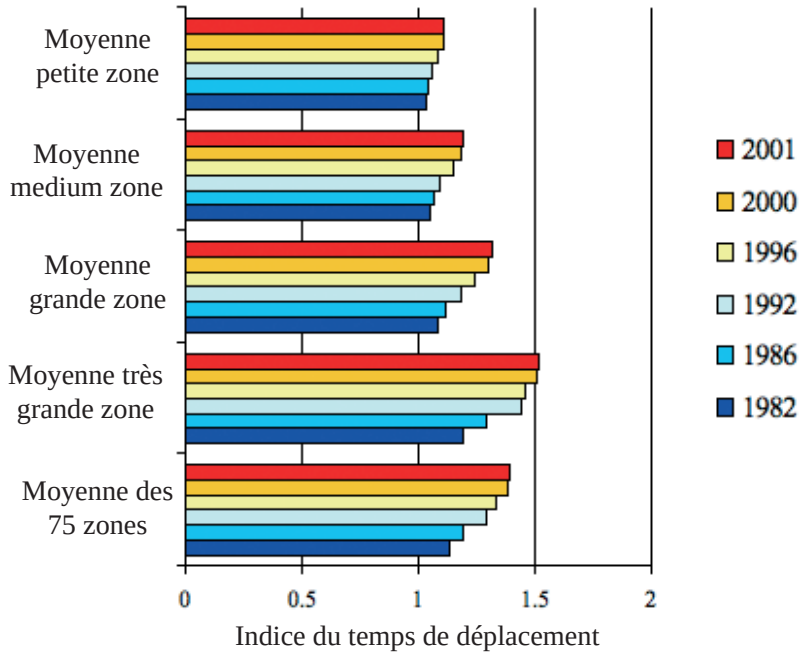
L'Institut des Transports du Texas estime que le TTI moyen pour les 75 zones urbaines étudiées serait d'environ 1.39, ce qui signifie qu'un déplacement qui prend une heure (60 minutes) aux heures creuses prendrait presque une heure et demie (83.4 minutes) aux heures de pointe. (2) dans une grande zone urbaine, le TTI moyen est de 1.52.

4.2.13.2 Perspectives de Congestion

Aux États-Unis, le réseau des transports n'a pas augmenté à un taux proportionnel à la croissance des déplacements et de l'activité économique. Dans le secteur autoroutier, les véhicules-miles parcourus (VMT) ont augmentés de 80% alors que les miles de voies publiques n'avaient augmenté que de 2% entre 1980 et 2000. L'augmentation des camions-miles parcourus était même plus dramatique et a dépassé la

croissance en VMT passagers au cours de ces dernières années. En clair, il y a désormais plus de trafic sur une infrastructure autoroutière quasi inchangée. Dans ce contexte, l'augmentation des temps de déplacements a été constante. Au cours des vingt dernières années, la congestion a empiré, il y a eu une évolution importante dans les zones urbaines d'une majorité de conditions de déplacement non encombrée (58%) en début d'étude vers une majorité encombrée (76%). Ce n'est pas un problème propre aux grandes villes comme New York et Los Angeles. La figure 4.9 montre des indices de temps de déplacement pour les différentes zones urbaines américaines selon leur évolution de 1982 à 2001.

Figure 4.9. **Tendances de l'indice du temps de déplacement dans les villes américaines de différentes tailles**

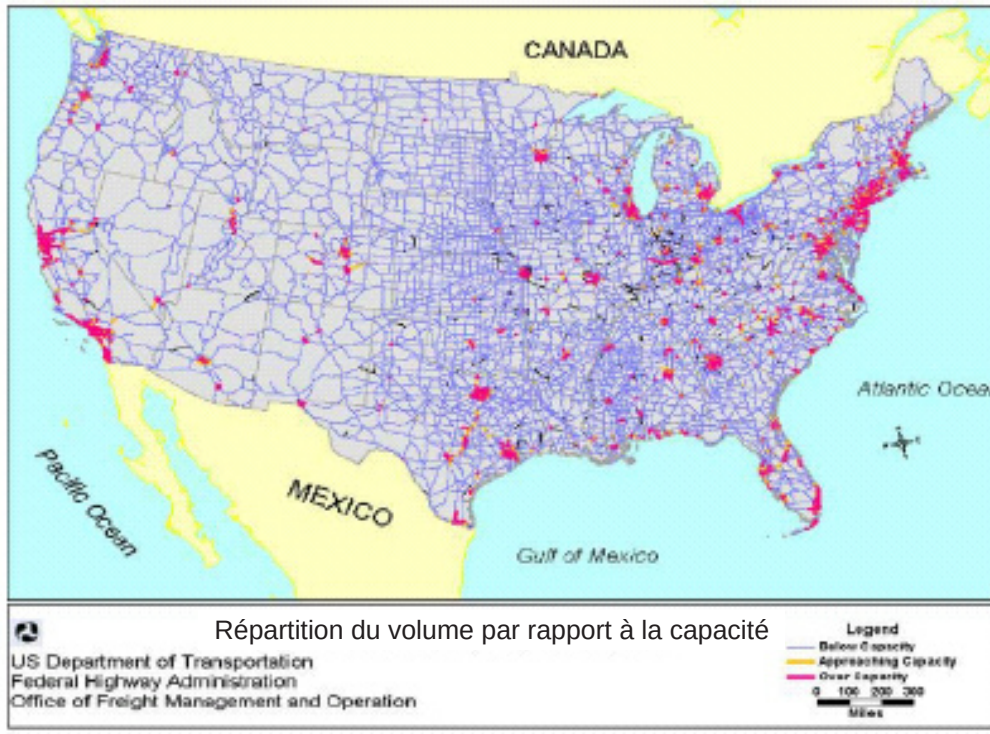


Source : Schrank, D. and Lomax, T. (2003), Texas Transportation Institute 2002 Urban Mobility Report.

Les prévisions de trafic sur le système autoroutier national a montré l'impact de cette croissance sur la congestion, en supposant qu'aucune amélioration ne soit apportée au système autoroutier existant d'ici 2020. Notamment, en comparant les figures ci-dessous côte à côte, il est évident que le potentiel à l'origine de la congestion par les camions est énorme. Sans camions, la plupart de la congestion se situerait dans les principales agglomérations (voir figure 4.10). Lorsque les camions s'ajoutent au système autoroutier, la congestion s'étale sur les axes qui sont maintenant essentiellement de grands axes ruraux (voir figure 4.11).

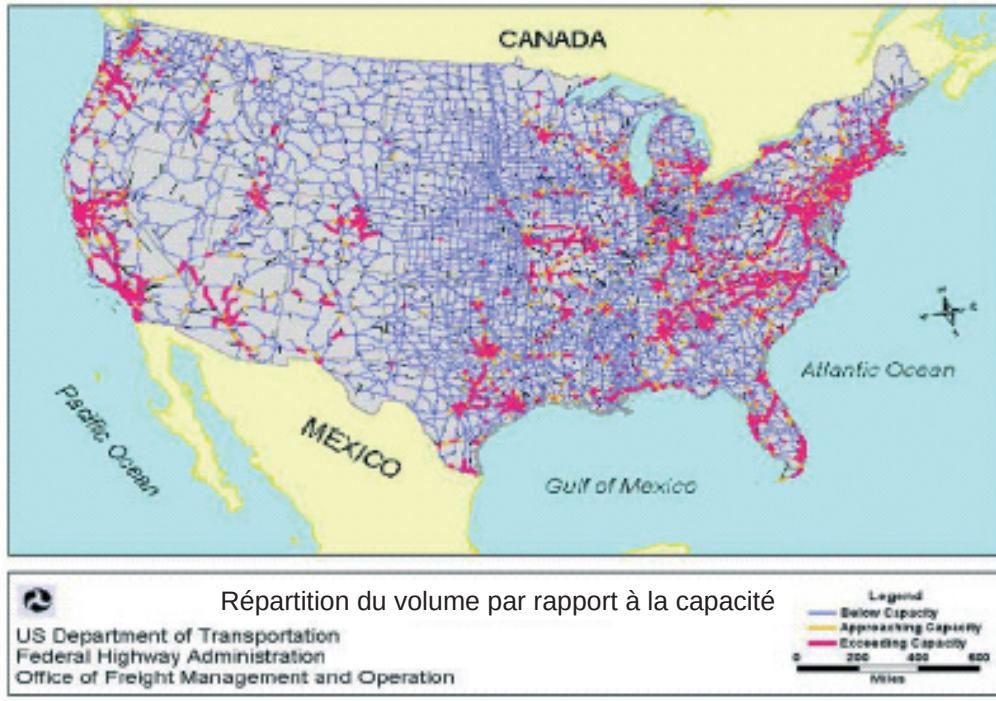
Une analyse des plus gros embouteillages urbains dus aux camions est aussi révélatrice (voir figure 4.12). Cette analyse a utilisé les emplacements des embouteillages identifiés dans la récente étude de l'Alliance américaine des usagers des autoroutes en même temps que les mêmes prévisions relatives aux camions, utilisées dans les figures ci-dessus, à ces emplacements. Lorsque l'on retire les camions de ces embouteillages, le retard est sensiblement réduit mais il subsiste encore à des niveaux relativement élevés. Les embouteillages étant dominés par le trafic domicile-travail la semaine, ce résultat est prévisible. On peut s'attendre à ce que les camions aient un effet proportionnellement plus important sur la congestion lorsque les embouteillages se produisent dans des zones urbaines plus petites, à la périphérie des villes et dans les zones rurales [16].

Figure 4.10. **Prévisions de congestion en 2020 aux USA, sans camions** [17]



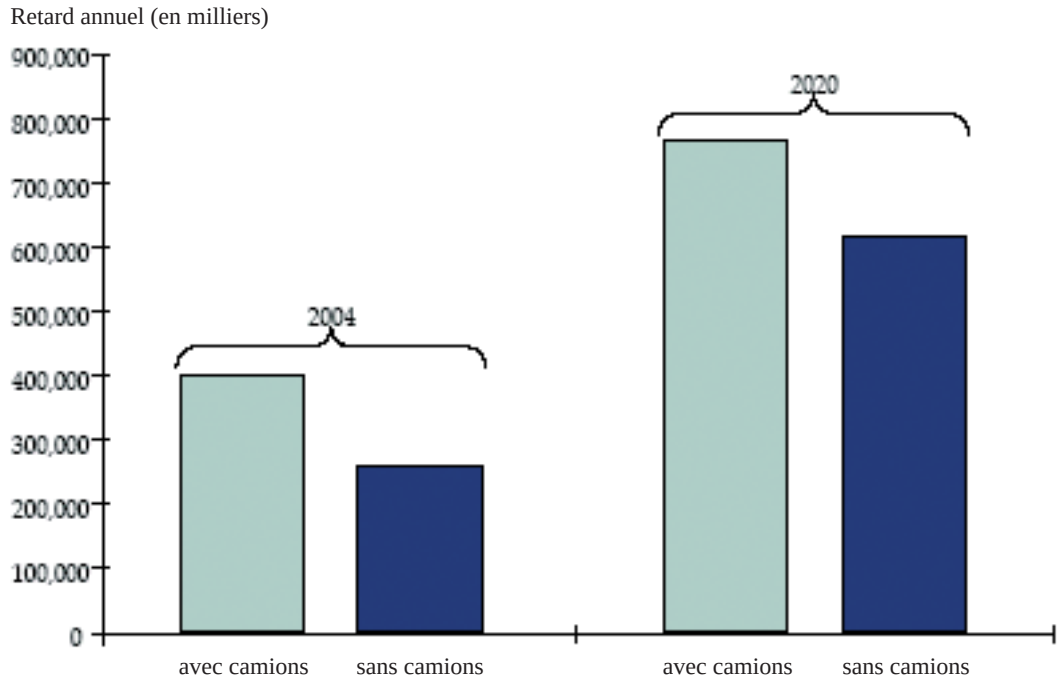
Source : Réponse au questionnaire du groupe de travail.

Figure 4.11. **Prévisions de congestion en 2020 aux USA, avec camions** [18]



Source : Réponse au questionnaire du groupe de travail.

Figure 4.12. **Effet des camions sur le retard dans les 50 plus importants embouteillages urbains des USA**



Source : FHWA (2005b), Rapport final sur la congestion et la fiabilité du trafic : Tendances et stratégies avancées pour la réduction de la congestion.

4.3 Analyse des structures de régulation de la congestion

4.3.1 Australie

En Australie, les Etats et les autorités territoriales sont les principaux responsables de l'élaboration et de la mise en œuvre de mesures destinées à résoudre le problème de la congestion. Cependant, à la longue, le Gouvernement australien s'est de plus en plus intéressé aux problèmes d'atténuation de la congestion en s'attachant au fonctionnement efficace du Réseau national Auslink, dont certaines parties traversent les zones urbaines.

Les gouvernements ont reconnu que l'augmentation de la capacité du système de transport par des programmes de construction de routes ne pouvait pas résoudre seule la congestion du trafic. Dans toute l'Australie, les gouvernements des états proposent une gamme de méthodes complémentaires de politiques de transport et de planification pour résoudre la congestion. Celles-ci incluent une meilleure gestion du système routier existant, une amélioration du rendement du système des transports en commun, des initiatives pour gérer la concurrence pour l'espace routier entre le trafic fret et le trafic passager et la promotion active des transports en commun, de la marche et du vélo. Chaque état a un plan stratégique destiné au transport dans un contexte plus large de planification territoriale.

Sydney, Melbourne, Brisbane et Perth disposent toutes soit de plans de transport métropolitain existant soit de plans en cours de développement. Ces plans ont en commun des caractéristiques clés incluant des stratégies visant à réduire la congestion. Ils abordent la planification des transports urbains par une stratégie à volets multiples, incorporant une meilleure gestion de la capacité de la route et des chemins de fer existant, une extension ciblée de l'infrastructure, des investissements dans les systèmes améliorés de

transport en commun, des mesures pour modifier le comportement de déplacement fret et passagers, une meilleure intégration de la planification du trafic et de l'occupation des sols, des tarifs de stationnement, de meilleures informations aux voyageurs sur les conditions de circulation et l'utilisation de systèmes de gestion intelligente du trafic pour améliorer la circulation.

L'une des caractéristiques des plans de stratégie urbaine de Melbourne et de Perth 2030 est le thème du développement dans et autour des centres d'activités – reliés par le réseau principal des transports en commun et desservis par les services des transports en commun locaux. Cette stratégie prévoit de gérer la congestion en créant des emplois, des services communautaires et autres activités plus accessibles, notamment par la marche, la bicyclette et les transports en commun.

Le plan de transport métropolitain de Melbourne, qui complète le plan de la ville "Melbourne 2030", souligne les stratégies clés du gouvernement de Victoria pour gérer la congestion routière de Melbourne. Une initiative de ce plan est d'atteindre une part de transports en commun de 20% d'ici 2020. Les stratégies utilisées pour atteindre cet objectif incluent des mesures pour réduire les retards afin que les trams et les bus améliorent leur fiabilité. Les stratégies visant à réduire l'utilisation de la voiture incluent aussi la création de "voies à fort taux d'occupation" (comme sur l'Eastern Freeway), ne pouvant être utilisées aux heures de pointe que par des véhicules contenant plus d'un passager, une incitation au regroupement sous forme de temps de déplacement domicile-travail plus rapides.

Sydney a un plan stratégique similaire – "City of Cities" – Un plan pour l'avenir de Sydney a été publié en décembre 2005. La stratégie territoriale, un plan pour guider la croissance et le développement de Sydney sur 25 ans, est composé de sept stratégies interconnectées comprenant une stratégie des transports qui reconnaît que les gens ont besoin d'accéder à des activités dans différents endroits et à différents niveaux – dans leur voisinage local, dans des centres et des grands axes de leur région et à des activités ou des lieux situés dans l'ensemble de l'agglomération. La stratégie de transport comporte une série d'actions pour gérer la congestion, comprenant l'extension des réseaux de voies ferrées et de bus, l'amélioration du système de transport existant, l'influence des choix de déplacement et l'amélioration de l'efficacité des mouvements de fret à Sydney.

4.3.2 Canada

Les gouvernements provinciaux et municipaux mettent en place une grande variété de programmes traditionnels de gestion du réseau de transport et des opérations parmi les objectifs desquels figurent la gestion et la réduction de la congestion et un nombre de programmes spécifiques et récents pour encourager les alternatives à l'utilisation de véhicules particuliers et faciliter le débit du trafic restant, afin de se rapprocher des objectifs de pérennité et de réductions des gaz à effet de serre.

Le principal effort réalisé par le Gouvernement fédéral est de soutenir les investissements d'infrastructure, gérés par Infrastructure Canada. Le programme le plus important est le Fonds d'Investissement Stratégique du Canada, qui a distribué $4 milliards depuis 2001 pour des investissements dans des infrastructures municipales de toutes sortes, dont les projets actuels de transit urbain ont été la cible pour environ 40% et les projets autoroutiers pour environ 20% de la dépense totale. Transport Canada a une stratégie de transport durable et est responsable des composants du transport de la National Climate Change Strategy (Stratégie Nationale de Changement Climatique) National Climate Change Strategy. Deux programmes spécifiques ciblent un transport durable et des réductions des gaz à effet de serre.

4.3.3 République Tchèque

Le Ministère des transports de la République tchèque et les autorités locales ont lancé différentes études et différents plans visant à s'attaquer à la congestion du trafic. Ces projets favorisent différentes alternatives à l'automobile, la gestion du stationnement et la télématique.

Le document décrivant la politique sur le développement de la circulation urbaine "Les principes de la politique de circulation dans la capitale, Prague" contient des directives politiques pour la planification, la gestion et l'exploitation du trafic en conformité avec les autres fonctions urbaines et aux objectifs de sauvegarde de l'environnement. L'accent est mis principalement sur les problèmes d'urbanisation, la priorité accordée aux transports en commun et à l'amélioration de la qualité du Système de Transport Intégré de Prague. L'administration municipale chargée des transports en commun veut élargir les lignes souterraines de tramways et de voies ferrées pour doter de nouvelles liaisons le réseau intermodal de transports publics. La politique systémique en matière de trafic routier est établie dans le plan d'occupation des sols pour la ville de Prague et établit comme priorité l'achèvement, au cours des prochaines années, d'un périphérique à l'extérieur de la zone urbaine à forte densité de population pour délester le cœur de la région urbaine.

4.3.4 France

Une étape essentielle dans l'établissement d'un cadre national unifié pour l'évaluation économique de la congestion routière sur les voies nationales a été franchie en France en 2006 avec la production d'indicateurs de congestion annuels servant de bases pour les dépenses d'aménagements routiers du gouvernement, comme l'impose la récente loi d'orientation des finances. En France la législation donne aux personnes et aux marchandises le droit d'accéder aux réseaux de transport et de s'y déplacer librement ; la Loi d'orientation pour les transports intérieurs (1982) donne même aux voyageurs le droit de choisir entre plusieurs modes de transport, ce qui implique d'offrir un accès multimodal aux réseaux.

Les plans actuels de développement de l'infrastructure sont élaborés dans le cadre de "réseaux structurels" conformément au projet d'un groupe interministériel pour l'aménagement et la compétitivité régionale. Des projets d'infrastructures spécifiques émergeant de ce cadre sont mis en œuvre conjointement par l'état et les autorités territoriales ou municipales sous l'égide de contrats de développement d'infrastructures spécifiques.

Au niveau urbain, les différentes autorités territoriales ont des responsabilités différentes. L'état est responsable des autoroutes non concédées (principalement celles de la région parisienne) et des routes nationales. Les autorités territoriales sont responsables du transport passager par chemin de fer, les *départements* sont responsables des services de bus interurbains et du réseau de routes "départementales". Les municipalités ou les communautés d'agglomérations sont responsables des routes locales. Dans certains cas, ces dernières sont également responsables du contrôle des entrepreneurs locaux de transport en commun ayant une zone de transport en commun urbaine définie explicitement.

En France, les principaux problèmes politiques liés à la congestion sont les suivants :

- L'accessibilité aux activités à travers tout le pays, avec une qualité de service correcte d'un point à l'autre pour le transport des passagers et des marchandises. Il semble que cette accessibilité soit un facteur clé de l'efficacité économique et de la croissance, et qu'elle soit utile aux relations sociales.

- La fiabilité des transports en public, au niveau national et au niveau régional. Les contrats entre les agences locales et les entrepreneurs de transport intègrent certains mécanismes financiers pour favoriser la fiabilité des services de trains et de bus.

- Impacts environnementaux : consommation d'énergie, bruit et polluants émis par les flux de circulation.

- Un problème émergeant est celui de l'efficacité économique, comme indiqué dans l'introduction. Au niveau national, un nouveau cadre pour l'énoncé et l'évaluation des politiques a été mis en place en 2006 ce qui devrait augmenter l'accent mis sur la congestion sur le réseau routier national (à l'heure actuelle, environ 20 000 km d'autoroutes).

4.3.5 Allemagne

Le gouvernement fédéral est responsable du réseau autoroutier fédéral et de son amélioration par son extension, son équipement (contrôle du trafic, informations) et son entretien. Au niveau local, les villes et les zones territoriales élaborent des plans spécifiques, des organisations et des équipements de contrôle afin de gérer et d'exploiter les flux de circulation, de plus en plus fréquemment via des centres de contrôle du trafic multimodaux et l'introduction de la gestion de la mobilité.

Les niveaux de planification du trafic et les plans d'occupation des sols en Allemagne sont répartis entre les autorités fédérales, l'état, et les autorités territoriales. A chaque niveau, des plans de transport intégrés sont développés et servent de base à la conception et à la mise en œuvre des politiques. Ces plans doivent inclure ou tenir compte de tous les modes de transport, des plans de niveaux supérieurs et inférieurs, des plans d'unités administratives voisines, des plans et objectifs d'autres secteurs (développement économique, environnement, culture, occupation du sol, etc.) ainsi que des intérêts des différents partenaires, résidents etc.

Pendant ces processus de planification, les impacts de la congestion routière sont régulièrement analysés à partir d'un certain nombre de perspectives différentes (par exemple l'utilisateur d'équipements de transport, le grand public, l'entrepreneur etc.). Au niveau fédéral, les méthodes d'évaluation standardisées sont utilisées pour l'analyse coûts-avantages, compte tenu des aspects suivants :

- Coûts de transport.

- Coûts d'entretien de l'infrastructure.

- Sécurité de circulation.

- Accessibilité.

- Effets territoriaux.

- Effets sur l'environnement.

- Amélioration de l'accessibilité des aéroports et des ports.

- Prise en compte du trafic induit.

- Interdépendances inter- et intra-modales.

Des analyses similaires sont utilisées à d'autres niveaux de planification. Les villes qui souhaitent obtenir des fonds fédéraux pour les transports en commun doivent aussi se conformer à l'évaluation coûts-avantages standardisée. En dépit des processus d'évaluation standardisés, la sélection et la mise en œuvre de politiques de transport sont généralement guidées par des buts et des objectifs politiques. Ceux-ci peuvent changer selon le parti ou la coalition dominante.

4.3.6 Japon

Jusqu'à aujourd'hui, le Japon a travaillé à la promotion d'un réseau routier national comprenant les plus grandes zones urbaines et reposant sur les Plans de Développement Nationaaux Intégrés (N°1 à 5), eux-mêmes basés sur la Loi de Développement Nationale Intégrée, un plan national de politique de niveau supérieur – ainsi que sur les Programmes Quinquennaux d'Amélioration Routière (N° 1 à 12) et le Plan Clé pour le Développement des Infrastructures (2003). Entre-temps, le personnel concerné au sein du gouvernement central et des gouvernements locaux a élaboré et favorisé le troisième programme d'action sur la réduction de la congestion du trafic (1998-2002) qui comprenait des stratégies d'expansion du transport (construction de rocades, amélioration des intersections, etc.) ainsi que des mesures multimodales, axées sur les principaux points de congestion.

Dans le cadre du protocole de Kyoto le gouvernement a défini un "programme d'action" qui pointe du doigt la congestion dans la mesure ou celle-ci contribue à l'augmentation des émissions de CO_2. Dans le programme d'action, les éléments relatifs à la congestion comprennent l'achèvement du réseau routier radial à Tokyo et dans d'autres zones urbaines importantes, un équilibrage du volume de trafic entre les routes ordinaires et les voies rapides, une amélioration des principaux points de congestion et de carrefours ferroviaires qui provoquent des embouteillages, le programme inclut le "péage", la communication d'informations sur le trafic par l'utilisation de l'ITS et l'élimination de congestion causée par le stationnement illégal. Une réduction des émissions de 8 millions de tonnes de CO_2 est attendue d'ici 2010 du fait des vitesses de circulation améliorées et d'une circulation routière plus fluide. Le programme vise à réduire le CO_2 de 8 millions de tonnes par an d'ici 2010. En outre, un nouveau programme intégré de politiques de logistique (2005 à 2009) a été créé afin de renforcer la répartition nationale et de réaliser une répartition complète, à la fois efficace et rapide.

Dans l'exercice 2003, l'Office de la Route du Ministère de l'Aménagement du Territoire, des Infrastructures et des Transports a présenté un nouveau cadre pour la gestion administrative de la route bâti autour d'un système d'évaluation du rendement, avec système d'évaluation des politiques à la base. Ce cadre est destiné à évoluer vers une construction de routes efficace et une administration très transparente de la voirie.

Au cœur de la méthode de gestion administrative des routes se trouve un cycle de gestion en 4 phases : Planifier-Faire-Contrôler-Agir. Les valeurs cibles pour les différents indicateurs relatifs à la congestion, aux accidents etc., sont contrôlés par rapport au rendement réel lors d'évaluations annuelles menées par l'administration des routes. Cette dernière lie explicitement les mesures déployées à la réalisation des objectifs.

L'administration nationale des routes a également établi une liste des principaux goulots d'étranglement qui seront la cible de mesures de réduction de la congestion. En prenant comme indicateur la "Perte de Temps" (elle même fondée sur le recensement du trafic routier et les mesures prises par les "voitures-tests") la performance du trafic routier a augmenté. La perte de temps du fait de la congestion a diminué, passant de 3.81 milliards d'heures-personnes en 2002 à 3.69 milliards d'heures-personnes en 2004. Des efforts sont en cours pour réduire la perte de temps de 10% sur l'exercice 2007.

4.3.7 Pays-Bas

Les Pays-Bas ont une structure gouvernementale à trois niveaux (état, autorités territoriales, municipalités). Cependant, depuis les années 90, sept régions territoriales ont une autonomie limitée, en particulier en ce qui concerne la politique de transport et d'occupation du sol. Les provinces et les régions territoriales sont responsables de la politique de transport et agissent en tant qu'autorités des transports en commun pour les transports en commun territoriaux dans leur juridiction. Hors du réseau routier national, les routes tombent sous l'administration des provinces ou des municipalités ; les régions territoriales n'ont pas la responsabilité directe de l'administration des routes. Certaines routes rurales tombent sous l'administration des wateringues, responsables de la gestion de l'eau dans les provinces.

Les principales grandes lignes de la politique nationale des transports actuels sont définies dans le Document de Politique sur la Mobilité (Nota Mobiliteit) approuvée par le Parlement en décembre 2005. C'est un plan national pour le trafic national et le transport, dans le cadre de l'Acte de Planification du Transport. En tant que tel, c'est le successeur du Plan Structurel de Transport (Structuurschema Verkeer and Vervoer, SVV-2) de 1990. Le Document de Politique sur la Mobilité définit les "composants politiques essentiels" qui, dans le cadre de l'Acte de Planification du Transport, doivent aussi être incorporés dans les politiques et les plans développés par le gouvernement central et les autorités territoriales.

La plus grande partie du financement des infrastructures territoriales vient du gouvernement central sous la forme de dotations forfaitaires. Ces dotations sont attribuées aux Provinces et aux régions territoriales qui sont responsables de leur affectation à leurs propres projets ainsi qu'aux municipalités dans leur juridiction.

Un élément primordial de la politique actuelle des transports est d'améliorer la fiabilité des temps de déplacement sur la route comme dans le réseau ferré, de sorte que les voyageurs sauront à quelle heure ils arriveront et les sociétés de transport pourront livrer en temps voulu. Le gouvernement central s'efforcera de parvenir à des temps de déplacements de porte à porte fiables et acceptables et a adopté un objectif reposant sur la fiabilité : d'ici 2020, dans 95% des cas, les voyageurs devraient arriver à destination à l'heure. Sur les autoroutes, les déplacements pendant les heures de pointe ne devraient pas durer 50% de plus qu'aux heures creuses et sur des périphériques urbains et des routes non gérées par le gouvernement central, ils ne devraient pas prendre plus du double de temps. Aux heures de pointe, un déplacement de 50 kilomètres sur l'autoroute ne devrait pas durer plus de 45 minutes (soit un retard maximum de 15 minutes). Sur des périphériques urbains et d'autres routes secondaires, un déplacement de 10 kilomètres ne doit pas prendre plus de 12 minutes (c'est-à-dire un retard maximum de six minutes). Ce sera possible grâce à un large choix de mesures de construction et d'utilisation, à différentes façon de payer pour la mobilité, à une coopération spécifique au secteur et à des travaux d'entretien. Priorité sera donnée aux artères principales, en particulier les grands axes A2, A44 et A12. La gestion d'incidents, la gestion du trafic et les informations sur les itinéraires et les déplacements seront améliorées.

Le gouvernement central, les autorités territoriales et les entreprises de transport sont chargés de mettre à disposition des transports en commun réalistes et attractifs, en particulier en direction, en provenance et à l'intérieur des réseaux urbains et d'offrir des solutions sur-mesure lorsque la demande est limitée et là où les gens n'ont aucun autre moyen de participer à la vie sociale. Les passagers doivent pouvoir passer en douceur et facilement d'un mode à l'autre et des transports en commun à un véhicule particulier ou à leur vélo. Dans les réseaux urbains, les transports en commun peuvent aussi contribuer de manière importante à la qualité de la vie.

4.3.8 Fédération de Russie

Les autorités nationales n'ont pas un rôle bien défini vis-à-vis de la congestion urbaine. Au niveau national, le déploiement des stratégies de régulation de la congestion au niveau urbain ne repose sur aucun fondement méthodologique ni législatif. Il n'existe pas non plus de politique spécifique visant à faciliter l'utilisation de stratégies de régulation de la congestion par les municipalités – les administrations des plus grandes villes doivent assumer seules la tâche de gérer les niveaux de trafic à l'intérieur de leurs zones urbaines. Dans le cas de Moscou, comme dans le cas de plusieurs autres villes, la principale orientation des politiques de régulation de la congestion a été de compléter les périphériques autour du centre ville ou d'offrir une nouvelle capacité. Cependant, une diminution considérable de la congestion a été possible aussi grâce à la coordination des feux de signalisation.

4.3.9 Espagne

En Espagne, les responsabilités de régulation de la congestion sont réparties entre différentes agences et niveaux de gouvernement. D'une part le Ministère espagnol des travaux publics (*Ministerio de Fomento*) est chargé de la construction de nouvelles infrastructures et de la gestion du principal réseau de transport. D'autre part, le Ministère de l'intérieur (*Ministerio del Interior*) est responsable de la gestion de la circulation. De plus, certaines communautés autonomes d'Espagne (régions) ont leurs propres services de la circulation et des travaux publics, investis de responsabilités locales.

Les actions entreprises par le Ministère des travaux publics sont axées sur le développement de la planification des transports et le financement de nouvelles infrastructures de transport, alors que le service de la circulation au Ministère de l'intérieur (*Dirección General de Tráfico*) est axé sur la gestion de la demande en matière de circulation. Avec cet objectif, des centres de contrôle de la circulation ont été mis en place dans tout le pays et des plans spécifiques sont élaborés et mis en œuvre pour les périodes les plus problématiques (retours de vacances, plans hiver, etc.).

Plus récemment, le Ministère espagnol du travail (*Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales*), est apparu comme l'acteur clé de la réduction de la congestion car l'inflexibilité des heures de travail est à l'origine de la moitié de la congestion en Espagne. Cette situation a incité le Ministère à adapter les heures de travail des fonctionnaires. Cette politique a également un effet très positif sur la conciliation du travail et de la vie de famille.

Enfin, le Ministère espagnol de l'Environnement (*Ministerio de Medio Ambiente*) étudie actuellement la possibilité de taxer le trafic entrant et circulant dans les grandes villes.

Le gouvernement espagnol vient de lancer un plan stratégique pour les infrastructures et les transports, PEIT (Ministère des travaux publics, 2005) Le PEIT indique les grandes lignes à moyen terme des politiques du gouvernement espagnol en matière d'infrastructures et de transport. En ce qui concerne la congestion, les principaux objectifs du PEIT sont, entre autres, l'amélioration de l'efficacité du système de transport, la promotion d'un système de transport intégré contribuant à un changement des modes de transport et l'optimisation de l'utilisation de l'infrastructure existante au moyen de la gestion de la demande en matière de transport. Ce plan stratégique de haut niveau servira à encadrer les plans territoriaux et municipaux de niveau inférieur et servira de guide à un financement national pour des investissements dans les infrastructures et les systèmes de transport.

4.3.10 Royaume Uni

Dans les très grandes lignes, la politique de transport concernant le régulation de la congestion au RU fonctionne comme suit : La congestion est en effet un problème mais il est clair que la construction de nouvelles routes ne "résoudra" pas le problème – cette politique entraînerait des coûts financiers et environnementaux élevés, génèrera du trafic et aura des implications importantes pour l'occupation du sol et les centres urbains. De nouvelles routes ne sont construites ou une nouvelle capacité n'est offerte sur des routes existantes que lorsque les coûts (y compris les coûts liés à l'environnement) ne sont pas trop élevés par rapport aux avantages. Dans de nombreux cas, la stratégie de réponse à la congestion inclura un mélange d'actions – par exemple chercher à améliorer la gestion du trafic et l'utilisation du réseau existant, fournir des routes plus fiables, une meilleure coordination des politiques routières avec d'autres modes et plan d'occupation des sols, etc.

En Angleterre, la résolution du problème de la congestion dans une agglomération donnée incombe à un mélange d'institutions. Chaque zone comporte un certain nombre de services administratifs autoroutiers, un pour chaque zone administrative locale. Dépassant ces zones géographiques bien définies, l'Agence des Autoroutes est responsable de tous les grands axes d'Angleterre – autoroutes et autres routes à forte densité de circulation. Dans le grand Manchester, par exemple, outre l'Agence des Autoroutes, il existe 10 services administratifs d'autoroutes.

Tous les schémas de transport importants (ceux dont le coût dépasse 7 millions d'Euros) sont soumis à une modélisation et à une évaluation économique (coûts-avantages) détaillées. L'impact des schémas sur les temps de déplacement et par conséquent leur potentiel de réduction de la congestion constituent une partie importante des avantages de n'importe quelle mesure. En général, les schémas ou politiques qui n'offrent pas une bonne valeur monétaire ne seront pas approuvés Un nombre moins important d'analyses a été effectué pour savoir si les mesures mises en place ont entraîné les changements prévus sur la congestion.

La politique nationale actuelle liée aux efforts de régulation de la congestion a été largement influencée par une série de rapports et d'initiatives – y compris le schéma de péage qui est une grande réussite à Londres – cherchant à explorer la pertinence et l'efficacité de la taxation de la congestion. *Une meilleure gestion du réseau des grands axes* est de plus en plus considérée comme un complément ou une alternative à une nouvelle capacité. Les mesures comprennent une conception améliorée des intersections, une régulation aux rampes d'accès, une utilisation de la bande d'urgence aux heures de pointe et une réduction de la limite de vitesse maximum de 112 km/h à 80 km/h. Une meilleure gestion est aussi considérée comme un moyen de *réduire la variabilité* des temps de déplacement. Les retards et la congestion provoqués par les travaux de voirie peuvent aussi être réduits par des mesures efficaces. *Une nouvelle capacité* est rarement une option dans les zones urbaines. Les coûts de construction sont beaucoup plus élevés que pour les routes de rase campagne et on considère souvent que les coûts environnementaux et autres des nouvelles constructions sont inacceptables. Les politiques en matière de routes urbaines concernent surtout *la suppression du trafic de transit* depuis les zones résidentielles et les rues commerçantes du centre et doivent s'assurer que les feux de signalisation et la configuration des intersections (interdiction de mouvements bidirectionnels à travers le flux de circulation etc.) optimisent le débit. Interdire le stationnement et le chargement sur des itinéraires clés peut contribuer à augmenter la capacité lorsque ces mesures sont appliquées avec efficacité.

Le Département des transports du RU a commandé une étude de faisabilité sur le péage routier achevée en juillet 2004. L'étude reconnaissait qu'il existait des arguments économiques de poids pour mettre en place une méthode de péage routier lié aux niveaux de congestion dans tout le RU. Cependant il était clair qu'il ne serait pas possible de mettre en œuvre une taxation élargie aux usagers de la route qui permettrait aux tarifs de varier selon l'endroit et l'heure de la journée pour tous les véhicules sur toutes les routes du

RU au cours des dix prochaines années. Le rapport a noté qu'alors que la congestion était très importante aux heures de grande affluence dans tout le RU, le plus gros problème se situait dans les zones urbaines où des solutions comme une tarification liée aux alternatives améliorées de transport en commun offraient une stratégie praticable pour la gestion efficace de la congestion. Cette étude a identifié le besoin de travailler encore à la détermination de la technologie appropriée et à une meilleure explication de la manière dont le péage doit être mis en œuvre. Elle a proposé la mise en place d'un certain nombre de schémas pilotes pour offrir une meilleure connaissance de la technologie et des réponses aux usagers.

4.3.11 États-Unis

La congestion est considérée comme un problème important en matière de politique de transport aux États-Unis. En mai 1996, le Département fédéral des transports a lancé la *"Stratégie nationale pour réduire la congestion sur le réseau de transport de l'Amérique"* en réponse à une perception de plus en plus grande du public et des entreprises d'une détérioration considérable des conditions de déplacement à la fois sur le réseau routier et dans les carrefours modaux (ports, postes-frontières et aéroports). La motivation pour le nouveau programme résulte d'un calcul des coûts de la congestion de plus en plus élevés (d'après la différence entre les conditions réelles de déplacement et les vitesses de circulation fluide, pour le réseau routier) et les répercussions qu'ils ont sur les méthodes d'inventaire et la compétitivité commerciale. La stratégie comporte 4 éléments centraux importants relatifs à la congestion urbaine :

- Délester la congestion urbaine.
- Mobiliser les ressources d'investissement du secteur privé pour les infrastructures.
- Promouvoir les améliorations opérationnelles et technologiques.
- Cibler les embouteillages de fret important et étendre la portée de la politique de fret.

Les législations fédérales qui se sont succédées ont établies un cadre politique pour le transport de surface. L'Acte pour l'Efficacité du Transport Intermmodal de Surface La loi d'efficacité de transports intermodaux de surface (Intermodal Surface Transportation Efficiency Act -1991) a été suivi de la loi d'équité des transports pour le 21ème Siècle (Transportation Equity Act for the 21st Century - TEA-21) pour le 20ème siècle (TEA-21. La nouvelle législation du transport de surface (SAFETEA-LU) a été votée en 2005.

Le rôle principal du gouvernement fédéral est la répartition conditionnelle des revenus issus des taxes sur le carburant. La législation fédérale aide l'état et les autorités territoriales à développer la bonne combinaison des remèdes à la congestion nécessaires aux circonstances qui leur sont propres. Une souplesse de financement autorise l'état et les autorités territoriales à œuvrer pour optimiser la productivité de leurs systèmes de transport multimodal avec des stratégies de réduction de la congestion qui améliorent le rendement du système de transport et gèrent la demande de déplacement.

Alors que le Département américain des Transports entend que les décisions relatives à l'occupation des sols restent du ressort de l'État et des autorités territoriales, il y aurait beaucoup à gagner d'une plus grande coordination dans la décision entre l'État et les autorités locales chargées de la planification, de l'occupation du sol, du logement ainsi qu'avec les fonctionnaires de l'environnement et du transport. Aux États-Unis, l'outil principal de coordination des politiques de transport est le processus de planification des transports et le principal levier est l'attribution conditionnelle des revenus provenant des recettes fiscales fédérales sur le gaz.

SAFETEA-LU poursuit le processus de planification des transports établi par ISTEA et TEA-21, qui nécessitent que seuls des projets adoptés dans les règles et faisant partie de plans à long-terme peuvent prétendre à un financement par des recettes fiscales fédérales sur le gaz de la part du Département des Transports. Le processus de planification qui doit être développé dans toutes les zones urbaines comprend un certain nombre d'éléments essentiels : Plan à long terme et programme d'amélioration des transports ; planification financière et limites fiscales ; implication du public ; conformité avec les normes de qualité de l'air, développement et mise en place de systèmes de régulation de la congestion. Cette dernière comprend une gestion efficace des nouveaux équipements de transport et des équipements existants par l'utilisation de stratégies de réduction de la demande de déplacement et de gestion opérationnelle.

Aspects politiques

Congestion : Ampleur, emplacement et perspectives

Il n'est pas facile de comparer les modèles de congestion à travers les pays et les régions car les indicateurs utilisés et les hypothèses émises pour calculer les impacts sont souvent différents d'un pays à l'autre et même d'une ville à l'autre dans le même pays. Cependant, dans de nombreux exemples, la congestion augmente. Certains rapports nationaux indiquent clairement une croissance de la congestion mesurée par une détérioration des vitesses moyennes de déplacement aux heures de pointe, comme dans de nombreuses régions des États-Unis. Cependant, dans certaines autres régions, les vitesses moyennes sont restées constantes ou ont même augmenté (comme en France). Au Japon aussi, par exemple, les "pertes" de temps dues à la congestion ont diminué entre 2002 et 2004, bien que l'on ne sache pas si cette amélioration est due à l'intervention directe des services de voirie ou si elle est liée à des tendances économiques plus profondes.

Il est clair que dans de nombreux cas, la congestion urbaine s'est étendue en ce sens que la période de la journée pendant laquelle les routes sont encombrées s'est allongée – "l'étalement de la période de pointe" est un phénomène courant dans de nombreuses villes. Tout comme les villes, l'empreinte territoriale de la congestion s'est accrue – la congestion se situe à la fois au centre et à la périphérie de nombreuses grandes zones urbaines. De même, de nombreuses zones urbaines semblent avoir connu des conditions de déplacement dégradées du fait de la diminution de la prévisibilité et de la fiabilité des temps de déplacement.

Dans de nombreux cas, la congestion a augmenté au fur et à mesure de la croissance des villes et de l'expansion de l'activité économique. Certaines villes ont attiré davantage de personnes et d'activités, elles ont produit plus de richesses et, en conséquence, leurs voies routières sont devenues plus encombrées. La congestion a augmenté en valeur absolue dans de nombreuses zones mais dans certains cas, elle peut ne pas avoir nécessairement augmenté aussi rapidement que par le passé (ou par rapport à d'autres villes) en valeur relative selon les mesures effectuées par unité de rendement économique ou par tête. Ceci peut expliquer pourquoi certains pays considèrent la congestion urbaine et sa croissance comme des sujets d'importance nationale cruciale alors que d'autres considèrent la congestion urbaine comme un "problème", c'est-à-dire à un certain degré un phénomène autorégulateur, en particulier dans des cas où des alternatives de déplacement sont disponibles (par exemple les transports en commun) et lorsque le rendement du système est fiable.

D'une certaine façon, la croissance relative de la congestion peut aussi avoir été considérée comme un résultat lié à la nature "cyclique" des infrastructures. Une nouvelle capacité routière ne peut être fournie que

lors d'augmentations importantes entraînant une situation dans laquelle l'infrastructure est fréquemment sous-employée à court terme, bien employée à moyen terme et sur-employée à long terme. Il est peu probable que l'on retrouve le niveau de rendement routier connu par les usagers lorsqu'une nouvelle infrastructure était fournie entre les années 50 et les années 80 car ces routes sont maintenant le plus souvent saturées par le trafic et les possibilités d'expansion à une plus grande échelle sont sérieusement limitées par la rareté du terrain urbain disponible et par son coût. Dans certaines zones où subsistent des opportunités d'étendre ou de compléter par ailleurs une infrastructure routière régionale insuffisante, comme dans le cas de la région du grand Tokyo ou à Moscou, on peut s'attendre à un modèle similaire de décongestion, suivi par une croissance et une saturation du trafic – en l'absence de toute politique de gestion anticipée du trafic.

Structures de régulation de la congestion

En clair, différents pays et différents échelons de gouvernements et/ou d'autorités dans les pays, ont des méthodes différentes pour gérer le trafic urbain. Il existe une réelle diversité de points de vue concernant la congestion urbaine parmi les échelons gouvernementaux et les pays. Certains considèrent la congestion comme un problème politique majeur (par exemple au Royaume Uni et aux États-Unis) alors que d'autres l'estiment moins important (par exemple les gouvernements de France et de la Fédération de Russie).

Comme cela est souligné dans les vues d'ensemble des pays, dans certains pays l'analyse de la congestion s'effectue dans le cadre de structures compatibles au niveau national. Toutefois, dans la plupart des pays, les structures utilisées sont créées dans le cadre de l'État et des différentes autorités territoriales et locales. Il existe par conséquent un grand choix de structures et de méthodes utilisées et, en fait, il est rare de trouver un cadre conceptuel homogène dans les pays ou les régions pour faire face à la congestion et évaluer les politiques, les stratégies et les mesures de régulation de la congestion.

Malgré un manque d'homogénéité des structures, il ressort de la diversité des expériences nationales collectées par le Groupe de travail, que de nombreux pays et, de fait, de nombreuses régions urbaines citent explicitement ou implicitement des paramètres fondés sur le débit lors de l'établissement de leurs objectifs politiques en matière de congestion (voir par exemple Athènes en Grèce, le Japon, les Pays-Bas, le Royaume-Uni et les États-Unis). Il peut y avoir là une importante marge de progression dans le cas où ces méthodes font référence à des cibles de flux (LOS A-B, optimisation du débit, etc.), lesquels augmentent, par définition, la probabilité de congestion excessive et d'interruptions soudaines. Il est intéressant de constater que très peu de juridictions fonctionnent sur la base de la définition de niveaux de congestion économiquement "optimaux" et de la définition d'objectifs politiques pour parvenir à ce niveau. Ainsi, seuls deux pays, les Pays-Bas et le Royaume Uni, ont défini explicitement et créé une structure pour suivre la fiabilité des temps de déplacement à un niveau national – ceci semble aussi être un domaine où des progrès intéressants pourraient être réalisés.

Les stratégies de réponse à la congestion urbaine sont d'abord de la responsabilité des gouvernements municipaux et des gouvernements territoriaux lorsque ceux-ci couvrent des zones urbaines plus grandes. Les gouvernements nationaux sont rarement impliqués de manière active dans le développement et le déploiement des mesures de régulation de la congestion… mais les liens indirects entre l'État et les autorités territoriales sont nombreux.

- Les services administratifs en charge des transports nationaux ont habituellement un vaste objectif de transport et de politique modale mais dans de nombreux cas n'ont pas de responsabilité globale ou d'implication directe dans le traitement de la congestion du trafic dans les zones urbaines, mêmes sur de grandes zones.

- Là où les administrations nationales en charge des transports sont impliquées, elles le sont très souvent par l'intermédiaire de leurs services nationaux de voirie qui peuvent avoir en charge le développement des grandes infrastructures, comme les nouveaux tronçons d'autoroutes ou de routes nationales. Toutefois, les administrations nationales chargées des transports sont beaucoup moins susceptibles d'être impliquées dans la politique territoriale des transports en commun, leur planification ou leur financement.

- Les États, Provinces ou Régions jouent un rôle plus essentiel. Dans de nombreux pays, les autorités territoriales sont entièrement responsables de la planification et de la prise de décision en matière de congestion. États, Provinces ou Régions ont également une autorité politique et financière, vis à vis des organismes chargés des transports en commun métropolitains ainsi que pour le financement des principales routes (autres que les routes nationales).

- Les autorités locales ont souvent l'entière responsabilité des routes locales mais pas d'action sur les transports en commun.

- Dans certains pays, les organisations de planification territoriale (MPO), ou leurs équivalents, ont été créés pour coordonner la planification globale et l'occupation des sols et certains ont également des responsabilités opérationnelles et en termes de la planification. Des MPO à large domaines de compétence peuvent faire partie des organismes des États, Provinces ou Régions ou être supervisées par un gouvernement local ou une coalition de gouvernements locaux.

Avec tant d'organisations différentes potentiellement impliquées (par exemple plus de 11 agences autoroutières dans le grand Manchester), il n'est pas surprenant que beaucoup analysent la congestion et ses impacts tout à fait différemment.

Une telle diversité d'organisations impliquées conduit à une grande diversité d'approches de la congestion et de cadres conceptuels servant de base à ces approches. Cela signifie que la façon dont la congestion est évaluée et gérée peut très bien différente d'une ville à l'autre et d'une région ou d'un état à l'autre et la variété et le choix des acteurs impliqués sont également susceptible d'être différents.

Ces cadres conceptuels font l'objet d'une autre étude dans le chapitre suivant.

NOTES

1. *Traffic Growth in Australian Cities: Causes, Prevention and Cure,* David Gargett & John Gaffney, 2004.
2. Service des Infrastructures de Victoria, chiffres revus en 2006.
3. Chiffres VicRoads fournis dans la proposition du service des Infrastructures, ibid.
4. *City of Cities – A Plan for Sydney's Future*, Décembre 2005, www.metrostrategy.nsw.gov.au.
5. Moins de 60% des ménages du centre ville de Sydney possèdent une voiture, contre plus de 85% pour la plus vaste agglomération de Sydney. Source www.cityofsydney.nsw.gov.au.
6. *City of Cities – A Plan for Sydney's Future*, Décembre 2005, www.metrostrategy.nsw.gov.au.
7. Choix de voyages agréables dans le Sud-est du Queensland : document écologique des transports, 2005.
8. Stratégie de transport de la ville de Perth 1995-2029, 1995.
9. *Traffic Growth in Australian Cities: Causes, Prevention and Cure,* David Gargett & John Gaffney, 2004.
10. *City of Cities – A Plan for Sydney's Future*, December 2005, www.metrostrategy.nsw.gov.au.
11. Service des Infrastructures de Victoria.
12. Indicateurs nationaux de rendement Austroads, www.austroads.gov.au.
13. Stathopoulos and Karlaftis, 2001.
14. Stathopoulos and Karlaftis, 2001.
15. Stathopoulos and Karlaftis, 2003.
16. "Traffic Congestion and Reliability: Linking Solutions to Problems." Cambridge Systematics Incorporated (Prepared for U.S. Federal Highway Administration). Juillet 19, 2004. 3-11.
17. "Traffic Congestion and Reliability: Linking Solutions to Problems." Cambridge Systematics Incorporated (Prepared for U.S. Federal Highway Administration). Juillet 19, 2004. 3-11.
18. Les données proviennent du cadre d'analyse du transport de marchandises US FHWA.

5. CADRES THÉORIQUES POUR L'ÉVALUATION DE LA CONGESTION ET SES IMPACTS

Ce chapitre explore les diverses approches utilisées pour analyser et évaluer la congestion et ses impacts. Il souligne l'importance des cadres théoriques et des méthodologies utilisées dans ces évaluations. Il évalue jusqu'où les cadres "traditionnels" sont capables de capter de manière adéquate le point de vue des usagers des systèmes de transport et leurs expériences de la congestion. Il examine les contributions que peuvent apporter les approches économiques afin de déterminer les niveaux optimaux de congestion. Il examine également les impacts de la congestion généralement ignorés par les méthodologies traditionnelles d'évaluation et en révèle l'importance.

La plupart des administrations de transports décident de leur approche de la congestion routière après une analyse approfondie de la congestion et de ses impacts. Comme nous l'avons vu dans le chapitre précédent, il existe rarement un cadre théorique uniforme capable d'aborder la congestion et d'évaluer les politiques de régulation de la congestion, étant donné la diversité des services et le périmètre de responsabilités et des acteurs impliqués.

Cependant, la *manière* par laquelle la congestion est évaluée – et plus particulièrement les outils de méthodologie utilisés et leurs hypothèses explicites ou implicites – ont des répercussions importantes en termes de politique. Ceci est dû au fait que, dans une large mesure, les cadres théoriques choisis définissent la nature des politiques mises en œuvre ultérieurement – en particulier si le choix fait finalement n'implique aucune action du tout, ou bien la poursuite de projets à court terme ciblant l'atténuation de la congestion "sur la route" et autres objectifs (tels que la qualité de l'air) ou bien encore la mise en œuvre d'actions à plus long terme, telles que la gestion de la demande et de la mobilité, l'aménagement des sols et/ou des améliorations/agrandissements majeurs aux infrastructures.

La complexité d'une mesure de la congestion revient à la surface quand les administrations cherchent à évaluer les impacts de la congestion. En effet, cette évaluation s'appuie sur l'utilisation de divers indicateurs de congestion, eux-mêmes incorporés dans des cadres théoriques spécifiques. Une vue générale des politiques de régulation de la congestion révèle deux grandes approches qui sont parfois conflictuelles :

- Les cadres théoriques essentiellement centrés sur les dimensions physiques de la congestion – ex : vitesses, flux, temps de déplacement, etc. – utilisées traditionnellement dans la gestion de la circulation routière,

- Les approches qui tiennent compte de l'interaction entre l'offre routière et la demande, les coûts sociaux à payer et comment la recherche par les usagers d'un équilibre entre les coûts imposés par la congestion d'une part et leur propre bien-être d'autre part.

En réalité, les lignes de séparation entre ces deux approches ne sont plus aussi nettes que par le passé. Dans bien des cas, des lignes ouvertes de communication et de coopération existent entre les planificateurs de trafic, les ingénieurs de la circulation et les économistes des transports et les trois domaines informent les

décisionnaires sur les actions à mettre en œuvre pour atténuer la congestion. Cependant de vraies tensions existent entre ces différentes approches théoriques et, dans une certaine mesure, ces tensions continuent de définir les différentes politiques de réaction à la congestion.

L'objectif de ce chapitre est d'assister le lecteur pour aller au-delà de l'énumération simple et superficielle des impacts de la congestion qui ont servi comme base à tant de politiques de régulation. Il cherche à placer l'évaluation de la congestion dans le contexte de l'évaluation de la performance effectuée par les gestionnaires de réseaux et les autres parties concernées. Il décrit la manière dont les cadres théoriques relatifs à l'évaluation de la congestion et de ses impacts ont évolué dans le temps. Pour ce faire, les cinq sections de ce chapitre abordent les questions suivantes :

- *Comment les gestionnaires de réseau ont-ils traditionnellement effectué et utilisé les évaluations de la congestion ? (Section 5.1)*
- *Comment les économistes des transports ont-ils cherché à construire là-dessus et à incorporer les notions de coûts de congestion ? (Section 5.2)*
- *Quelles ont été les limites à ces approches ? (Section 5.3)*
- *Que peut-on dire des approches plus sophistiquées d'évaluation de la congestion et ses impacts ? (Section 5.4) et,*
- *Comment doit-on aborder le problème de mesurer le coût "total" de la congestion ? (Section 5.5)*

5.1 Approches traditionnelles à l'évaluation de la congestion

Traditionnellement, les administrations des routes se sont focalisées sur les évaluations et le management des réseaux urbains afin de maximiser la capacité des infrastructures existantes de traiter la demande actuelle de trafic et celle qui est anticipée pour l'avenir et de minimiser les retards causés par la circulation et les impacts associés en termes de personnes, d'activités professionnelles et de ressources, y compris les temps personnels et productifs perdus, les carburants gaspillés et la mauvaise qualité de l'air.

Pour accomplir ces tâches, les gestionnaires de réseaux ont souvent entrepris des programmes d'actions sur les grandes lignes énumérées ci-dessous et approfondis dans les sections suivantes :

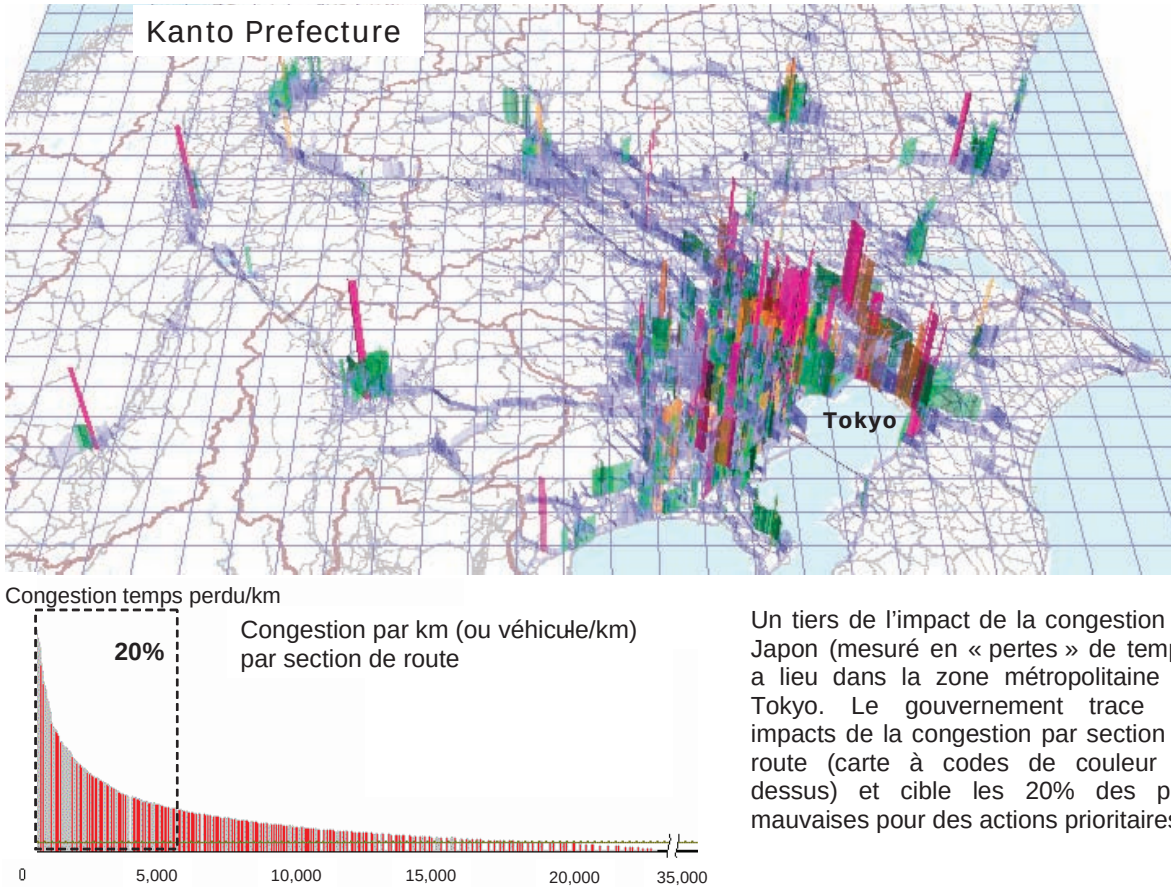
1. Identification des lieux de congestion actuels et potentiels.
2. Identification des améliorations possibles.
3. Evaluations réalisées des priorités parmi les projets possibles d'amélioration de la congestion, souvent avec l'assistance d'une analyse coûts-avantages ou de rentabilité.
4. Proposition d'actions d'atténuation de la congestion pouvant déboucher à court terme sur de vraies améliorations de flux et d'utilisation de la capacité dans l'infrastructure existante, surtout dans les zones où la performance des systèmes de transport est pauvre ou est susceptible de se détériorer à des niveaux inacceptables si aucune action n'est entreprise.
5. Si nécessaire, identification, définition des priorités et proposition des lieux et des axes nécessitant des améliorations sur le long terme. – y compris une augmentation éventuelle de capacité des infrastructures.

5.1.1 Identification des lieux de congestion

Bien qu'il soit difficile de généraliser, nombre d'administrations des transports démarrent leur approche de la réduction de la congestion par l'identification des lieux de congestion. Ces approches ont souvent concerné :

- *La mesure des vitesses de la circulation et des flux.*
- *Les estimations de vitesses et flux maximaux réalisables sous des conditions de flux continu (en tenant compte des limites de vitesses et de la capacité des intersections).*
- *L'évaluation des vitesses et flux actuels par rapport aux vitesses et flux maximaux réalisables. Ceux-ci sont souvent définis comme un pourcentage de la vitesse autorisée (ou des vitesses hors heures de pointes avec des flux normaux), le rapport volume/capacité de la route, sous forme de tableaux vitesse-flux ou comme des niveaux de service aux intersections.*
- *L'identification des lieux de congestion sur le réseau basée sur des niveaux généraux de service ou sur une autre forme de catégorisation.*

Figure 5.1. **Représentation de la sévérité de la congestion (perte de temps/km), Kanto Prefecture, Japon**



Un tiers de l'impact de la congestion au Japon (mesuré en « pertes » de temps) a lieu dans la zone métropolitaine de Tokyo. Le gouvernement trace les impacts de la congestion par section de route (carte à codes de couleur ci-dessus) et cible les 20% des plus mauvaises pour des actions prioritaires.

Source : Working Group Questionnaire response.

La Figure 5.1 offre un exemple provenant du Japon. Les impacts de la congestion (mesurés en retard sur le temps de déplacement) sont suivis par section de route et les 20% des plus mauvaises sections de routes surchargées font l'objet d'actions prioritaires.

De telles approches opérationnelles servent à identifier les lieux où il existe des goulots d'étranglement. Elles permettent aux autorités de mettre en lumière les lieux où une action peut s'avérer nécessaire afin d'offrir une solution aux retards actuels subis par les usagers de façon régulière.

5.1.2 Identification d'éventuelles améliorations

Ayant identifié les lieux actuels de congestion et les goulots d'étranglement, l'étape suivante est d'identifier les éventuelles mesures opérationnelles, ou autres, capables d'atténuer la congestion en question.

En général, les autorités adoptent une approche très ouverte pour atténuer la congestion et gérer ses impacts. Il y a souvent un éventail de solutions alternatives à prendre en compte, qui comprend non seulement des améliorations à effectuer en termes de capacité de la route, mais aussi d'évolutions du système, tels que les systèmes sophistiqués de signalisation, les systèmes d'informations en temps réel, une meilleure détection et réaction aux incidents et des solutions qui impliquent une gestion de la demande, etc.

En effet, les grandes politiques urbaines de régulation de la congestion devraient tenir compte des alternatives aux transports routiers – y compris les modes de transport non-routiers – dans leurs recherches de solutions possibles. Bien entendu, la congestion dans les modes de transport non-routiers peut également limiter les options disponibles pour atténuer la congestion routière (ex : dans les cas de transports publics où la congestion est déjà lourde et les niveaux de confort et de service fournis pauvres).

Il est généralement prévu – et, dans certains pays, exigé par le cadre législatif – que les solutions à la congestion comprennent d'éventuelles contributions ***pour tous les modes de transport*** (ex : la coordination avec les améliorations des transports publics). Il est probable qu'on y regarde de plus près les possibilités de faire un plus grand usage d'autres modes de transport (ex : transports publics sur route, tramways/métros légers, transports sur rail lourd, etc.) et des transports à basses vitesses (ex : marche à pied et vélo) dans les zones centrales, résidentielles ou historiquement sensibles.

Cependant, et plus particulièrement dans les grandes agglomérations, les coûts des améliorations sous forme de modes alternatifs – tels que les transports publics sur rail – peuvent être très élevés, les périodes de mise en œuvre très longues et le financement de ces initiatives limité et aléatoire. Dans de tels cas, les gestionnaires de réseaux peuvent considérer que les solutions sur route, sur lesquelles ils ont un certain degré de contrôle, restent les seules options réalisables, du moins à court terme.

Pour peu que les gestionnaires de réseaux aient une vue relativement étroite sur les temps de déplacements et les niveaux de service des routes concernées et qu'ils se focalisent sur des tentatives d'amélioration des rapports volume/capacités – c'est-à-dire le débit sur les systèmes routiers – ; les seules améliorations identifiées seront alors probablement celles qui encouragent des options côté offre, c'est-à-dire celles qui ***enlèvent les goulots d'étranglement*** et ***qui accroissent le débit de la circulation***.

5.1.3 Evaluation d'éventuelles mesures d'atténuation

Les mesures de régulation de la congestion ne sont pas toutes d'un coût abordable et les mesures de régulation de la congestion qui sont d'un coût abordable ne sont pas toutes efficaces. Dans ces conditions, les autorités ont tendance à évaluer le meilleur moyen de dépenser leurs ressources limitées afin d'avoir le plus gros impact.

La plupart des administrations utilisent une forme d'évaluation économique et opérationnelle afin d'évaluer les économies rendues possibles par la mise en œuvre des différentes mesures anti-congestion et de comparer ces économies ou bénéfices avec le coût des mesures concernées. D'habitude, ces évaluations tiennent compte des changements prévus de demande et de performance du système de transports sur la durée de vie du projet. En d'autres termes, les cadres d'évaluation pour l'atténuation de la congestion sont souvent les mêmes – ou très similaires – que ceux appliqués pour évaluer les améliorations potentielles des conditions de transport en général.

Là où les projets sont complexes, les administrations des routes utilisent principalement l'analyse coûts-avantages afin d'évaluer et de comparer les différentes options d'atténuation de la congestion identifiées. En général, ce type d'analyses évalue les différences économiques et opérationnelles entre le cas générique et le(s) cas spécifique(s) du projet. Ces différences sont identifiées pour chaque année future de la période d'évaluation du projet – ce qui peut varier du très court terme jusqu'à une période de 25 ans ou plus pour des projets d'infrastructure. Les coûts et les avantages futurs sont ensuite actualisés afin d'arriver aux valeurs actuelles des avantages et des coûts. Les résultats sont présentés comme étant des évaluations coûts-avantages, basées sur les valeurs actuelles des avantages contenus dans le projet spécifique sur le cas de base, par rapport à la valeur actuelle du niveau des coûts du projet au-delà des coûts du cas de base.

En termes simplifiés, les coûts et avantages du projet comprennent les coûts de construction routière, les coûts d'exploitation, les coûts des usagers (y compris les temps de déplacement personnels et les coûts de temps commerciaux/productivité), les coûts des ressources (telles que les carburants), les émissions et les autres impacts. Là où c'est possible, tous les coûts connus sont quantifiés. Là où les quantifications ne sont pas possibles, des évaluations qualitatives sont effectuées. Pour les projets plus simples, les évaluations peuvent se baser sur une analyse de rentabilité ou sur une analyse opérationnelle, auquel cas l'échelle et la complexité des processus d'évaluation sont réduites considérablement.

Ensuite, les mesures prioritaires d'atténuation de la congestion sont sélectionnées en tenant compte des analyses coûts-avantages ou des résultats en termes de rentabilité. Les options favorisées par cette analyse sont en général celles qui génèrent les plus grands avantages nets. D'autres approches évaluatives telles que l'analyse multicritère peuvent se superposer sur les analyses coûts-avantages afin d'offrir une aide supplémentaire aux décideurs. Cependant, la manière dont ces conclusions sont utilisées dans le processus de prise de décision est l'affaire des ministres et du gouvernement concernés et les résultats finaux peuvent parfois refléter d'autres considérations moins analytiques.

5.1.4 Mise en œuvre des améliorations prioritaires

Une fois que les évaluations sont terminées et les priorités établies, les administrations mettent en œuvre les améliorations et les actions opérationnelles ou les modifications d'infrastructure approuvées afin d'atténuer les problèmes actuels ou anticipés causés par la congestion. A court terme, il est probable que les améliorations mises en œuvre accroissent les flux de circulation et augmentent la capacité d'utilisation de l'infrastructure existante dans des zones ou la performance de l'actuel système des transports est faible, ou susceptible de se détériorer à des niveaux inacceptables si aucune action n'était entreprise.

5.1.5 Développement et expansion de l'infrastructure

Les étapes finales des approches traditionnellement utilisées par les gestionnaires de réseaux pour traiter la congestion sont l'identification des insuffisances d'infrastructure, la prise en considération des lieux et des axes où d'autres aménagements seront probablement nécessaires à plus long terme, l'identification, l'évaluation et le recensement des options afin de leur donner un ordre de priorité et

de proposer des mesures supplémentaires – y compris des extensions à l'infrastructure existante ou la construction de nouvelles capacités d'infrastructure. Normalement, toute option concernant de nouvelles infrastructures majeures devrait être prise en considération du point de vue de son interaction avec l'utilisation des sols, ses impacts probables sur la demande/la génération de trafic et les avantages attendus à court et à long terme.

Étant donné que les propositions d'aménagement d'infrastructures sont susceptibles d'être contestées, il faut les documenter et les évaluer de façon approfondie en termes économiques, opérationnels, environnementaux et sociaux. Un des éléments de telles évaluations sera leur comparaison avec toutes les autres options politiques réalistes et disponibles.

De plus, étant donné la densité des aménagements existants et les coûts et les difficultés environnementales pour construire de nouvelles infrastructures routières dans les zones métropolitaines bien établies, il est probable que des propositions pour de telles infrastructures seront relativement limitées et qu'elles demanderont non seulement une évaluation très approfondie – y compris, par exemple les études d'impact environnemental – mais aussi d'importantes consultations avec le public et les parties prenantes.

5.2 D'autres contributions économiques à l'évaluation de la congestion

L'économie a apporté une nouvelle perspective sur la manière dont on peut évaluer la congestion, sur la manière dont les politiques anti-congestions doivent être formulées, sur les analyses à effectuer pour évaluer la congestion et ses impacts ainsi que sur la manière d'identifier les éventuelles solutions à la congestion.

Tandis que les gestionnaires de réseau ont généralement restreint leurs réflexions aux mesures ayant un impact sur l'offre d'espace routier, les économistes des transports regardent la congestion en termes aussi bien de demande que d'offre. L'étude de la congestion est perçue comme la recherche d'un équilibre optimal entre l'offre et la demande. En particulier, les économistes des transports admettent généralement qu'un niveau de trafic économiquement optimal occasionne un certain degré de congestion – dans le sens où ce terme est habituellement compris par les gestionnaires et usagers des routes – mais que ce niveau "optimal" de trafic varie en fonction de la demande et d'autres circonstances, c'est-à-dire qu'il n'est pas lié seulement à la capacité de l'infrastructure en question.

L'adoption d'une telle approche basée sur l'économie peut mener à une meilleure détermination des objectifs en ce qui concerne la congestion routière.

En pratique, étant donnée la nature variable de l'offre et de la demande et la difficulté de les modéliser, les économistes des transports ont tendance à se raccrocher à l'un des modèles théoriques simplifiés existant qui concernent le comportement de la circulation et les impacts imposés par la congestion.

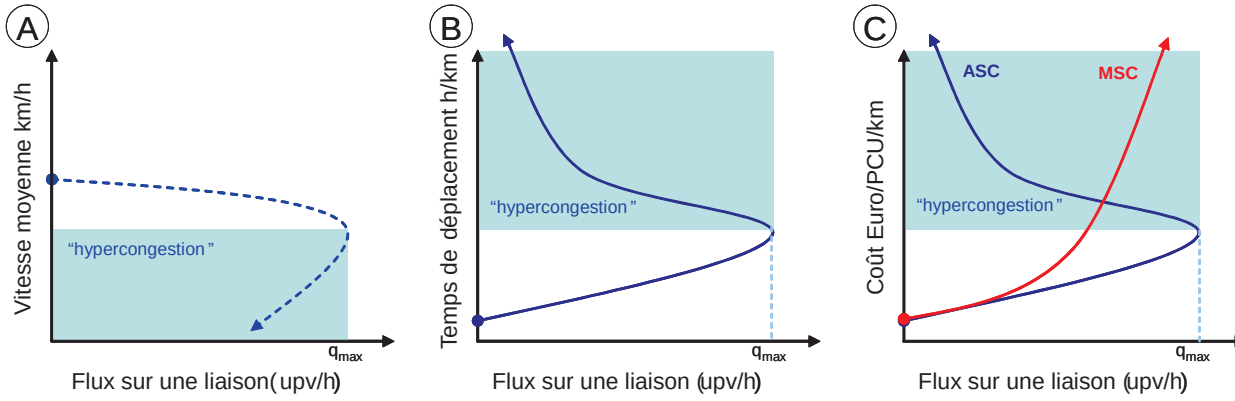
Dans cette section, nous approfondirons ces contributions économiques supplémentaires à l'évaluation et à la gestion des impacts de la congestion. Nous étudierons l'approche économique "simplifiée" utilisée dans les premiers travaux afin de déterminer les niveaux de circulation optimaux, une approche qui a étayé beaucoup d'investigations théoriques sur la régulation de la congestion et qui a plus particulièrement servi comme base à beaucoup de travaux établissant les coûts de la congestion.

Ces types d'approches simplifiées sont seulement un premier pas dans la manière d'aborder les problèmes de la congestion. En effet il y a beaucoup d'obstacles pratiques à contourner dans le parcours visant à la création d'une politique adéquate, comme nous le verrons plus tard.

5.2.1 L'approche "simplifiée" Coûts sociaux moyens/Coûts marginaux

Les économistes basaient beaucoup de leurs premières analyses de la congestion sur le schéma de base du flux de la circulation, mais transposaient celui-ci dans une fonction de coûts (Voir la Figure 5.2). Commençant à partir du rapport traditionnel vitesse-flux (A), ils transformaient la vitesse en temps de déplacements (B) et ensuite allouaient des coûts aux temps de déplacements en fonction des valeurs attribuées au temps par les usagers (C) afin d'en tirer des Coûts Sociaux Moyens - Average Social Costs (ASC) – du moins pour la partie "normale" (non-hyper-congestionnée) de la courbe.

Figure 5.2. **Transposition du schéma de base Vitesse-Flux dans une fonction du coût**



Source : Button, K. in Santos, ed., Road pricing Theory and Evidence, 2006, p. 6.

En ajoutant une courbe de demande à la partie montante "non-hyper-congestionnée" de la courbe ASC, les économistes ont tiré une représentation graphique simplifiée, illustrée par le troisième schéma de la Figure 5.3 où les termes de vitesse, flux et densité des opérations de transports sont transposés dans un cadre d'offre et de demande.[1]

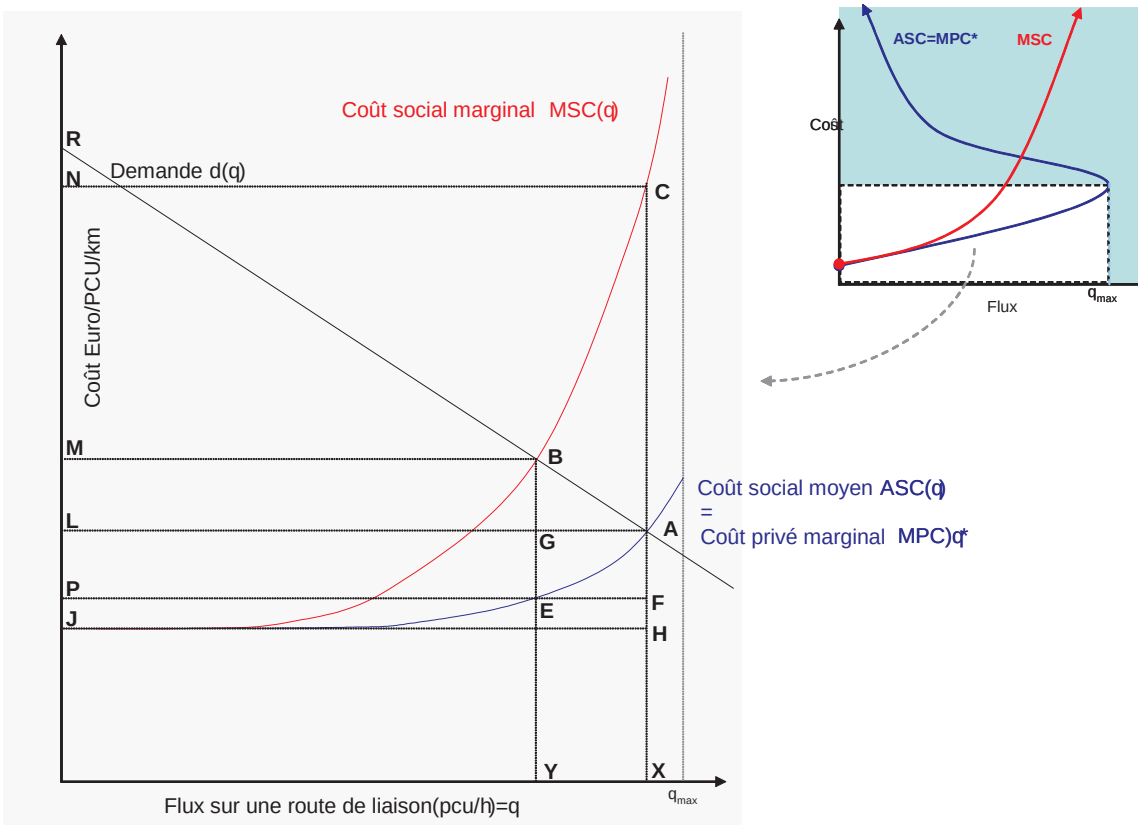
La Figure 5.3 présente la quantité d'utilisation de la route (en termes de passagers-voitures par heure) sur un axe horizontal et les coûts unitaires de l'utilisation de la route sur un axe vertical.

Dans le contexte de la congestion, les courbes ASC et MSC reflètent les coûts moyens et marginaux imposés par les différents niveaux de flux et incluent globalement les coûts liés au temps et au fonctionnement des véhicules supportés par les usagers de la route quand ils se déplacent. Dans le cas actuel, ils peuvent être considérés comme étant des coûts "sociaux" par rapport à la "société" des usagers de la route. Parce que, normalement, les usagers prennent uniquement en considération les coûts de la congestion qu'ils supportent eux-mêmes (à savoir leurs propres coûts relatifs au temps, au fonctionnement du véhicule et à d'autres aspects de la congestion) l'ASC est souvent fixée au même niveau que le coût privé marginal (marginal private cost ou MPC).[2] La Figure 5.5 incorpore ce concept avec la notation MP=ASC.

La courbe de demande d(q) représente la demande d'utilisation de la route comme une fonction du coût unitaire d'utilisation de la route, exprimée sous la forme d'unités monétaires par véhicule-km. Ceci reflète le coût unitaire opérationnel de la conduite, dont l'élément le plus important est un coût de temps, le coût du temps requis pour conduire un kilomètre.

Quand le conducteur est seul sur la route (c'est-à-dire quand q=0), ce coût égale J, ce qui est le coût opérationnel de la conduite, plus le coût du temps à la vitesse maxi. Quand il y a davantage de véhicules (c'est-à-dire quand q augmente), la vitesse diminue, le temps nécessaire augmente et le MPC(q) augmente.

Figure 5.3. **Schéma "simplifié" de la congestion routière**



**Dans le contexte limité à la congestion, la courbe du Coût Social Moyen (ASC) est souvent fixée au même niveau que le Coût Privé Marginal (Marginal Private Cost ou MPC) puisqu'il est probable que chaque nouveau conducteur prenne uniquement en considération ses propres coûts relatifs au temps, au fonctionnement du véhicule et à d'autres aspects de la congestion (et non l'impact qu'il a sur les coûts des autres), ce qui est égal à l'ASC en cours à un moment donné.*

Source : Adapté de Button, K. in Santos, ed., Road pricing Theory and Evidence, 2006, p. 6.

Un équilibre entre ces courbes d'offre et de demande est atteint au point A, où MPC(q) et D(q) se croisent et où il y a X véhicules sur la route avec un coût unitaire de L.

A ce point d'équilibre, chaque nouveau conducteur supplémentaire supporte un coût de conduite égal aux avantages qu'il tire de l'utilisation de la route. A des volumes plus élevés, il supporterait un coût plus élevé que l'avantage qu'il en tire et, par conséquent, les usagers marginaux n'utiliseraient pas la route dans ces conditions.

Cependant, cet "équilibre naturel" est "sous-optimal" dans le sens économique décrit ci-dessous.

5.2.2 Niveaux de congestion économiquement "optimaux"

Tandis que "l'équilibre naturel" tient compte des coûts privés, il ne tient pas compte des coûts sociaux marginaux liés à l'arrivée de chaque nouveau véhicule sur la route. Ces coûts comprennent le retard en termes de temps imposé aux autres usagers par chaque nouveau véhicule qui entre dans le flux de circulation

– ex : quand nous considérons MSC(q), la courbe du coût social marginal créé par un véhicule comme une fonction d'utilisation de la route. Ce coût social est égal au coût social moyen MPC(q), plus le coût du temps supplémentaire subit par tous les autres véhicules parce que le véhicule de l'usager marginal est sur la route. Ceci est démontré par le Point C dans le tableau 5.5.

Les économistes concluent que, du point de vue de la société en général, le niveau "optimal" de la circulation se situe au point B, où la courbe de la demande D(q) et la courbe de l'offre S(q) se croisent. A ce point, il y a Y véhicules sur la route, et le coût unitaire est de M. Un véhicule supplémentaire générerait un coût social plus grand que l'avantage social qu'il génère.

Sur la base de cette représentation et de l'analyse économique simplifiée de la circulation routière, on peut conclure que, si l'objectif des politiques est d'occasionner des flux "optimaux", il faudra introduire une taxe EB afin de remplir l'espace entre le coût marginal privé et le coût marginal social. Il est à noter que la taxe optimale est substantiellement moins élevée que le niveau initial (pré-taxation) de l'externalité (AC dans le tableau) parce que la taxe provoque un mouvement de descente le long de la courbe de la demande jusqu'à un point où l'espace entre les coûts sociaux et privés est beaucoup plus petit. La recette de la taxe nécessaire pour ce faire est égale au montant de la charge multiplié par le nombre optimal des véhicules. [3]

L'important est que de telles approches économiques des transports ont comme base l'hypothèse que ***les niveaux optimaux de congestion intègrent dans leur calcul non seulement le coût de construction de la route mais aussi ce que les gens sont disposés à payer afin d'utiliser la route – c'est-à-dire la courbe de la demande***.

En théorie, il est ensuite facile de calculer la taxe optimale pour l'usage de la route à partir du rapport entre le coût social marginal et la demande, montré dans la figure 5.5. Ceci comprend :

- La connaissance des coûts privés, quantifiés en termes de carburant consommé et temps passé par le conducteur sur la section de route concernée, des coûts externes en termes de retard et de coûts de pollution engendrés par le véhicule qui fournit les estimations pour les points A et C dans le schéma 5.5.

- Afin de calculer la taxe EB optimale, les analystes ont besoin d'informations sur la manière dont réagissent les usagers à une taxe ou une charge, définie comme l'élasticité ou la pente de la courbe de la demande (ces deux premiers éléments constituent la courbe de la demande).

- Pour terminer leurs travaux, les analystes ont également besoin d'inclure les données, provenant de l'opérateur de la route, qui concernent la forme de la courbe vitesse-flux pour la route de liaison. Ceci permet de calculer la position du point B, intersection des courbes de coût social marginal et de demande et de déterminer ainsi le prix optimal (la courbe de l'offre).

L'approche économique résumée ci-dessus suppose donc que :

- ***Sur une route donnée, au fur et à mesure que la demande varie, les niveaux souhaitables de trafic – et de vitesse- varient également.***

- ***Au fur et à mesure que la demande augmente, le niveau optimal du trafic sur la route augmente également.***

Dans des conditions normales de vitesse-flux, cette augmentation du trafic peut s'accompagner d'une certaine diminution de vitesse moyenne. Par contre, si la valeur du temps venait à augmenter pour certains usagers, le niveau optimal de trafic sur une route diminuerait, ce qui pourrait s'accompagner d'une augmentation des vitesses moyennes.

Ce type d'approche économique reflète également les idées de bon sens qui prétendent que la congestion est relative c'est-à-dire que :

- ***Le niveau acceptable de la congestion varie en fonction du niveau de la demande.***

Les approches économiques définissent ***les coûts de la congestion*** comme le coût économique encouru par la société lorsque l'utilisation d'une route dépasse le point économiquement optimal. Sur la Figure 5.3, elle peut être définie de deux manières différentes mais égales. L'une est constituée par la zone BCA. L'autre est la différence entre le surplus associé à B et le surplus associé à A. Par conséquent, la définition des coûts de congestion utilisés par les économistes tient compte du coût de la construction ou de l'agrandissement d'une route et du montant que les gens sont disposés à payer pour utiliser la route en question.

5.3 Ecarts entre les approches traditionnelles, la théorie et la pratique

Les approches traditionnelles aux opérations routières résumées en Section 5.1 et les contributions économiques supplémentaires résumées en Section 5.2 comportent certaines limites que nous devons examiner. Cette section approfondit les questions et aspects suivants :

- Ecarts dans la gestion traditionnelle de routes et des approches économiques simplifiées :
  - L'examen de la congestion de lieu par rapport à la congestion de réseau.
  - Les limites supplémentaires à l'utilisation du cadre vitesse-flux dans l'évaluation de la congestion.
  - Les implications de la maximisation du flux de circulation sur les routes.
  - Le contexte de l'évaluation statique par rapport à l'évaluation dynamique.
- Défauts supplémentaires liés aux approches économiques simplifiées :
  - La pertinence en ce qui concerne les aménagements à flux discontinu.
  - La détermination de taxes de congestion appropriées.
  - La disponibilité d'une technologie rentable d'encaissement des taxes.
  - Leur acceptabilité par le public.
  - Les approches de deuxième choix par rapport aux approches de premier choix.

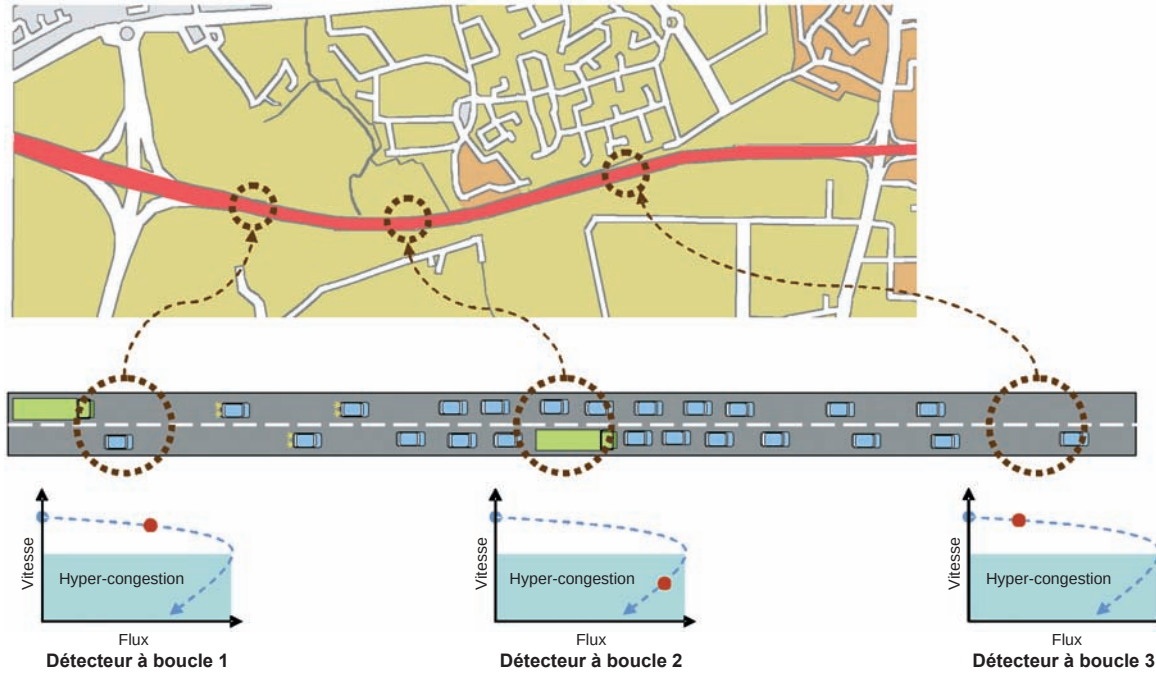
5.3.1 Défauts de base dans les approches opérationnelles et économiques

5.3.1.1 Examen de la congestion de lieu par rapport à la congestion des liaisons et du réseau

La congestion est souvent mesurée au bord de la route (ou plus précisément dans la route) grâce à des détecteurs à boucle noyés dans la chaussée ou d'autres formes de postes statiques de comptage des véhicules (Voir le Chapitre 1). Les comptages provenant de ces détecteurs génèrent les graphiques vitesse-flux qui forment *le schéma de base vitesse-flux*.

Cependant les comptages provenant de ces détecteurs transmettent uniquement des informations sur le flux de circulation à un *moment donné* et à un *point unique* sur la chaussée. Ils donnent peu de renseignements sur l'état de la circulation à travers le réseau entier (informations recherchées par le gestionnaire du réseau) ou sur les conditions de circulation lors d'un déplacement comportant des déplacements le long de différentes sections de routes qui sont pourtant reliées ensemble (informations qui concernent l'usager). De plus, ils donnent peu d'informations sur la manière dont les comptages provenant des différents détecteurs sont liés ensemble – c'est-à-dire qu'ils disent peu sur les effets de congestion du réseau et les effets des queues en termes d'espace et de temps.

Figure 5.4. **Relevés vitesse-flux sur un aménagement à flux continu**



Source : CEMT, 2007.

Par exemple, comme on le voit en Figure 5.4, un déplacement comportant une série de liaisons entre un point de départ et une destination, ne sera quasiment jamais caractérisé uniquement par du trafic discontinu. Le déplacement et les routes de liaisons utilisées par le déplacement seront plutôt caractérisées par une succession de points uniques où les données vitesse-flux pourraient définir un trafic à écoulement libre, un trafic à circulation limitée et/ou des conditions d'hyper-congestion.

Par conséquent, beaucoup d'évaluations de la congestion et de ses impacts ne reconnaissent pas suffisamment l'aspect "réseau" dans les grandes agglomérations. Dans certains cas, les administrations responsables des routes ont essayé de trouver des indicateurs plus synthétiques afin de capter ces effets de réseau. Par exemple, les mesures prises à différents lieux sont parfois combinées ensemble pour permettre de décrire et de suivre la longueur des queues (ce qui est le cas dans certaines grandes villes de France et d'Allemagne), mais ceci est loin d'être le cas dans l'ensemble des zones urbaines.

Bien que les modèles couvrant toute une métropole tiennent généralement compte des effets associés au réseau – tels que les changements de demande entre les autoroutes, les routes à grande circulation et les routes locales ou les changements d'utilisation entre les transports routiers privés et publics – les évaluations locales utilisant des modèles statiques peuvent ignorer ces types d'effets. Par conséquent, il est possible que les évaluations localisées, centrées, par exemple, sur le traitement des intersections ou des goulots d'étranglement, ne tiennent pas compte des changements dans le choix des parcours que les améliorations proposées sont susceptibles d'apporter.

En fait, puisque les routes dans les zones urbaines sont des réseaux denses, offrant généralement des choix multiples et finement équilibrés de mode, de parcours et d'horaire, les changements de conditions réalisés à un niveau local peuvent entraîner des changements substantiels au niveau de la demande, même à court terme. Il est probable que ceux-ci ne reflètent pas seulement des changements de parcours mais aussi du trafic induit, plus particulièrement dans le cas d'améliorations réelles aux niveaux de service du réseau.

Afin de mieux appréhender la performance du trafic à travers le système entier, les gestionnaires de réseau doivent compléter les comptages de bord de route avec des données fournies par des véhicules de surveillance, qui conviennent mieux pour transmettre les conditions de circulation pour les routes à liaisons multiples. De plus, le cadre théorique utilisé afin d'évaluer la congestion devrait permettre une bonne évaluation de la demande et de ses effets sur le réseau ainsi qu'une évaluation de toutes les modifications réalisées au réseau routier sur la base des priorités à mettre en œuvre à travers toute la zone urbaine. Il serait sans doute utile de faire coordonner ces travaux par un seul organisme responsable des transports pour la zone urbaine entière – plutôt que de permettre à toute une série d'organismes locaux de les entreprendre chacun de façon isolée.

5.3.1.2 D'autres contraintes à l'utilisation du cadre vitesse-flux dans l'évaluation de la congestion

En plus de la difficulté, pour le rapport vitesse-flux, de transmettre une évaluation adéquate de la congestion globale du réseau, il est confronté à trois autres contraintes :

1. Le rapport vitesse-flux convient mieux pour décrire les effets du trafic sur un réseau routier caractérisé par *peu de discontinuités ou peu de points d'entrée ou de sortie* – essentiellement un *réseau de type autoroutier*.

2. La superposition d'une courbe de la demande sur une fonction d'offre basée sur le concept vitesse-flux suppose que les usagers aient une demande exprimée en nombre de trajets par unité de temps sur la route de liaison en question. Ceci n'est pas évident et il semblerait plus probable que la demande des usagers soit pour des "déplacements" – et qu'elle soit mieux cernée en utilisant des modèles à base de stocks et non de fluxi.

3. Historiquement, le rapport vitesse-flux dans le schéma de base a été représenté comme une parabole quasi-symétrique – indiquant que les vitesses tombent rapidement, dès que de nouveaux véhicules entrent sur la route. Cependant, comme nous l'avons vu dans le Chapitre 3, cette symétrie a été remise en question par de récentes études empiriques.

4. Des études de terrain ont révélé une configuration bien plus prononcée à deux phases, dans laquelle la partie supérieure de la courbe est bien plus plate qu'on ne le supposait auparavant. En général, les vitesses sont peu affectées par les augmentations de trafic jusqu'à un point proche du sommet de la parabole, où les flux de circulation deviennent instables, où des discontinuités soudaines apparaissent et où le flux peut passer d'une situation d'écoulement relativement libre vers les parties "congestionnées" et "hyper-congestionnées" de la courbe [5].

   En plus, la configuration à trois phases également décrite dans le chapitre 3 complique davantage la simple transposition de la courbe vitesse-flux sur une représentation économique de la congestion – comme le fait également le phénomène de chute de capacité (cf. Figure 3.6).

5.3.1.3 Implications de la maximisation du débit de la circulation

Telles qu'elles ont été résumées dans la Section 5.1, les approches du traitement de la congestion dans la gestion traditionnelle des routes se concentraient souvent, de manière explicite ou implicite, sur la réduction du temps de déplacement et sur la maximisation du débit de la circulation dans la poursuite d'un objectif général qui était de rendre les infrastructures aussi efficaces que possibles. Bien entendu, la maximalisation du débit sur les routes n'est pas une garantie de l'utilisation efficace de l'infrastructure.

Prenant comme exemple hypothétique une grande agglomération possédant un réseau autoroutier bien développé, des solutions côté offre telles que *l'éradication des goulots d'étranglement et l'augmentation du débit de trafic* seraient susceptibles d'augmenter les volumes de trafic sur les routes à accès limité (c'est-à-dire : les autoroutes urbaines). Petit à petit, cet accroissement des flux entraînera le trafic sur la partie de la courbe vitesse-flux où les flux deviennent instables et où les petites augmentations de la demande ou de petites interruptions du flux peuvent déboucher à l'hyper-congestion, au trafic en accordéon ou même à un blocage total. Dans ce cas, les vitesses et les flux tomberaient de manière substantielle, avec de graves impacts négatifs sur tous les usagers de la route. Tout simplement, la conséquence serait que tous les usagers des autoroutes concernées par un tel phénomène en subiraient les conséquences.

Il y a aussi beaucoup d'autres circonstances (par exemple sur les routes à grande circulation et les routes locales) où l'éradication des goulots d'étranglement et la maximalisation du débit de trafic représentaient une solution qui n'était pas du tout appropriée à la congestion. Par exemple :

- Une augmentation de la capacité disponible serait peut-être totalement inappropriée sur les routes menant à des zones écologiquement vulnérables, telles que les centres historiques des villes (comme Athènes). Plutôt que de faciliter une augmentation du trafic, l'objectif de la politique pourrait être de réduire la circulation à destination de cette zone en limitant le stationnement et d'empêcher la circulation en transit de passer en réalisant des modifications physiques, qui garantissent qu'il n'y a plus de routes de transit (comme dans le vieux centre de Vienne).

- L'augmentation du débit par l'atténuation des goulots d'étranglement aux intersections sur les routes à grande circulation peut également être totalement inappropriée sur les routes qui augmentent directement, ou au moyen de routes de raccordement, la circulation dans les zones piétonnes ou les zones résidentielles sensibles. Peut-être que l'objectif approprié serait de décourager une circulation de ce type et de la dévier sur d'autres routes de contournement.

L'augmentation des flux de circulation pourrait également être une mauvaise stratégie, lorsqu'elle entraîne l'émergence de problèmes similaires sur les routes et intersections en aval du parcours – problèmes qui ne pourraient être résolus facilement ou de manière rentable.

5.3.1.4 Contexte d'évaluation statique/dynamique

A plus long terme, les mesures d'atténuation de la congestion peuvent avoir des impacts significatifs sur la demande. La plupart des modèles évaluent l'évolution du trafic à long terme, y compris le trafic induit. Cependant, même sur une période de dix ans, il peut y avoir beaucoup de changements substantiels, difficiles à modéliser, et susceptibles d'affecter les prévisions et les évaluations opérationnelles.

- L'utilisation des sols peut se modifier globalement et sur des lieux clés suite à des améliorations ou des détériorations du niveau de service des transports. Il existe beaucoup d'exemples dans la plupart des grandes villes où l'utilisation des sols s'est modifiée suite au développement d'autoroutes urbaines ou des améliorations des transports en commun.

- On peut s'attendre à ce que l'utilisation des sols se modifie plus particulièrement suite aux augmentations de vitesse. L'augmentation des vitesses provoque généralement une plus grande décentralisation, car elle permet aux personnes de se déplacer plus loin dans les budgets de temps relativement fixes qu'elles peuvent s'accorder pour leurs déplacements quotidiens. Bien entendu, une telle décentralisation peut finir par une utilisation des espaces non occupés et une augmentation du trafic, davantage de véhicules, des vitesses plus basses et en fin de compte de la congestion, même dans les lieux décentralisés.

- La demande des transports peut changer suite à des changements de politique ayant un impact sur le coût des voyages ou la valeur des terrains – et aboutir à des changements d'utilisations des sols qui n'ont pas été modélisés.

Ainsi, les augmentations de demande à plus long terme peuvent être très différentes – et souvent plus importantes – que ce qui a été prévu dans les modèles de transports "statiques" ou à 4 étapes.

5.3.1.5 Rapports avec les aménagements routiers à flux discontinu

Un autre défaut important des évaluations économiques basées sur le rapport vitesse-flux est que les rapports économiques sont déduits d'observations de la circulation sur des systèmes à flux continu, tels que les grandes routes interurbaines. Il se peut que celles-ci donnent des informations précises sur le comportement de la circulation sur les autoroutes, mais elles ne se prêtent pas forcément aux réseaux routiers urbains, qui comportent des routes à grande circulation contenant des intersections de même que des routes locales avec des accès aux propriétés avoisinantes.

5.3.2. Autres défauts des approches économiques simplifiées à l'évaluation de la congestion

5.3.2.1 La définition des taxes de congestion appropriées

Les approches économiques des transports se focalisent sur les montants de charges qu'il faut pour atteindre les niveaux "optimaux" de congestion. Cependant, la possibilité d'imposer ces charges en termes pratiques est loin d'être évidente. L'important est que la différence entre le niveau courant d'utilisation de la route et le niveau économiquement optimal d'utilisation caractérise l'utilisation "excédentaire" rencontrée sous des conditions normales de fonctionnement, la quantité d'utilisation qu'il faut supprimer pour atteindre l'optimum économique.

En fait, l'utilisation de l'approche fournie par le modèle économique simplifié pour calculer les niveaux optimaux de circulation et, par conséquent, les charges ou taxes optimales pour les usagers, est pleine de défis théoriques et méthodologiques qui deviennent très pertinents lors de l'élaboration de la politique à mettre en œuvre.

Certains sont liés à la spécification de l'approche statique inspirée du rapport vitesse-flux et résumée ci-dessus, d'autres avec la difficulté de tenir compte des dynamiques temporelle et spatiale de la congestion et encore d'autres avec les difficultés de tenir compte des valeurs de temps accordées par les usagers et de leur affecter une priorité relative – valeurs de temps qui forment la base de la partie "coûts généralisés" des analyses économiques de la congestion.

Comme c'est noté dans le projet du rapport sur la congestion édité par la Victoria Competition and Efficiency Commission :

> *La première représentation [économique] de la congestion est hautement simplifiée. En pratique, il y aura une fonction de demande différente à chaque période de la journée et pour les différents groupes de voyageurs (comme les banlieusards, les étudiants, les personnes faisant leurs courses, les commerces, etc.), qui reflète les différences dans les avantages qu'ils tirent de leurs déplacements et de leurs capacités à ajuster leur comportement. Il y aura également différents rapports vitesse-flux pour différentes sections du réseau routier, qui reflètent les caractéristiques de différentes sections du réseau. Néanmoins, le schéma réussit à illustrer deux points importants de manière utile*[6].

5.3.2.2. Disponibilité d'une technologie rentable de collection des charges

Un modèle économique simplifié ne tient pas compte de l'existence ou non d'une technologie capable de permettre l'imposition des taxes ou des charges de congestion, spécifiques aux lieux et au temps, de manière prévue par le modèle économique qui apparaît dans la Figure 5.3.

Si une technologie appropriée existait, et s'il fallait prendre de vraies décisions, ces décisions attribueraient une grande importance aux coûts de fonctionnement de la technologie, aux effets de celle-ci sur la viabilité financière de cette approche et au degré de perte occasionnée par les coûts de la transaction sur les bénéfices potentiels globaux.

5.3.2.3 Acceptabilité par le public

Tandis que les approches opérationnelles de la régulation de la congestion sont utilisées par des gestionnaires de réseau depuis de nombreuses années et qu'elles sont en général bien acceptées par le public, l'expérience a démontré que, dans beaucoup de grandes agglomérations, le grand public est beaucoup moins convaincu – ou pas encore convaincu – des mérites des approches basées sur le paiement de charges de congestion. Les modèles économiques simplifiés restent neutres sur ce point. Cependant, un aspect que les expériences avec des approches basées sur des concepts de prix ont surligné est que :

- Beaucoup de personnes sont disposées à payer en argent plutôt qu'en temps – et, par conséquent, souhaiteraient avoir l'opportunité de le faire.

- Beaucoup d'autres personnes sont disposées à payer en temps ce qu'elles ne sont pas disposées à payer en argent.

En d'autres termes, il y a parfois des incohérences dans l'heuristique personnelle des comptes qui rendent problématique la transposition directe des "coûts" en temps dans des termes monétaires. La conséquence est qu'il n'y a aucune certitude que la méthodologie telle qu'elle est présentée soit applicable en termes pratiques dans certains lieux. Ceci dépendra en partie du support ou non donné par le public concernant l'utilisation d'une tarification basée sur la congestion spécifique du lieu et au temps selon

les méthodes proposées pour les réseaux urbains.

5.3.2.4. Considérations de premier/deuxième choix

Il est important de noter que l'analyse résumée ci-dessus ne donne aucune indication sur l'assistance apportée par les modèles économiques simplifiés et informations associées sur les niveaux optimaux de congestion et les charges de congestion dans les circonstances où il n'est pas possible d'imposer des taxes ou des charges reflétant une demande et des conditions de congestion en mutation permanente à travers le réseau urbain.

5.3.3 Implications des premiers cadres théoriques sur la congestion

Traditionnellement, ***les approches opérationnelles aux problèmes routiers*** ont pris comme point de référence la vitesse associée au débit maximal sur la route concernée. Quand les débits augmentent et les vitesses réelles tombent en dessous de cette vitesse, la route est considérée comme étant congestionnée. Il existe deux points importants à prendre en compte sur ce sujet.

- D'abord les approches opérationnelles utilisent les concepts vitesses-flux normalement "acceptés", et un trafic qui correspond aux volumes "d'équilibre naturel". Par conséquent, elles ont souvent "accepté" des volumes de passage *au-delà du niveau que les économistes considéreraient comme étant un volume de trafic "optimal" sur la route*.

- Deuxièmement, en recherchant des débits maximaux, les approches opérationnelles ont eu tendance à permettre et parfois à faciliter l'augmentation des volumes de trafic à des niveaux où les vitesses et les flux deviennent relativement instables.

  Dans de tels cas, tout en admettant que l'objectif de recherche des plus grands débits reflète l'intention d'utiliser l'infrastructure aussi efficacement que possible, le résultat a souvent été de permettre ou d'encourager l'utilisation de l'infrastructure jusqu'à un point où une congestion sérieuse est tout à fait probable.

Les ***approches économiques*** dépendent de théories qui sont claires et faciles à expliquer sous la forme simplifiée décrite ci-dessus – mais dont l'application totale n'est pas considérée comme étant réalisable dans la plupart des grandes agglomérations. Les limites spécifiques sont liées au calcul des charges appropriées, au coût d'imposer un tel système et à l'analyse très limitée des alternatives de deuxième choix :

- Les calculs sont rendus compliqués par la spécification de l'approche statique inspirée du rapport vitesse-flux résumée ci-dessus, par la difficulté de tenir compte des dynamiques temporelle et spatiale de la congestion et par la difficulté d'affecter une priorité relative aux valeurs de temps accordées par les usagers, qui forment, bien entendu, la base de la partie "coûts généralisés" des analyses économiques de la congestion.

- A présent, il n'existe pas de technologies abordables en termes de coût qui soient capables d'imposer des taxes, ou des charges, de congestion spécifiques aux lieux et au temps dans la manière prévue par le modèle économique simple - et pour un coût raisonnable/acceptable.

- Les modèles économiques simples ne donnent que peu d'aide en ce qui concerne la valeur économique des approches alternatives qu'on pourrait poursuivre comme solution de deuxième choix, par exemple avec des points de paiement limités, des charges fixes plutôt que des charges

qui varient en permanence, etc.

Globalement, la conclusion finale et importante des approches opérationnelles et économiques alternatives de la congestion est qu'elles sont ***incohérentes*** entre elles – dans le sens où, si elles sont appliquées entièrement, il est fort probable qu'elles engendraient différents volumes de trafic sur les routes.

- Les niveaux économiquement optimaux seraient en dessous des niveaux "d'équilibre naturel", qui se créent dès que la circulation augmente à des volumes de passage maxi. Il est probable que les niveaux économiquement optimaux seraient caractérisés par des volumes de circulation inférieurs et des conditions acceptables de déplacement où la congestion chronique en accordéon est évitée.

- Les approches "passage maxi" seraient probablement caractérisées par une plus grande incidence de congestion chronique, un manque de fiabilité et des conditions de circulation en accordéon.

En résumé, ayant considéré ces cadres théoriques contradictoires et simplifiés dans le détail, il est clair que les niveaux de circulation en dessous des niveaux "d'équilibre naturel" ou de "passage maxi" sont plus à même de maximaliser le bien-être parce qu'ils tiennent spécifiquement compte des coûts supplémentaires imposés par des niveaux croissants d'utilisation de la route sur les autres usagers.

Cette conclusion offre un soutien théorique aux mesures d'atténuation de la congestion routière, qui :

- Améliorent les répercussions en termes de trafic en exposant les usagers marginaux aux coûts supplémentaires qu'ils imposent sur les autres usagers ; ou autrement.

- Adoptent des dispositions pour réduire les volumes de trafic routier qui sont différentes à celles appliquées aux approches "d'équilibre naturel" ou de "passage maxi".

5.4 Amélioration des approches utilisées pour évaluer la congestion et ses impacts

Dans cette section, nous regarderons les possibilités d'amélioration des premières approches simplifiées d'évaluation de la congestion, afin :

- De mieux saisir la "réalité" de la congestion dans ses aspects opérationnels et économiques.

- D'évaluer la congestion et ses impacts sur les réseaux urbains denses.

- De faire une approche de la notion de temps dans l'évaluation de la congestion.

- D'approcher la valeur de fiabilité de la performance du système dans l'évaluation de la congestion.

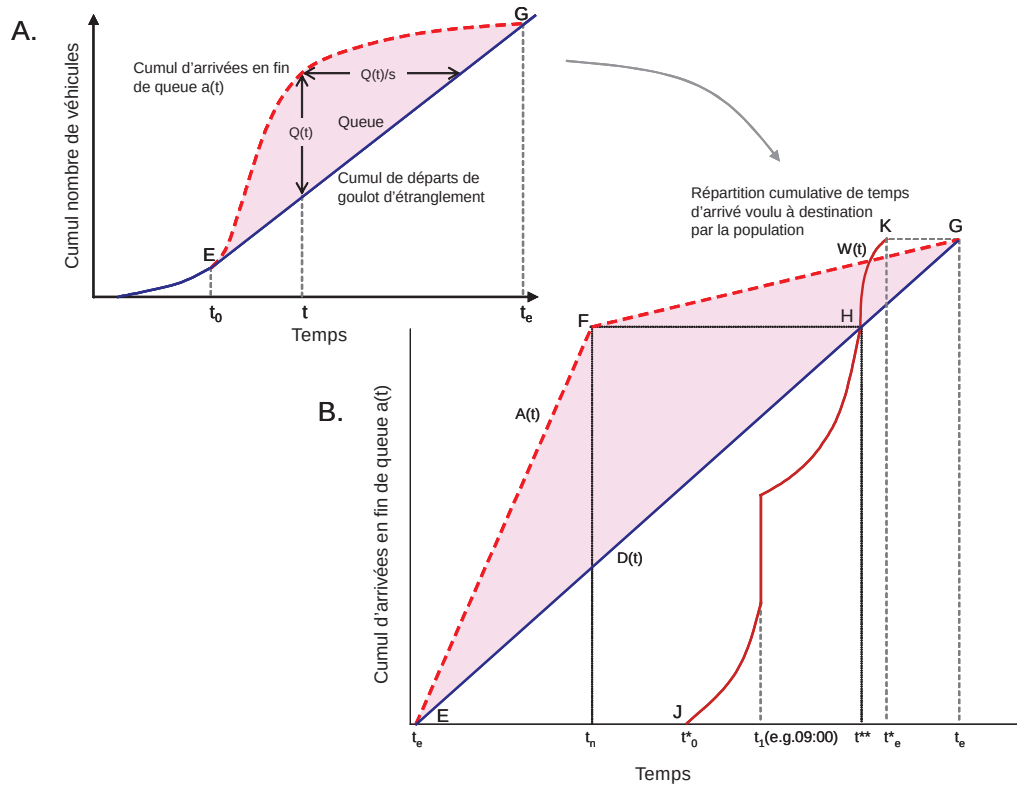
- D'identifier quels autres types d'impacts devraient être inclus dans le processus d'évaluation ?

5.4.1 Au-delà du ratio Vitesse-Flux : Un meilleure moyen d'appréhender les dynamiques spatiale et temporelle de la congestion

Afin de mieux saisir les dynamiques de la congestion, plus particulièrement les effets de formation et de disparition des queues, plusieurs économistes [7] ont essayé de développer des modèles basés sur l'analyse du comportement de la circulation aux goulots d'étranglement.

Des schémas de comptage cumulé – voir Figure 5.6 - sont souvent utilisés pour décrire la formation et la disparition des queues et ceux-ci ont servi à étayer un certain nombre d'estimations de coûts de congestion effectués par des économistes.

Figure 5.6. **Modèle de goulot : Evolution de Queues et le timing d'un déplacement équilibré**



Source : CEMT, 2007.

Comme il est démontré dans la Figure 5.6-A, il est supposé que le trafic avance à une vitesse constante jusqu'au point où le nombre de véhicules qui arrivent au goulot d'étranglement dépasse la capacité physique de la route au goulot (E). A partir du moment où le flux de trafic dépasse ce niveau, il continue à traverser le goulot au taux D(t), mais les véhicules excédentaires forment une queue qui se dissipera uniquement quand A(t) redescend en dessous de D(t). Les coûts de la queue sont représentés par EFG en figure 5.6-B.

Cette approche permet aux analystes de comprendre les impacts et les coûts relatifs pour les usagers qui font des compromis avec leurs différentes heures préférées de départ, bien qu'il soit important de se rappeler que les spécifications du modèle sont lourdement influencées par des points de masse spécifiques (ex : 9:00 arrivée au travail). Dans ce contexte, le modèle est une bonne approche pour la compréhension de certains rapports entre la fiabilité (prévisibilité) des temps de déplacement et les différentes heures de départ.

Les modèles de goulots d'étranglement permettent aux économistes d'évaluer les compromis entre les différentes *heures de départ et les coûts qui y sont associés*. Grâce à ce cadre, ils sont en mesure d'évaluer les coûts relatifs pour les usagers qui partent tôt (et qui passent à travers le ou les goulot(s) d'étranglement avant que la capacité maximale soit dépassée et que les queues se forment), les usagers qui partent à une heure à laquelle ils sont quasiment certains de rencontrer des queues (et subir des coûts liés au retard), et les usagers qui partent après que les queues se soient dissipées, et ceux qui ne partent pas du tout.

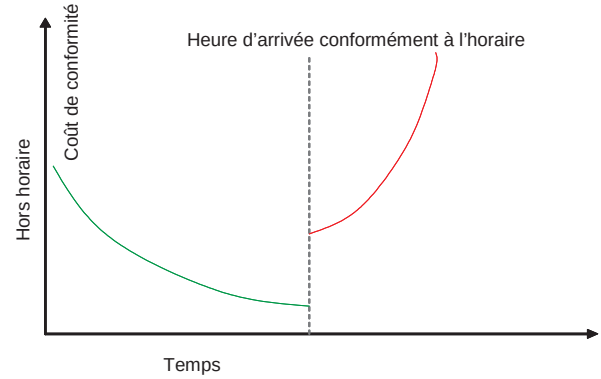
Ce cadre tient également compte de nombre de questions importantes pour les usagers et qui ne sont pas bien perçues dans le cadre simplifié extrait du rapport vitesse-flux. En effet, les modèles de goulots d'étranglement permettent aux analystes de tenir compte des compromis – et de les approfondir – dans les coûts occasionnés si l'on ne se conforme pas au planning en arrivant en avance ou en retard – un point d'une importance fondamentale quand on essaie d'estimer la valeur d'une performance *fiable* du système des transports.

Les dernières études ont démontré que cette dernière n'est pas un élément très important, mais que la non-conformité au planning a été identifié à de nombreuses reprises comme générant un coût important pour l'usager. Ces études ont confirmé ce qui semble intuitivement évident : les usagers attachent une valeur bien plus importante aux arrivées en retard qu'aux arrivées en avance. En effet les arrivées en avance sont normalement et différemment traitées des arrivées en retard dans les modèles de planning, selon les principes du rapport résumé dans la Figure 5.7. Les coûts de déplacement qui peuvent être comptabilisés dans le modèle des goulots d'étranglement comprennent :

- Les coûts fixes contractés par l'usager (carburant et entretien/amortissement du véhicule).
- Les émissions liées aux déplacements dans des conditions de congestion, le coût du "retard" du déplacement à cause des queues (souvent le temps de déplacement en écoulement libre moins le temps de déplacement réel multiplié par un pourcentage du taux de salaire afin de refléter "la valeur du temps").
- Le coût du non-respect de l'horaire (arrivée en avance par rapport à l'arrivée en retard) et le coût de réorganisation du planning occasionné par la première des deux.

Cependant, il est important de noter que, contrairement à ce qui est représenté dans la Figure 5.6, les queues ne sont pas des entités unidimensionnelles – elles occupent de l'espace que les véhicules auraient dû traverser avant d'atteindre le goulot même si le flux était inférieur à s – ex : dans le cas où il n'y avait pas de queue.

Figure 5.7. **Temps de non-conformité à l'horaire : Arrivée en avance par rapport à une arrivée en retard**



Source : CEMT, 2007.

De plus les véhicules qui font la queue continuent à avancer à vitesse réduite. Pour cette raison, lorsqu'on évalue les impacts de la congestion, il est important de ne pas confondre le temps passé à faire la queue avec le retard total (puisque même sans congestion, les véhicules auraient passé un certain temps à parcourir l'espace occupé par la queue) et de tenir compte de la longueur physique de la queue afin de ne pas surestimer les "pertes" de temps de déplacement.

5.4.2. Réseaux routiers urbains avec des routes de liaisons à flux discontinu/intersections à niveau

Dans les zones urbaines, les intersections représentent la contrainte principale pour la capacité de la route et les flux ne se conforment pas directement au rapport vitesse-flux développé ci-dessus. La capacité par file sur les routes ayant des intersections à niveau est normalement en dessous de 1,000 véhicules/heure comparé à près de 2,000 véhicules/heure/voie sur les autoroutes. C'est la coordination de la signalisation et l'interaction entre la vitesse de dégagement de chaque intersection qui détermine la formation et la durée de la congestion. Les jonctions sont souvent différentes dans leur concept et leur capacité de passage. Par exemple, sur des routes où il y a beaucoup de circulation, là où il y a assez d'espace, les routes peuvent être élargies aux intersections afin d'augmenter le nombre de voies à l'intersection et les volumes par voie là où la route se rétrécit après l'intersection. Il est rarement possible de formuler des conclusions générales sur le rapport entre la vitesse et les flux à chaque partie du carrefour. Il faut des modèles qui contiennent des informations détaillées sur le passage à chaque carrefour et l'interaction entre les carrefours. Parmi les modèles d'affectation de congestion, on peut trouver AIMSUN, VISUM, CONTRAM et SATURN.

Les ingénieurs de la circulation routière dans beaucoup d'agglomérations congestionnées ont mis en place des modèles d'affectation de la congestion afin d'aider à la mise en œuvre de politiques telles que le réaménagement des carrefours et des feux et une meilleure gestion de la circulation. Un grand nombre de ces modèles peuvent fonctionner conjointement avec un modèle d'évaluation économique afin de déterminer si les bienfaits d'une meilleure gestion en termes d'économies de temps et de réduction de la congestion l'emportent sur les coûts.

Lorsqu'ils sont combinés, par exemple, avec des modèles de réaction des usagers au paiement de charges, y compris les effets sur le choix de mode, de destination et de temps de déplacement, de tels modèles peuvent être utilisés dans la conception d'un système de taxation de la congestion urbaine. Ils ont le même but que la courbe vitesse-flux, bien qu'ils soient considérablement plus complexes en ce qui concerne les données dont ils ont besoin et leur fonction. Les charges sont optimisées grâce à des itérations répétées du modèle et à l'examen du rapport entre les variations dans les avantages pour les usagers et les variations dans le planning et le niveau des charges imposées.

5.4.3 La saisie de la valeur des temps de déplacement : Il est temps

L'écrasante majorité des avantages attendus des actions d'atténuation de la congestion est constitué par les réductions prévisibles des temps de déplacement.

Comme nous l'avons vu ci-dessus, les "économies" prévisibles des temps de déplacement qui proviennent de mesures d'atténuation de la congestion sont multipliées par le taux de salaire (ou par une partie de celui-ci) afin d'obtenir la totalité des avantages prévus par le dispositif. Ensuite, ceux-ci sont comparés aux coûts du dispositif afin de déterminer si celui-ci produit un bénéfice net pour la communauté.

La saisie et le calcul de la valeur du temps pour mieux orienter les politiques de transport a été le point central de beaucoup de recherches dans l'économie des transports – ce n'est pas le but de cette section de parcourir tous les aspects concernés, mais plutôt d'en retirer trois sujets en particulier qui sont pertinents en ce qui concerne les politiques de régulation de la congestion :

- L'hétérogénéité des valeurs de temps attribuées par les usagers.
- La capacité d'utilisation de petites économies en temps de déplacement.
- La productivité des temps de déplacement.

5.4.3.1. L'hétérogénéité des valeurs de temps attribuées par les usagers

Les usagers forment un mélange hétérogène de particuliers et de professionnels se déplaçant pour différentes raisons et à des heures différentes de la journée. En tant que tels, les économistes des transports reconnaissent qu'il faut tenir compte de différentes valeurs pour l'usage du temps dans l'évaluation des bienfaits prévus par les actions d'atténuation de la congestion.

Un élément à garder à l'esprit est la différence qu'il y a entre les particuliers qui se déplacent pour aller au travail (ou pour des raisons de loisirs) et les particuliers qui se déplacent dans leur métier (y compris les transporteurs de fret). Normalement, les différentes valeurs sont estimées au moyen de sondages et d'analyses et sont imputées ensuite en fonction de l'objet du déplacement. Les déplacements pour affaires reçoivent généralement une valeur plus élevée que le temps passé à aller au travail, ce dernier type de déplacement étant considéré comme voyages privés.

Par ailleurs les valeurs de temps déduites des taux réels de rémunération horaire des occupants des voitures en circulation peuvent varier pour des raisons géographiques ou temporelles. De ce point de vue, les taux moyens de rémunération horaire des personnes travaillant dans une zone d'affaires centrale seront vraisemblablement plus élevés que ceux des personnes travaillant dans des lieux décentralisés. Les taux moyens de rémunération horaire des personnes qui conduisent pendant les périodes hors-pointe peuvent être inférieurs à ceux des personnes qui conduisent aux heures de pointe. Les valeurs de temps estimées comme une proportion des taux moyens de rémunération horaire continueront à refléter ces différences.

Parfois, ces différences peuvent avoir des répercussions importantes sur la politique anti-congestion. Par exemple, dans les régions où il est habituel de programmer les livraisons de fret dans des fenêtres de temps spécifiques, la fiabilité du système des transports peut avoir une valeur bien plus grande que les économies de temps de déplacement *per* se pour les transporteurs de fret, puisque les livraisons en avance ou en retard doivent être reprogrammées pour une livraison au moins 24 heures plus tard, dans le prochain créneau de livraison disponible.

5.4.3.2 La capacité d'utilisation des petites économies des temps de déplacement.

La question de savoir si oui ou non les usagers de la route attachent différentes valeurs aux économies de temps de déplacement en fonction de leur taille est sujette à la controverse. C'est une question importante dans les politiques de régulation de la congestion, puisque dans beaucoup de projets la totalité des économies de temps prévues est souvent composée de la somme totale d'un grand nombre de petites unités de temps. Ensuite, ce total est utilisé pour comparer les différents projets entre eux sans forcément se référer à la taille ou la capacité d'utilisation des petites économies individuelles de temps de déplacement.

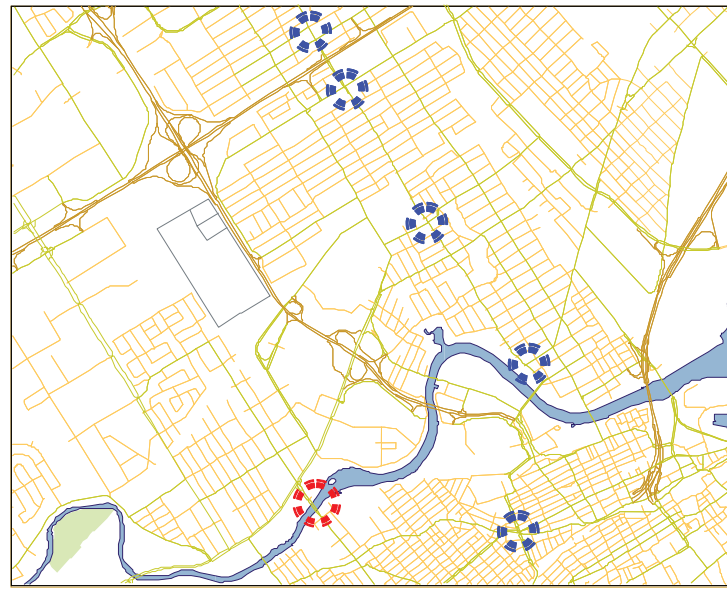
La Figure 5.8 illustre comment deux projets de la même valeur peuvent être évalués sur la base des "économies" de temps globales. Dans le projet A, les "économies" de temps prévues de 10 000 minutes par jour sont converties dans un bénéfice projet de 400 000 € par an. Dans le projet B, les "économies" de temps prévues de 7 500 minutes par jour sont converties dans un bénéfice projet de 300 000 € par an.

Tout naturellement, toutes autres considérations mises à part, le projet A serait l'option préférée puisqu'il offre un meilleur rapport avantages-coût. Cependant, quand on regarde les temps désagrégés, vécus par les usagers, on voit que le projet B offre à chaque usager du pont congestionné une économie très tangible de 15 minutes, même si c'est pour un nombre global inférieur d'usagers – tandis que le projet A offre seulement un bénéfice de 30 secondes par jour à chaque usager du parcours (pour un plus grand nombre d'usagers).

Dans ce cas, il semblerait que le projet B offrirait une atténuation de la congestion beaucoup plus perceptible que le projet A.

Intuitivement, avec les projets alternatifs identifiés dans la Figure 5.8, on peut comprendre que les petites économies en temps de déplacement (surtout celles de moins de 3-5 minutes) ne sont peut-être pas facilement reconnaissables par les usagers entourées d'un fond de variabilité quotidienne dans les temps de déplacement, tandis que les grandes économies sont perçues et estimées par un nombre inférieur d'usagers.

Figure 5.8. **Avantages-coûts et les petites économies contre les grandes économies de temps de déplacement**



Projet A
20 000 véhicules/jour
économisent 30 secondes
chacun à VOT = 7€/h
Bénéfice annuel 4 M€

Projet B
500 véhicules/jour
économisent 15 minutes
chacun à VOT = 7€/h
Bénéfice annuel 3 M€

Source : CEMT, 2007.

Cependant, beaucoup d'analystes ont fait remarquer que ce n'est par parce que les économies sont perçues avec difficulté, qu'elles sont moins réelles pour autant – en effet, les améliorations de sécurité routière sont effectuées systématiquement à base de petits changements au risque potentiel. De plus, les changements de temps de déplacement se cumulent dans le temps [8].

Tout en admettant qu'il puisse être délicat pour les usagers d'utiliser les petites économies de temps de déplacement, compte tenu des autres restrictions d'horaire aux quelles ils sont soumis, si celles-ci sont constantes dans leur durée sur une période prolongée, les usagers pourraient bien modifier leurs horaires afin de profiter de ces petites économies de temps. L'information concernant la constance est importante parce que, si les petites économies de temps de déplacement ne peuvent être utilisées qu'avec difficulté, il est probable que cela soit dû à leur imprévisibilité – ou du moins au fait qu'elles soient "cachées" par les variations quotidiennes dans les temps de déplacement.

En effet, la question de savoir si oui ou non les petites "économies" de temps de déplacement devraient être estimées de cette manière est autant une question d'échelle de temps que de contexte. Elles peuvent être pertinentes dans les politiques qui cherchent à offrir des avantages à court terme, qui soient perceptibles aux usagers – si ceci est l'objet de la politique de régulation de congestion en question. Elles peuvent être valorisées de la même manière que les "économies" de temps composées d'unités plus grandes, si la performance du système des transports est relativement prévisible et fiable. Inversement, une valeur peut être accordée au temps "économisé" par de petites unités qui est inférieure à celle accordée au temps économisé dans de grandes unités, lorsque la performance du système des transports est peu fiable et imprévisible [9] – ce qui est certainement le cas dans beaucoup de zones congestionnées.

Un autre sujet de réflexion concernant la valeur relative des petites unités de temps par rapport aux grandes est constitué par l'impact de celles-ci dans l'évaluation de petits projets d'atténuation de la congestion par rapport aux grands projets. Une prise de position qui valorise les économies de temps de déplacements de manière constante, sans tenir compte des différences de taille des unités peut aboutir à une situation où les grands projets offrant de grandes économies de temps en petites unités sont choisis systématiquement par rapport à un ensemble de petits projets qui offrent moins d'économies globales de temps mais dans des unités de taille plus conséquentes, ex : le cas cité dans la Figure 5.8.

Sur un niveau pratique, les différents pays ont traité la question de la valeur des petites économies de temps de manière différente. Beaucoup d'autorités publiques utilisent la totalité des économies identifiées. Certaines rejettent des estimations d'économies totales provenant d'économies individuelles inférieures à 3-5 minutes par déplacement.

Dans le Royaume Uni, par exemple, on a pris la position d'affecter une valeur constante aux "économies" de temps de déplacement, indépendamment de la taille de l'unité de temps économisé. Toutes choses égales par ailleurs, la valeur d'une économie de 15 minutes pour un voyageur est égale à une valeur d'économie de 30 secondes chacune pour 30 voyageurs.

Cependant le Canada, dans son "Guide de l'analyse avantages-coûts" nuance cette position en recommandant un traitement légèrement différent pour des petites économies de temps :

> *… en isolant toutes économies de temps de déplacement (peut-être de façon cumulée) de moins de cinq minutes par déplacement simple comme étant "petites" et demandant donc un traitement spécial par la direction. Sur cette base, la valeur de petites économies de temps (PET) doit être clairement identifiée, mais non-incluse dans le calcul de la valeur actuelle nette (VAN). A la place, la valeur des PET doit figurer séparément … donnant ainsi la possibilité à la direction de gérer ces effets comme bon lui semble. La valeur des PET doit s'accompagner d'un explicatif donnant tous les éléments considérés comme pertinents pour l'évaluation par la direction du poids à accorder à cette catégorie d'avantages (ex : la probabilité de combinabilité avec d'autres PET en dehors du projet, ou l'économie moyenne de temps affectée par déplacement simple)* [10].

5.4.3.3. La productivité des temps de déplacement

Il y a deux types de déplacements concernés quand on prend en considération la notion de productivité du temps de déplacement. Il y a la productivité du déplacement entrepris dans le contexte d'une activité économique rémunérée (ex : le travail ou le transport de fret) et la productivité du déplacement entrepris dans un contexte de déplacement personnel non-rémunéré. Bien que les deux soient souvent liées, surtout aux heures de pointe (où les employés voyagent dans leur "temps personnel" vers une activité rémunérée, à savoir leur travail), nous nous concentrerons sur la productivité relative et la valeur des déplacements

"personnels" dans cette section, puisqu'il est relativement plus facile à calculer la productivité des déplacements professionnels/livraison de fret, étant donné que les coûts et les prix pour ce type de déplacement sont annoncés clairement sur le marché.

Les valeurs individuelles de temps consommé par les déplacements sont supposées être moins productives que les temps de travail, voir totalement improductives. Ceci explique la position considérant les retards dans les temps de déplacements (au-delà des vitesses à écoulement libre) comme des "pertes" de productivité à récupérer d'une certaine manière en raccourcissant les temps de déplacement et en les convertissant vers une utilisation du temps plus productive. En effet, la notion que les "économies" de temps de déplacement convertissent les temps non-productifs en temps productifs est sous-jacente dans beaucoup d'évaluations gouvernementales des projets de transports.

Les gouvernements nationaux et régionaux sont susceptibles de s'intéresser plus particulièrement à cet aspect, car ils doivent s'assurer que la congestion routière n'a pas d'impact adverse sur l'économie nationale ou régionale ou sur de potentielles améliorations de productivité.

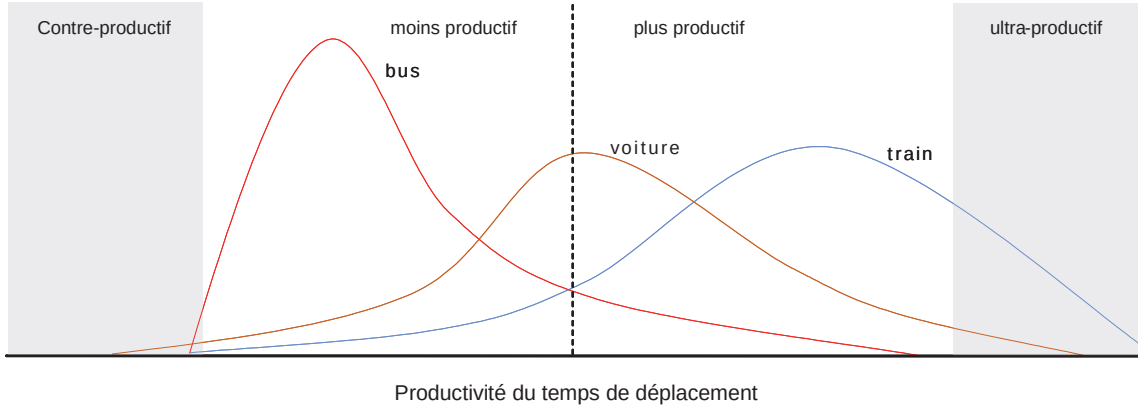
Cependant, tandis que beaucoup de voyageurs peuvent trouver que les temps de déplacement sont improductifs, surtout quand ils se prolongent de manière inattendue, ce n'est pas du tout évident que la durée totale des déplacements soit aussi improductive – ou si peu valorisée par les usagers de la route – qu'on l'a souvent supposé dans le passé.

Par exemple, les travaux entrepris par nombre de chercheursiv ont souligné l'existence d'un groupe non-négligeable de voyageurs qui, pour diverses raisons, valorisent leur temps de déplacement positivement – ou, du moins, pas si négativement qu'on l'a supposé dans le passé. Les raisons sont nombreuses, mais tournent autour du fait que le temps des déplacements est de plus en plus utilisé de manière plus productive (du point de vue du voyageur) que dans le passé. Des activités personnellement enrichissantes ou productives du point de vue professionnel peuvent inclure l'écoute de la radio (voir la popularité des émissions radio lors des heures de déplacement matinal), l'écoute de la musique, la préparation mentale du travail, la toilette, la lecture, la fréquentation d'autres personnes, la communication par téléphone ou e-mail ou même du travail productif sur un ordinateur portable. Bien entendu, on ne peut pas entreprendre toutes ces activités quand on est dans une voiture.

Certains chercheurs, ex : Lyons et Urry, soutiennent l'hypothèse que la productivité relative des temps de déplacement peut-être évaluée en fonction du mode de transport à travers différents degrés de productivité, depuis un temps de déplacement contre-productif (l'utilisation du temps qui n'apporte aucun avantage en lui-même et qui a même un effet négatif comme par exemple, le stress) jusqu'à un temps de déplacement ultra-productif (où le déplacement apporte plus de bénéfices que si le temps avait été utilisé autrement) (cf. Figure 5.9).

Si elle est confirmée par d'autres travaux empiriques, cette hypothèse, pourrait avoir des répercussions importantes sur les politiques de régulation de la congestion, car elle possède le potentiel de réduire considérablement les bienfaits prévus liés à la valeur du temps qui font partie de certaines dispositions de régulation de la congestion. Cette hypothèse souligne également l'importance d'incorporer une forme d'analyse économique (ex : analyse coûts-avantages) dans le développement des politiques de régulation de la congestion. Ce type d'approche permet la comparaison des avantages tirés des déplacements (même dans des conditions de congestion) avec les désavantages imposés par la congestion, afin de déterminer les niveaux "optimaux" de congestion.

Figure 5.9. **Illustration de la fréquence de distribution de la productivité des temps de déplacement par mode : déplacements de passagers**



Source : Lyons, G. et Urry, J. (2005).

5.4.4. La fiabilité des temps de déplacements et sa valeur

Par le passé, le but principal de beaucoup de politiques et approches traditionnelles à la régulation de la congestion a été de réduire voire totalement éliminer la congestion afin d'éliminer les "pertes" dans les temps de déplacement qui avaient lieu quand les vitesses du déplacement descendaient en dessous d'une vitesse de seuil (souvent les limites de vitesses ou des vitesses trouvées en conditions de circulation fluide). Tout naturellement, de tels buts nous ont amené à nous focaliser sur la performance du système mesurée sous la forme de *vitesses moyennes de déplacement*.

Cependant, comme nous l'avons vu dans le Chapitre 1, il est loin d'être certain que les usagers soient uniquement concentrés sur les vitesses de déplacement quand ils jugent la qualité et la performance des réseaux de transports. Des vitesses plus élevées sont systématiquement appréciées par les usagers de la route mais la *qualité* de l'environnement du déplacement – surtout la *prévisibilité* des temps de déplacement – est estimée comme étant aussi importante, sinon plus.

La *fiabilité* des systèmes de transport est apparue comme étant une zone où les autorités peuvent traiter les attentes des usagers sur les déplacements routiers de manière utile et à un coût abordable - et où il est important qu'elles le fassent. Ceci est particulièrement vrai, compte tenu de la montée des niveaux de congestion, la fiabilité des déplacements risque de devenir un élément plus important que la vitesse même des déplacements – qui sont, de toute manière, relativement lentes dans les grandes agglomérations.

De plus, lorsqu'ils sont en train d'envisager des mesures de régulation de la congestion, les opérateurs de réseau ont tout intérêt à examiner la rentabilité des politiques ciblant la fiabilité des temps de déplacement. Comme le dit R. Noland :

> *En général, les décisionnaires se sont focalisés sur la réduction des temps moyens de déplacement afin d'avantager les usagers et la société en général. Ceci a abouti à des augmentations de capacité sur les routes existantes, ce qui peut être une démarche extrêmement onéreuse surtout dans les agglomérations congestionnées. Les augmentations de capacité ont tendance à ne pas réduire les niveaux de pointe de la congestion, bien qu'ils permettent aux usagers de bénéficier d'une réduction des retards par rapport à leurs horaires. Si les augmentations de capacité routière réussissent également à réduire la variabilité des temps de déplacement, et, par conséquent,*

l'incertitude, les avantages que ces augmentations de capacité fourniront peuvent être bien plus élevés que ceux apportés uniquement par une réduction de temps de déplacement. Cependant, d'autres politiques destinées à réduire les variations de temps de déplacement peuvent s'avérer considérablement moins coûteuses que l'augmentation de la capacité des routes, bien moins sujettes à la controverse et moins néfastes pour l'environnement local. Par exemple, l'amélioration des niveaux de détection des incidents susceptibles de bloquer la capacité routière, peut-être grâce à la surveillance électronique, et l'élimination rapide de ces incidents peut réduire les variations de temps de déplacement de manière significative. [12]

L'impact d'un manque de prévisibilité des temps de déplacement se ressent a priori à travers son impact sur les *budgets des temps de déplacement* des usagers. Ceux-ci sont largement conditionnés par les contraintes d'horaire imposées par leurs activités quotidiennes. Tout en admettant un moindre impact sur les déplacements de loisirs, où les contraintes d'horaires sont peut-être moins exigeantes, cet impact est réel pour les déplacements domicile-travail (conditionnés par la journée de travail), les transports de fret (conditionnés par des contraintes de travail et les horaires disponibles de livraison) et les voyages professionnels. Etant donné que l'analyse économique de la congestion démontre qu'en beaucoup de circonstances, le niveau optimal de circulation sur les routes peut comporter une partie du déplacement dans des conditions de congestion, avec la circulation en accordéon, quelles sont les solutions en matière de *qualité* du déplacement sur une route, exprimée sous la forme de la prévisibilité et de la fiabilité des conditions de circulation ?

L'impact négatif de l'imprévisibilité des temps de déplacement provient du fait que les usagers soient obligés d'ajouter des délais tampons à leurs horaires de déplacement afin de garantir, même dans les plus mauvaises conditions de circulation, (ou du moins pour un pourcentage acceptable de leurs déplacements), qu'ils arriveront à leurs destinations à l'heure voulue. Ce comportement relève intuitivement du bon sens et il a été observé dans un bon nombre d'études empiriques sur le comportement de voyage [13]. Cependant, parce que les voyageurs sont incapables de prédire quand leurs déplacements seront plus courts que leurs délais tampons - et, par conséquent, ne peuvent pas les planifier – les "économies" de temps réalisées sont difficiles à transformer en temps productif et/ou utilisable (avec l'exigence de la productivité relative du temps de déplacement résumée dans la Section 5.4.3.3).

Méthodes d'évaluation de la fiabilité des temps de déplacement

Une approche "moyenne contre variance". Le manque de fiabilité est mesuré comme un écart type dans la distribution des temps de déplacement. Les données nécessaires pour évaluer cet écart type peuvent être obtenues en incluant la représentation de la variance et le temps moyen de déplacement comme attributs dans une étude de préférences déclarées.

Une fonction d'utilité est spécifiée, qui comprend la durée moyenne de déplacement de même que la variance (ou l'écart type) dans la durée du déplacement. Les paramètres des deux variables sont estimés, normalement à partir de données à base de préférences déclarées. Dans les entretiens de préférences déclarées, on ne montre pas aux personnes interrogées la variance des temps de déplacement en tant que telle, parce que ce concept est reconnu comme étant trop difficile à saisir pour un grand nombre de personnes. A la place, en plus du temps de déplacement moyen, et éventuellement des coûts du déplacement, chaque alternatif de choix contient comme attribut, un ensemble de 5-15 durées de déplacement possibles (parfois représentées sous forme de graphique). Le temps moyen de déplacement et la variation du temps de déplacement présentés dans l'étude de préférences déclarées peuvent être formulés pour qu'ils ne soient que peu ou pas du tout en corrélation entre différentes

observations. Parce que les deux attributs sont présentés aux personnes interrogées dans l'étude de préférences déclarées, qu'ils varient de manière plus ou moins indépendante l'un par rapport à l'autre, il n'y aura pas de double comptage, quand les temps de déplacement et les gains de fiabilité sont inclus dans une analyse coûts-avantages utilisant des valeurs qui proviennent de la même étude de préférences déclarées pour les deux cas.

A partir du modèle estimé de cette manière, il est possible de calculer le ratio du coefficient de l'écart type par rapport au coefficient du temps moyen de déplacement. Celui-ci donne la désutilité d'un écart type du temps de voyage en termes de minutes de temps moyen de déplacement. Une valeur monétaire du manque de fiabilité peut être déduite en le combinant avec un temps de valeur-de-travail (ou directement, si le coût du voyage se trouve également dans la fonction d'utilité). Pour appliquer ces résultats dans les analyses coûts-avantages pratiques dans les projets de transport, il faut non seulement prévoir les changements de temps moyens de déplacement occasionnés par le projet, mais aussi le changement de l'écart type de temps de déplacement.

Percentiles de la distribution des temps de déplacement. Le manque de fiabilité est mesuré comme étant l'écart entre le 80ème ou 90ème percentile de la distribution des temps de déplacement et le 50ème percentile (ou percentile médiane). Encore une fois l'évaluation peut se déduire à partir d'expériences de préférences déclarées parmi les voyageurs.

Cette méthode est étroitement liée à l'approche "moyenne contre variance". Le manque de fiabilité est mesuré et valorisé comme étant le 90ème percentile de la distribution des temps de déplacement moins la médiane (ou le 80ème percentile moins la médiane). Le côté gauche de la densité de temps de déplacement (plus court que les temps de déplacement moyens) n'est pas utilisé, étant considéré comme ayant peu de valeur pour les voyageurs. Le 80ème ou 90ème percentile indique un retard considérable, mais les durées de déplacements les plus longues ne sont prises en compte, car elles sont considérées comme étant des cas déviants. Pour obtenir une valeur pour le manque de fiabilité mesurée de cette manière, il faut faire des estimations de modèles de préférences déclarées, de préférences révélées ou des données combinées des préférences déclarées/révélées, dans lesquelles le temps de déplacement et la mesure de manque de fiabilité sont des variables séparées. Encore une fois, l'utilisation des deux valeurs dans une analyse coûts-avantages n'occasionnera pas de double comptage.

Modèles de programmation d'horaires. Le manque de fiabilité est mesuré comme étant le nombre de minutes de retard ou d'avance sur l'heure d'arrivée ou de départ préférée (retard de programme). Il peut également être proposé comme attribut dans une expérience de préférences déclarées, avec d'autres attributs du type durée du déplacement et coûts de voyage. Ces modèles sont basés sur les travaux de Vickrey (1969) et Small (1982). Les valeurs monétaires obtenues en cas d'avance ou de retard sont très difficiles à appliquer dans un cadre d'analyse coûts-avantages, car dans cette analyse il n'y a pas de lien avec le choix d'horaire du déplacement (il n'y a pas de référence à l'heure, uniquement à la durée des déplacements) et les heures préférées d'arrivée restent inconnues.

Source : de Warffemius, P. (2005).

Cependant, pour que la variabilité des temps de déplacement puisse être ciblée efficacement et prise en compte dans les politiques de régulation de la congestion, elle doit être *mesurée*, et, du moins dans la perspective de déterminer quel niveau de variabilité est acceptable aux usagers, on doit lui *imputer une valeur* utilisable dans les exercices coûts-avantages.

Comme nous l'avons vu dans le premier chapitre, il n'existe pas de système de mesure type de la fiabilité comme pour la valeur du temps. La raison principale de cette lacune est que la définition – la mesure – de la fiabilité diffère considérablement à travers les régions et les pays ... dans les rares cas où elle a été définie ou mesurée. De plus, certains chercheurs ont essayé de définir la valeur de la fiabilité à travers diverses méthodes, qui aboutissent à des résultats difficilement comparables (ex : certains essayant de reproduire explicitement la valeur de la fiabilité, d'autres de spécifier la valeur du retard par rapport à l'horaire et d'autres encore de reproduire la valeur des coûts généraux de programmation – voir l'encadré pour quelques exemples des méthodes utilisées).

Une étude qui a essayé de reproduire la valeur de la fiabilité pour les voyageurs le long d'un axe spécifique dans le sud de la Californie a découvert que la valeur de la fiabilité était constamment plus élevée que la valeur du temps de déplacement. Le Tableau 5.1 ci-dessous offre un résumé de ces conclusions.

Table 5.1. **Valeur de temps de déplacement et valeur de fiabilité**

Tranche de revenus de ménage	**Valeur de temps de déplacement**	
	$/heure	**$/minute**
15 000	2.64	0.04
35 000	3.99	0.07
75 000	5.34	0.09
95 000	6.70	0.11
Au-dessus de 95 000	8.05	0.13
Valeur de temps de déplacement pour un déplacement de longueur moyenne et revenus de ménage médians = $5.30/heure		
Type de déplacement et revenu	**Valeur de fiabilité**	
	$/heure d'écart type	**$/minute d'écart type**
Déplacement pro. tranches basses	13.20	0.22
Déplacement pro. tranches plus hautes	15.60	0.26
Déplacement non-pro. tranches basses	10.20	0.17
Déplacement non-pro. tranches plus hautes	12.60	0.21
Valeur de fiabilité pour un déplacement de longueur moyenne et revenus de ménage médians = $12.60/heure d'écart type		
Source : Small et al, 1999.		

Des études ultérieures aux Etats Unis ont été plus nuancées, en partie à cause de la difficulté de tenir compte de manière adéquate de l'hétérogénéité des valeurs des usagers pour les économies de temps et de la fiabilité, et ensuite d'isoler leurs impacts.

Une étude complémentaire par Small et Al a révélé que la fiabilité sur l'axe SR 91 dans le sud de la Californie (mesurée comme étant la différence entre le 90ème et 50ème percentile des temps de déplacement) était évaluée à environ 95-140% du temps médian de déplacement, en fonction de la mesure de la performance de base [14]. Un autre examen des ratios de fiabilité de déplacement/temps de déplacement a estimé que la valeur de 1.3 était un chiffre plausible [15] – une conclusion en contraste avec l'estimation d'une enquête par panel menée aux Pays Bas, qui a proposé un chiffre plus modéré en ce qui concerne la valeur de la fiabilité (exprimée en minutes d'écart type) à seulement 80% de la valeur du temps de déplacement – tout en reconnaissant que des valeurs supérieures de fiabilité pourraient se justifier dans certains cas. [16]

Dans la région Ile de France de la France, une enquête menée en l'an 2000 a conclu que, tandis que les valeurs moyenne de temps pourraient être estimées à environ €12.96/heure, les valeurs de temps pour les arrivées en avance ou en retard (donc un substitut pour la valeur de la fiabilité) étaient respectivement de €8.61/heure et €30.22/heure – donc la valeur de la fiabilité (mesurée contre les retards d'arrivée) peut être considérée comme étant plus du double de la valeur du temps de déplacement. [17]

Une récente expérience de choix déclarés sur la valeur du temps et de la fiabilité parmi un échantillon de banlieusards hollandais confrontés à la congestion a révélé que la valeur de la fiabilité, exprimée "par procuration" comme une valeur monétaire du non-respect de l'horaire (pour les arrivées en avance et en retard) est souvent considérée comme étant plus élevée que la valeur du temps de déplacement, surtout pour les déplacements les plus courts et les revenus plus modestes, comme le confirme le Tableau 5.2 ci-dessous. Cette conclusion reste valable pour les arrivées en avance *et* les arrivées en retard, bien que ces dernières soient habituellement estimées comme étant plus coûteuses aux usagers.

Tableau 5.2. **Valeur du temps de déplacement et de la variabilité : banlieusards hollandais face à la congestion**

	VdT* (euro/heure)	VNRH-A** (euro/heure)	VNRH-A/VdT	VNRH*** (euro/heure)	VNRH-R/VdT
Longueur de déplacement					
30km ou moins	6.31	14.82	2.35	19.80	3.14
Entre 30-60km	6.20	9.47	1.53	11.23	1.81
60km ou plus	10.78	11.18	1.04	9.18	0.85
Revenus (ménage/an)					
28 500 ou moins	4.88	14.29	2.93	18.74	3.84
28 500 à 45 000	6.08	11.30	1.86	16.79	2.76
45 000 à 68 000	12.31	9.75	0.79	10.56	0.86
68 000 ou plus	10.10	12.41	1.23	12.02	1.19

*VdT = Valeur du temps.

**VNRH-A = Valeur de non-respect d'horaire – arrivée en avance.

***VNRH-R = Valeur de non-respect d'horaire – arrivée en retard.

Source : Tseng, Y-Y., Ubbels, B. et Verhoef, E. (2005), "Value of Time, Schedule Delay and Reliability: Estimation Results of a Stated Choice Experiment Among Dutch Commuters Facing Congestion".

Il est également intéressant d'observer la conclusion, reprise dans d'autres études [18], que les valeurs de temps et de fiabilité semblent diminuer au fur et à mesure que les distances augmentent. Ceci est éventuellement expliqué par une auto-sélection des voyageurs dans laquelle les grands banlieusards (déplacements plus longs) ont des valorisations inférieures de leur temps ou bien sont disposés à tolérer des déplacements plus longs et/ou un manque accru de fiabilité en échange d'autres agréments telles que les dépenses de logement plus basses. Un autre élément à prendre en compte est la variabilité comme une fonction de base du temps de déplacement. Une augmentation de 10 minutes sur un déplacement de 10 minutes est probablement considérée comme étant plus critique que 10 minutes supplémentaires sur un déplacement de 50 minutes.

De même, les entreprises tiennent la fiabilité en haute estime – surtout parce qu'elles sont confrontées aux contraintes logistiques imposées par le temps qui peuvent être sérieusement perturbées par un manque de fiabilité dans les déplacements. Par exemple, une étude portant sur la valeur imputée à la variabilité des temps de déplacement par un groupe de managers britanniques a découvert qu'en moyenne, ces managers seraient disposés à payer € 1.26 par minute et par déplacement afin de réduire la variabilité des temps de déplacement [19].

Tableau 5.3. **Valeur des coûts de temps de déplacement/coûts d'exploitation contre les coûts des retard dans le secteur industriel**

Industrie/Produit livré	Coût/heure/utilisateur (Valeur du temps + coût d'exploitation)	Coûts de fiabilité		Valeur de chargement
		par min	par heure	
Agriculture	$25.07	$7.00	$420.00	$16 764.55
Exploitation minière	$25.04	$0.83	$49.80	$5 469.32
Fabrication	$25.66	$11.20	$672.00	$34 681.55

Source : Weisbrod, G., Vary, D. et Treyz, G. (2003), "Measuring the Economic Costs of Urban Traffic Congestion to Business".

Une autre étude [20] menée dans les US sur l'évaluation des coûts de la congestion pour les professionnels a calculé les coûts directs composés pour l'utilisateur (valeur de temps et coûts d'exploitation) et les coûts de fiabilité pour les déplacements de poids lourds par origine/destination à Chicago (1669 zones) et Philadelphie (1510 zones). Le Tableau 5.3 montre les valeurs composées trouvées dans le secteur industriel, de même qu'une valeur composée d'expédition pour information. Encore une fois, l'importance de la fiabilité est évidente.

5.4.5 Quels autres types d'impacts sont à inclure dans le processus d'évaluation ? Les impacts indirects de la congestion

Tandis que beaucoup de politiques de transport considèrent que la congestion est un phénomène purement interne au secteur des transports, il y a un grand nombre d'impacts – impacts externes – qui ne concernent pas les transports. Par conséquent, les impacts de la congestion sur les personnes autres que les usagers de la route (passagers, conducteurs, ou personnes menant une activité professionnelle) sont à incorporer dans l'évaluation des impacts de la congestion et dans le développement des stratégies de régulation de cette congestion.

Du point de vue politique, stratégique et analytique, il est important de comprendre qui subit les impacts de la congestion – et à quel point.

Les inquiétudes du public vis-à-vis de la congestion sont exprimées souvent en termes de temps de déplacement et les contraintes qui en résultent dans leurs activités quotidiennes. Les entreprises expriment souvent leurs inquiétudes vis-à-vis des pertes de productivité et des impacts sur leurs coûts et la fiabilité de livraison. Un des problèmes de base dans la définition de ces impacts provient de la nécessité de tenir compte du fardeau *marginal* imposé par la congestion au-delà ce qui est considéré comme étant un niveau de trafic "normal" ou "acceptable". Cependant, il est probable que les coûts de la congestion continueront à monter dans les 10 – 15 années à venir et, par conséquent, l'impact relatif sur les non-usagers de la route risque également d'augmenter.

Les coûts des ressources associées à la congestion et les impacts environnementaux marginaux au-delà des modèles de trafic "normaux" connaissent également le problème de la définition de "seuils" de

congestion appropriés. Par exemple, afin d'évaluer les politiques de régulation de la congestion, la pollution acoustique est à prendre en considération uniquement pour la partie qui correspond à la différence entre les conditions normales de conduite et les conditions de conduite dans les cas de congestion.

Cependant, -- comme nous l'avons vu ci-dessus – tandis que les mesures physiques de vitesse, flux et charge peuvent être considérées objectivement, le coût aux particuliers et aux entreprises et le *"fardeau"* de la congestion résultent largement de valeurs subjectives imputées aux impacts de la congestion les concernant, c'est-à-dire au temps de déplacement et à la fiabilité.

En général il y a ceux et celles qui sont *impliqués directement* dans le flux de circulation et ceux qui sont *exposés indirectement* aux conséquences de la congestion. Les membres de la première catégorie, comprenant aussi bien les entreprises que les particuliers, sont aisément identifiables. Le deuxième groupe comprend tous les autres usagers de la route ou de la rue (la route est considéré ici comme étant l'espace physique dans la ville dans toutes ses aspects : chaussées, trottoirs, bâtiments avoisinants, etc.) de même que toute personne ou entreprise subissant les impacts des retards et du non-respect des horaires déclenchés par la congestion, et plus particulièrement ceux menant des activités commerciales et ceux fournissant des services critiques en termes de temps (police, ambulance et pompiers).

L'étendue des impacts de la congestion, subis directement et indirectement est résumée dans le Tableau 5.3, qui fournit également certaines évaluations qualitatives de ces impacts.

Le Tableau 5.3 résume qualitativement "qui subit tel impact de la congestion et à quel point". Dans ce contexte, les personnes impactées sont de deux catégories, celles qui sont dans le flux et celles qui sont en dehors du flux – ce qui revient à faire la séparation entre les personnes directement touchées et celles qui sont indirectement touchées.

Les sections suivantes examineront 5 des catégories principales des impacts indirects de la congestion avec un regard qui fait la distinction entre les impacts imputables aux voyages en général et ceux imputables aux voyages dans les conditions de congestion. Les cinq catégories d'impact sont :

- *Les impacts de la congestion relatifs à la qualité de l'environnement et à l'utilisation des ressources.*
- *Les impacts de la congestion relatifs au stress et à la sécurité routière.*
- *Les impacts de la congestion sur la productivité régionale.*
- *Les impacts de la congestion sur la productivité des entreprises.*
- *Les impacts de la congestion sur les horaires des ménages.*

5.4.5.1 Les impacts de la congestion relatifs à l'environnement et aux ressources

Les impacts de la congestion relatifs à l'environnement et aux ressources sont étroitement liés aux impacts globaux sur l'environnement qu'ont les déplacements sur route notamment du fait du fonctionnement des véhicules. De ce fait, la définition de l'impact marginal de la congestion sur l'environnement nécessite la définition d'un niveau de référence de la congestion afin de déterminer tout impact additionnel.

Tableau 5.3. **Vue générale qualitative des impacts de la congestion**

Niveau d'impact
Zéro
Bas
Moyen
Haut
Très haut

Types d'impact
D Direct
I Indirect

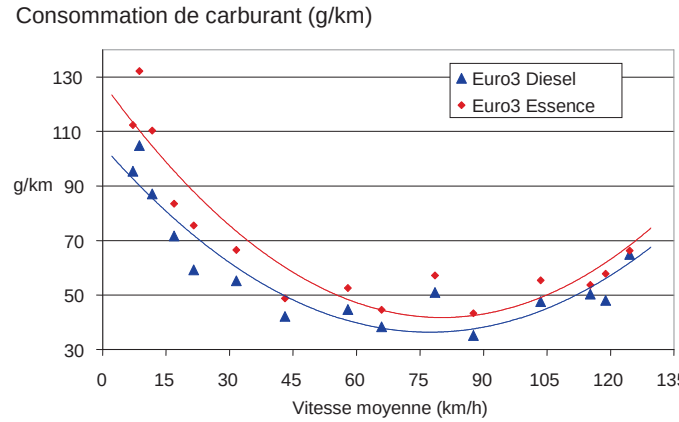
(*) Impact présent uniquement lors de l'utilisation de son propre véhicule

				Impacts liés aux véhicules			Impacts liés aux personnes								Impacts liés aux entreprises	
				IMPACTS DE LA CONGESTION												
				Augmentation de consommation de carburant	Augmentation de maintenance véhicule	Dégâts aux véhicules (suite à l'augmentation des accidents)	Blessures (suite à l'augmentation des accidents)	Augmentation de pollution environnementale	Augmentation de pollution sonore	Stress	Augmentation de temps de déplacement (personnes)	Manque de ponctualité	Fiabilité du déplacement (augmentations des temps programmés)	Augmentation de temps de déplacement (marchandises)	Perte de profitabilité des employés
QUI SUBIT LES IMPACTS DE LA CONGESTION ?	DANS LE FLUX DE CIRCULATION	Véhicules particulières	Conducteurs de voitures	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D		
			Passagers de voitures				D	D	D	D	D	D	D		
			Conducteurs de motos	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D		
			Passagers de motos				D	D	D	D	D	D	D		
			Usagers de véhicules non-motorisés (vélos)		D	D	D	D	D	D	D	D	D		
		Transports publics	Conducteurs des transports publics				D	D	D	D					
			Passagers des transports publics				D	D	D	D	D	D	D		
			Chauffeurs de taxis		D *	D *	D	D	D	D					
			Passagers de taxis				D	D	D	D	D	D	D		
		Activités professionnelles	Employés salariés				D	D	D	D					
			Employés payés au déplacement				D	D	D	D	D	D			
			Travailleurs indépendants	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D *	
			Chauffeurs de services d'urgence				D	D	D	D		D			
	EN DEHORS DU FLUX DE CIRCULATION	Activités privées	Résidents de proximité					I	I	I		I			
			Usagers des trottoirs					I	I						
			Autres résidents de la ville					I				I			
		Activités professionnelles	Entreprises au bord de la route	I *	I *	I *						I		I	I *
			Bureaux au bord de la route									I			I
			Toutes entreprises à l'extérieur de la zone de congestion	I *	I *	I *						I		I *	I
CATEGORIES UTILISEES AFIN D'EVALUER LES COUTS DE LA CONGESTION				COUTS DE FONCTIONNEMENT		AUTRES COUTS (considérés comme des externalités des transports dans la plupart des cas)					COUTS DE PERTES DE TEMPS					

Consommation d'énergie

La congestion routière urbaine occasionne une augmentation du temps passé dans la circulation avec l'augmentation correspondante de consommation de carburant pour les véhicules pris dans les embouteillages. A des vitesses basses, cette augmentation de la consommation peut augmenter jusqu'à un facteur de 2, étant donné le grand nombre de ré-accélérations nécessaire – toutes très consommatrices d'énergie. En effet, pour la plupart des véhicules conventionnels la consommation minimum a lieu à des vitesses moyennes ou intermédiaires – autour de 60-80 km/h – avec des augmentations de consommation à des vitesses basses et élevées. Ceci est valable pour des moteurs de capacité différente, de même que pour des véhicules à essence ou diesel (cf. Figure 5.11). Par conséquent, les conditions de congestion augmentent l'utilisation des ressources en termes de consommation de carburant.

Figure 5.11. **Consommation de carburant par rapport à la vitesse moyenne pour voitures récentes diesel et essence (projet ARTEMIS)**



Source : Communication personnelle, Michel André (INRETS).

Pollution atmosphérique

En gros, les impacts marginaux de la congestion sur la qualité de l'air peuvent être séparés en deux catégories, pollution locale et pollution régionale. Cependant, l'impact sur le climat des émissions de gaz à effet de serre causées par la conduite en conditions de congestion doit être pris en compte.

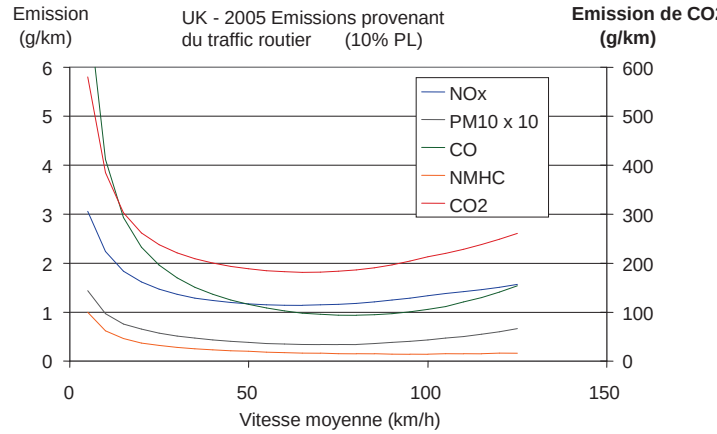
La pollution environnementale issue des transports routiers est associée aux émissions suivantes :

- L'anhydride sulfureux (SO2, qui a un impact sur la santé humaine et qui est un précurseur des pluies acides).
- Les oxydes nitriques (NOx, qui ont un impact sur la santé humaine et la végétation, et qui sont les précurseurs principaux de l'ozone au niveau du sol, qui a également un impact sur la santé humaine).
- Hydrocarbures et composés organiques volatils (HC et VOC, quelques éléments des ces derniers étant les précurseurs de l'ozone et d'autres comme cause de cancer).
- Particules (PM, dont les plus petits affectent la santé).
- Le monoxyde de carbone (CO, effets sur la santé).

La plupart des émissions de polluants sont moindres à des vitesses intermédiaires et tendent à croître à basse et à haute vitesse (cf. Figure 5.12). Les régimes de moteur bas entraînent une combustion incomplète et une augmentation des émissions de HC et CO non-consommés. Les émissions de NOx sont liées directement à la température du moteur et, par conséquent, augmentent à des vitesses élevées ou quand le moteur est sous charge [21]. Les conditions de congestion causent peu d'émissions NOx (sauf pour les poids lourds et les bus à cause de leur accélération à couple élevé) et des taux d'émission élevés en VOC et HC [22].

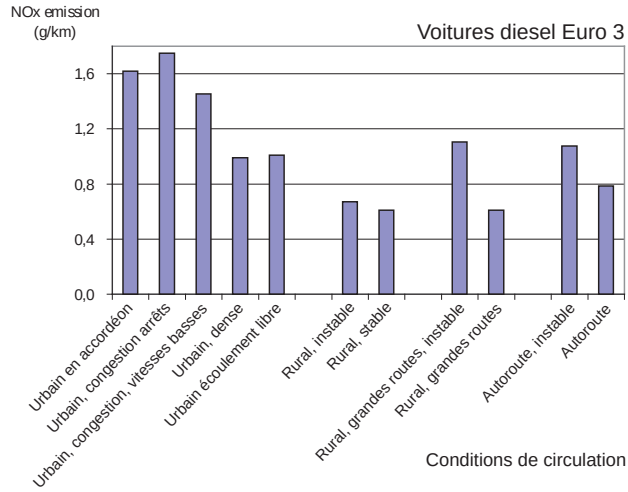
Cependant, lorsqu'elles sont comparées aux courbes de vitesse, ces émissions (et ces consommations) sont basées sur des *moyennes de vitesses*. Les études approfondies sur la consommation et les émissions réelles ont souligné le fait que la *vitesse moyenne* donne peu d'informations sur les performances spécifiques des moteurs dans des conditions de conduite en accordéon. Le facteur le plus directement lié à la performance des moteurs, aux émissions est le *type* spécifique de conduite (accélération/décélération, puissance de moteur/demande de couple, fonctionnement de moteurs "froids" par rapport aux moteurs "chauds", etc.) souligné dans la Figure 5.13.

Figure 5.12. **Emissions comparées à la vitesse moyenne (UK DfT)**



Source : UK Département for Transport.

Figure 5.13. **L'influence des différentes conditions de circulation sur les émissions de polluants (projet de recherche ARTEMIS)**



Source : Communication personnelle, Michel André (INRETS).

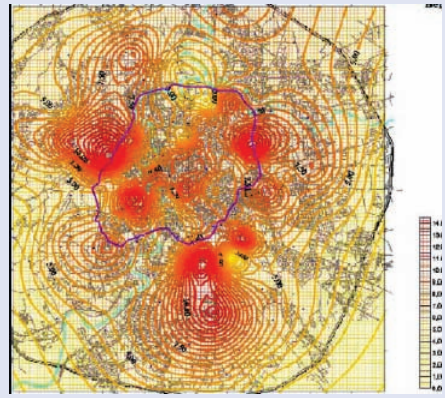
Impacts environnementaux et de sécurité d'une taxation de la congestion à Londres et d'une gestion d'accès à Rome

Le plan de taxation de la congestion à Londres et le système automatisé de gestion d'accès au centre-ville de Rome (ZTL-IRIDE) offrent un bon aperçu du périmètre et de l'échelle des impacts environnementaux et de sécurité en révélant des changements qui ont lieu lors d'une réduction du trafic – respectivement de 18% et 20% à Londres et à Rome.

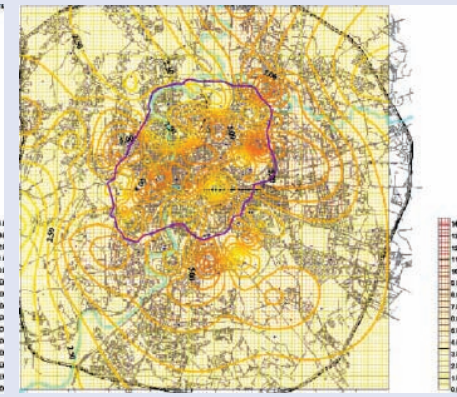
Les Transports de Londres ont documenté une réduction de 13% en oxydes nitriques (NOx) et de 15% en particules (PM10) dans la zone taxée par rapport aux niveaux précédents. De plus la zone de taxation a bénéficié d'une baisse accélérée de concentrations de PM10 comparée aux autres quartiers de Londres. Rome a enregistré une baisse de 40% en concentrations de benzine (C6H6) dans le centre-ville (voir ci-dessous) et une baisse de PM10 imputable à une réduction de 180 000 du nombre total de véhicules entrant dans le centre de Rome. Les résultats pour la totalité de ces agglomérations ne sont pas disponibles.

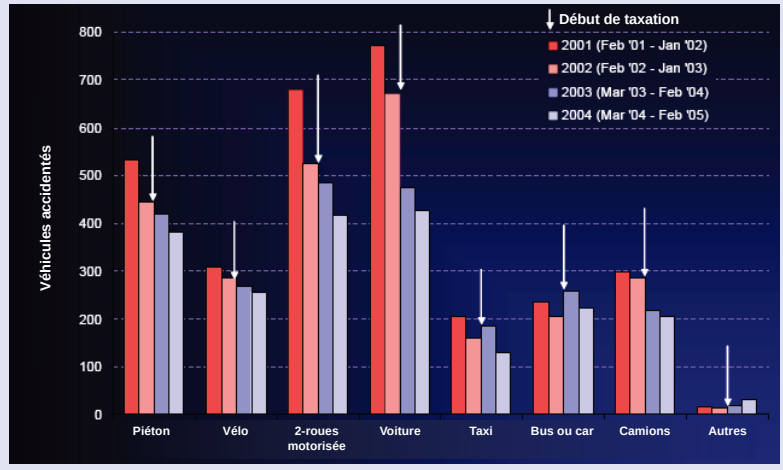
Les impacts de la congestion sur la sécurité routière deviennent également plus clairs après un examen de la situation suite à la réduction de la congestion – Londres a enregistré une baisse de 40-70 du nombre d'accidents de la route dans la zone de taxation.

C_6H_6 - Avant (Janvier 2001)



C_6H_6 Après (Janvier 2003)





Sources : Calamante, M. et Di Serio, S. (2005) et Transport for London.

Ainsi, afin d'estimer correctement les émissions marginales et la consommation marginale de carburant causées par la congestion routière, il faut prendre en compte des éléments tels que la configuration actuelle du trafic (en accordéon, arrêts et accélérations, durées de queue), et le lieu (congestion près du point de départ ou de l'arrivée), de même que la vitesse du déplacement.

Les moteurs à essence modernes peuvent aussi faire appel à un supplément de carburant (enrichissement en carburant) pour avoir une puissance optimale pendant les périodes de charge élevée, afin d'empêcher le moteur de cliqueter quand il n'est pas suffisamment chaud et d'alimenter des accessoires comme la climatisation. Un moteur qui fonctionne avec un enrichissement en carburant (ex : forte accélération à partir du ralenti, comme c'est souvent le cas dans le trafic en accordéon) entraîne des émissions de CO plus élevées, puisqu'il n'y a pas assez d'oxygène pour transformer le carburant en CO_2. Le fonctionnement d'un moteur avec un enrichissement en carburant contribue également à des émissions plus élevées en VOC et HC, qui ne sont pas entièrement brûlées dans les chambres à combustion. La conduite sur de courtes distances en conditions urbaines exacerbe ce problème puisque les catalyseurs ne sont pas suffisamment chauds pour capter les polluants en question.[23]

Un autre point important à retenir concernant l'impact que peut avoir la congestion sur les émissions de polluants est que les cycles standards d'essais utilisés pour homologuer et, par conséquent, optimiser les véhicules ne sont pas des configurations types pour les déplacements urbains [24]. Parce qu'ils ont tendance à surreprésenter les conditions de circulation non-restreintes et sous-représenter les configurations d'accélération/décélération à basse vitesse, les caractéristiques de la circulation en accordéon, ces cycles d'essai tendent à donner une image fausse des réelles émissions occasionnées par la circulation urbaine. Il est probable que dans ces cycles les émissions HC et VOC soient sous-estimées et les taux d'émission NOx surestimés.

Le flux de la circulation est également un facteur important à prendre en compte quand on cherche à comprendre l'impact des émissions causées par la congestion. Une étude sur l'impact créé par la circulation fluide par rapport au trafic en accordéon dans une rue encaissée a découvert que quand la circulation est fluide (vitesses au-dessus de 50 km/h), les volumes plus élevés de véhicules qui passent provoquent une hausse des niveaux de pollution ambiante et les vitesses plus élevées provoquent une augmentation des concentrations de NOx. Une réduction des vitesses moyennes de 50 km/h à 35-40 km/h avec des volumes plus élevés de circulation augmente également les concentrations de NOx, mais celles-ci restent stables à des vitesses en-dessous de 35 km/h.[25]

Le changement de climat est généralement associé à l'émission de gaz carbonique (CO_2), résultant de la combustion d'hydrocarbures, et aux gaz à effet de serre (tels le méthane – CH4 – normalement exprimé sous forme d'équivalents de CO_2). Encore une fois, puisque l'émission de CO_2 par les véhicules est directement liée à leur consommation, les impacts marginaux sur les changements de climat causés par les conditions de congestion proviennent de la durée du déplacement en condition de congestion et des caractéristiques de la charge moteur lors de la conduite sous ces conditions.

Pollution sonore

Le bruit est reconnu comme étant un des polluants locaux les plus irritants. Puisque la circulation est une des sources les plus importantes de bruit dans les zones urbaines, ce n'est pas une surprise qu'il apparaisse comme étant la nuisance principale dans la plupart des sondages urbains. Il détériore directement la qualité de vie en ville, surtout pour les personnes habitant près d'une route.

Le bruit produit par les véhicules provient de deux sources différentes : du moteur (qui émet du bruit, même quand le véhicule est à l'arrêt) et du mouvement du véhicule (effets de roulement et aérodynamiques).

Les principaux paramètres jouant un rôle dans l'émission de bruit par les véhicules sont : la configuration de la route, la pente, les conditions et caractéristiques de la chaussée, le type de véhicule et de son moteur, la conduite et la fluidité de la circulation.

Les bruits liés aux effets de roulement et aérodynamiques diminuent en même temps que la vitesse du véhicule, tandis que les bruits de moteur (bien qu'ils soient également réduits) deviennent la cause principale de nuisance. De plus, dans les conditions de congestion, nous devons ajouter le bruit causé par les arrêts/accélérations des véhicules, de même que le bruit causé par une utilisation immodérée du klaxon.

Les effets négatifs du bruit sur les gens sont variés, mais en ce qui concerne la congestion, c'est le stress déclenché par les bruits de la circulation qui est l'aspect le plus important.

Il y a également des effets sur les autres systèmes du corps humain : l'appareil cardiovasculaire (changements liés à l'hypertension artérielle, crises cardiaques, etc.), l'appareil respiratoire (augmentation du rythme de respiration), l'appareil digestif (modifications du processus de digestion), le système endocrinien (hausse du taux de sucre dans le sang, etc.), l'appareil visuel (diminution de l'acuité visuelle, etc.) et le système nerveux (insomnie, diminution d'attention, etc.).

De plus les bruits causés par la congestion peuvent avoir un impact indirect sur les valeurs foncières des terrains et bâtiments à côté des routes sujettes à la congestion.

5.4.5.2 Impacts de la congestion : stress et sécurité routière

Les impacts de la congestion sur le stress

Le stress peut être défini comme étant une configuration des réponses physiologiques, comportementales, émotionnelles et cognitives aux "agents d'agression". Ces agents d'agression sont des stimuli perçus comme des obstacles à l'atteinte d'un objectif (ex : arriver à une destination en temps voulu) ou des éléments qui menacent notre bien-être ou le mettent en danger. Dans le premier cas, une circulation non-fiable peut contribuer grandement au stress et, par conséquent, avoir un gros impact sur l'inconfort des usagers dans des flux non-prévisibles de circulation.

L'exposition à long terme aux agents d'agression est reconnue comme ayant des effets négatifs sur la santé psychologique et physique. Dans des cas extrêmes, le stress peut provoquer de graves problèmes psychiques et physiques tels : les maux de tête, la dépression, l'irritabilité, l'insomnie, les problèmes digestifs, etc.

La conduite dans les conditions de congestion est reconnue comme étant un agent important d'agression. Les conducteurs peuvent développer des comportements divers dus au stress et peuvent augmenter leurs propres niveaux de stress (de même que ceux des autres). Par exemple : le talonnage du véhicule devant ; l'utilisation excessive du klaxon, accélérations et freinages brusques, manque de concentration sur la route (ex : en regardant l'heure) ou des discussions avec d'autres conducteurs. Les situations de stress peuvent également être dangereuses, avec les conducteurs qui enfreignent les règles de la route et qui commettent des fautes de conduite. La congestion peut provoquer un comportement de la part des conducteurs qui perturbe la circulation et augmente les niveaux de stress d'autres usagers.

Les réactions psychologiques dues à l'exposition prolongée au stress tombent dans trois grandes catégories :

- Alerte – peut être considéré comme une étape positive, puisque toutes les fonctions vitales sont accrues, pourtant, elle peut provoquer l'agressivité, l'impatience, la conduite imprudente ou le non-respect des règles de la route.

- Résistance – provoque un comportement agressif.

- Épuisement – rythme cardiaque élevé, tension musculaire, maux de tête, risque de fatigue, concentration réduite et capacités réduites de perception d'informations.

La recherche a constamment trouvé que la conduite dans des conditions de congestion est un facteur important de stress physiologique. Une revue récente résumant les conclusions des chercheurs a conclu que la conduite dans des conditions de congestion crée du stress psycho-physiologique, contribue à l'absentéisme et à des niveaux de satisfaction dans le travail faibles, elle est associée aux émotions négatives (irritation, frustration, inquiétude et contrariété générale), et contribue à une diminution de la motivation et à une augmentation des sentiments d'impuissance après exposition à des conditions incontrôlables.[26] Ces conclusions sont confirmées par d'autres investigations et la découverte parmi les habitants des banlieues confrontés à la congestion d'une sécrétion accrue de composés liés au stress, du type cortisol salivaire.[27]

De même, il ne faut pas oublier que certaines personnes prennent des médicaments (afin d'éviter les effets de stress) susceptibles dans certains cas d'augmenter les risques de conduite.

Donc, en tant qu'impact important de la congestion routière (même s'il est difficile d'évaluer son coût économique), le stress peut entraîner des comportements sur la route ayant des impacts très négatifs.

Les impacts de la congestion sur la sécurité routière

La sécurité est un aspect important à prendre en considération par rapport à la congestion routière dans les zones urbaines, due en priorité à la combinaison d'une haute densité de véhicules (distances réduites entre les véhicules) et du stress engendré par la conduite en conditions de congestion.

Les accidents dans les conditions de congestion ont tendance à avoir lieu à des vitesses moins élevées et sont donc caractérisés par un nombre moindre de blessés. Cependant, la probabilité d'un accident est plus élevée dans une situation de congestion à cause des distances réduites entre les véhicules et les arrêts et démarrages inattendus d'autres véhicules. Par conséquent, pendant que le coût diminue, la probabilité accroît et l'impact sur le coût *prévisionnel* de l'accident est difficile à déterminer.

Pour déterminer les effets des accidents liés à la congestion dans les zones urbaines, il faut d'abord déterminer l'augmentation du nombre d'accidents du à l'augmentation de la congestion. C'est une tâche difficile car elle implique une analyse exhaustive de tous les rapports d'accidents qui ont lieu dans la zone étudiée, ce qui, en dehors de la complexité d'accès à toutes ces données (ou même leur inexistence éventuelle) peut s'avérer impossible d'un point de vue pratique.

Une fois le nombre d'incidents imputables à l'augmentation de la congestion déterminé, il faut prendre en compte les différents paramètres impliqués dans ces incidents. Ceux-ci comprennent l'existence et le nombre des victimes de l'accident, l'existence et le nombre de blessés, les dégâts causés aux véhicules concernés et aux infrastructures urbaines (si nécessaire), les pertes de temps associées à la dégradation des conditions de circulation autour du lieu de l'accident avant que toutes les traces soient enlevées, les

besoins en termes d'assistance des services publics (police, secours médicaux, pompiers, dépanneuses, services de nettoyage, etc.) et la nécessite de poursuivre certaines procédures administratives et légales suite à l'accident. La détermination de chacun de ces paramètres est très difficile (même qualitativement), à cause de la subjectivité des effets tels que la perte de capacité productive, les dommages psychologiques aux membres de la famille, les indemnités des assureurs, les funérailles, les enterrements, etc.

5.4.5.3 Les impacts de la congestion sur la productivité régionale

L'impact de la congestion sur les économies régionales est quelque peu ambigu. Les villes tirent des avantages de l'agglomération et de la densité. Mais, ces éléments contribuent souvent à une hausse de la congestion des réseaux de transports urbains, qui, à son tour érode les avantages en question. La gouvernance urbaine, au niveau régional, demande une approche de gestion qui regarde la congestion et l'agglomération comme des éléments liés ensemble dans un continuum – les régions urbaines devraient chercher à maximiser les bienfaits de l'agglomération tout en minimisant les désavantages de la congestion.

Parce que ces deux éléments de la vie urbaine sont liés, il est difficile d'isoler l'impact de la congestion sur les économies régionales en l'absence de repères vis-à-vis des avantages apportés à l'agglomération.

En fin de compte, la productivité régionale est étroitement liée aux productivités respectives de chaque entreprise, secteur commercial et ménage. Les sections suivantes traiteront chacun de ces aspects séparément.

5.4.5.4 Les impacts de la congestion sur la productivité des entreprises

La congestion affecte les entreprises non seulement à travers les impacts directs causés par des besoins supplémentaires de carburant et de main d'œuvre et les coûts d'exploitation des véhicules, mais aussi à travers des impacts en aval sur la chaîne logistique. Ces impacts peuvent être substantiels et réduire les bienfaits que les entreprises peuvent tirer de leur présence sur de grands marchés urbains. Cependant, pister ces impacts avec une certaine précision à travers les régions urbaines OCDE/CEMT s'avère être un véritable parcours du combattant.

Que peut-on dire des impacts économiques et autres de la congestion sur les entreprises dans les zones urbaines ?

La première chose est de reconnaître que les entreprises sont confrontées à différents types de coûts de congestion. Comme nous l'avons déjà constaté, les entreprises subissent des coûts supplémentaires liés directement aux déplacements dans les conditions de congestion. Ces coûts comprennent les coûts marginaux de main d'œuvre et d'exploitation des véhicules, qui sont relativement faciles à appréhender à travers la valeur marchande des taux horaires et les coûts prorata du carburant et de l'entretien des véhicules. Au fur et à mesure que la congestion diminue, ces coûts diminuent également au niveau de chaque entreprise. Cependant si la diminution de la congestion est accompagnée d'une modification de l'importance et de la structure de l'économie régionale, l'impact global est plus aléatoire.

Tandis que les coûts de transport des entreprises sont relativement faciles à appréhender, les coûts supplémentaires et les impacts de productivité imputables aux retards et non-respect des horaires sont plus difficiles à constater.

Les études fournies par les entreprises n'ont pas donné entière satisfaction, car beaucoup d'entreprises ne suivent pas expressément les impacts de la congestion sur leurs propres activités. Une vue exhaustive des impacts de la congestion sur les entreprises aux Etats Unis [28] identifie trois raisons derrière ceci :

- ***Scénarii hypothétiques de la congestion :*** *Les sondages demandent aux entreprises si elles devraient avoir moins de congestion à affronter, ou pas de congestion du tout. Cependant, la plupart des entreprises ne se lancent pas dans des plannings hypothétiques basés sur des scénarii alternatifs de la congestion, car ils considèrent la congestion comme un coût d'exploitation immuable et un coût qui est sûrement en dehors de leur contrôle.*

- ***Le biais d'auto-sélection :*** *Les sondages interrogent les entreprises qui continuent à fonctionner malgré des niveaux croissants de congestion. Les entreprises incapables d'adapter leur comportement, leurs activités ou d'absorber autrement les coûts supplémentaires imposés par la congestion ont déménagé ou fermé.*

- ***La sensibilité différentielle :*** *Directement liée au point précédent, elle matérialise le fait que toutes les entreprises ne sont pas vulnérables au même niveau aux suppléments de coût imposés par la congestion. Certaines entreprises qui prospèrent dans les zones urbaines à haute densité sont à même de ne pas enregistrer de suppléments de coût liés à la congestion. Autrement, certaines entreprises peuvent avoir plus de souplesse que d'autres pour absorber ou compenser ces coûts. Les facteurs en jeu comprennent la structure industrielle, les pratiques d'expédition et de stockage et même les configurations de propriété.*

A cause des limites relatives des calculs basés sur les sondages effectués auprès des entreprises sur les impacts de la congestion en dehors des coûts directs "sur la route", on peut raisonnablement supposer qu'il est probable que ceux-ci soient sous-estimés et sous-raportés. Ces impacts peuvent être séparés en trois catégories principales :

- *Les impacts sur la productivité liés à la logistique et au processus commercial.*

- *Les impacts sur l'échelle du marché et l'accessibilité.*

- *Les coûts pour l'entreprise des déplacements domicile-travail de son personnel.*

Les impacts sur la productivité liés à la logistique et au processus commercial

Depuis trente ans on assiste à une évolution vers des processus plus flexibles d'approvisionnement, de production et de distribution, qui ont contribué à éloigner les marchandises des systèmes fixes de stockage, tels le stockage sur site et les entrepôts, vers des pratiques plus fluides de livraison "juste-à-temps", où le véhicule de transport est lui-même un entrepôt temporaire. Un accroissement des coûts de stockage et une diminution des coûts de transport ont été largement responsables de ce changement, qui a singulièrement augmenté la flexibilité des entreprises dans leur réactivité vis-à-vis des demandes du marché.

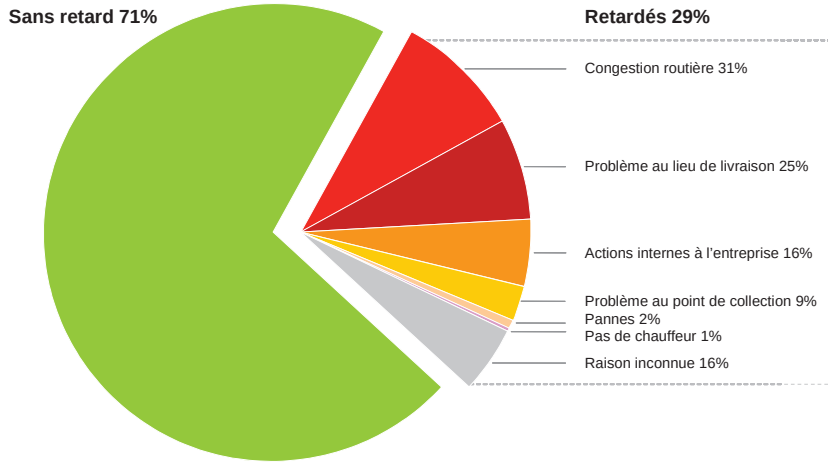
Tandis que l'expression "juste-à-temps" est souvent utilisée comme synonyme de livraison "rapide", la véritable importance de ce type de processus logistique est que les marchandises sont livrées au "bon moment" - c'est-à-dire quand on a besoin d'elles. C'est une distinction importante à faire lorsqu'on parle des impacts de la congestion sur les entreprises utilisant des lignes de production "juste-à-temps". On peut tenir compte des temps de déplacement dont la lenteur est prévisible avec des périodes tampons adéquates, mais les retards inattendus, comme ceux engendrés par des conditions de déplacement non-fiables, ont un impact considérable sur ces processus "juste-à-temps" et obligent les entreprises à augmenter leurs stocks sur-place – une opération coûteuse. Ceci est particulièrement vrai dans les secteurs d'activité où il y a un grand pourcentage de marchandises périssables, onéreuses ou difficiles à stocker (ex : aliments réfrigérés, électronique de haute valeur, et vêtements saisonniers).

De plus, certains processus professionnels peuvent exacerber les impacts des déplacements non-fiables et des chargements retardés – en particulier, l'adoption généralisée des "créneaux de livraison" programmés par les affréteurs. En effet, quand un transporteur n'arrive pas à livrer à un affréteur dans une fenêtre de temps programmée, il est obligé de reprogrammer cette livraison pour un jour ultérieur – normalement 24 heures plus tard ou davantage. Ainsi les conditions de voyages non-fiables ont un effet sur les transporteurs et les affréteurs.

Il y a de nombreux exemples anecdotiques d'impacts du manque de fiabilité sur les entreprises, (cf. encadré) et il existe plusieurs estimations des coûts supplémentaires imposés aux entreprises par ce manque de fiabilité dans les temps de déplacements. Une étude hollandaise portant sur 230 transporteurs et affréteurs effectuée par Bozuwa et Hoen en 1995 a estimé que les coûts indirects causés par la congestion sur la logistique représentaient 8-11% des coûts directs de la congestion sur les entreprises concernées. Une autre étude réalisée pour le compte de l'International Road Transport Union a trouvé que pour le fret les coûts causés par la congestion sur la logistique étaient égaux à 2,2 fois la valeur du temps de déplacement.[29]

On peut remarquer, cependant, que l'impact de la congestion sur les processus de logistique et les cycles de production n'est qu'une des multiples causes éventuelles de retards. Une étude exhaustive sur la livraison des aliments en Grande Bretagne couvrant plus de 35 000 camions qui ont effectué plus de 15 000 déplacements en 48 heures a trouvé que seulement 9% des déplacements ont été retardés par la congestion (cf. Figure 5.14). Cependant, tout en admettant que la congestion est la cause principale de retards (31%) pour 29% de tous les déplacements qui ont été retardés pour une raison ou une autre, la plupart des retards *ne sont pas* causés par la congestion. Selon l'étude, des pannes ou le faible rendement des systèmes internes ou externes des entreprises étaient en fait les principales sources de retard. Les retards causés par la congestion ont tendance à se perdre dans le "bruit de fond" d'autres manques d'efficacité logistiques. Par conséquent, beaucoup d'entreprises peuvent probablement absorber une hausse de la congestion en améliorant leurs propres processus ou ceux de leurs fournisseurs/partenaires. Ceci ne veut pas dire que la congestion n'est pas un élément important pour les entreprises – c'est, en tout état de cause un handicap – mais il est néanmoins probable que les entreprises réagiront à un manque accru de fiabilité dans ce domaine en se concentrant sur des aspects où elles sont capables d'exercer une forme de contrôle.

Figure 5.14. **Les causes de la congestion dans les livraisons de produits alimentaires dans le Royaume-Uni, 2002**



Source : McKinnon, A., Ge, Y. and McClelland, D. (2004), Evaluation des Opportunités pour la Rationalisation du Fret Routier : Rapport final.

Un autre facteur à prendre en compte est l'impact de la congestion dans les secteurs qui s'engagent dans la gestion en temps réel. La vitesse et la fiabilité sont deux attributs qui sont devenus de plus en plus importants dans la livraison des marchandises et des services – surtout dans les secteurs de la vente de détail. La livraison à domicile de marchandises sous 24 ou 48 heures est perçue par beaucoup de détaillants comme étant une avance sur les concurrents, et les prestataires de services se focalisent sur des livraisons de services encore plus rapides (réparation de machines de bureau, plomberie, etc.). Les retards généralisés causé par des conditions de congestion peuvent avoir un impact sur ces secteurs, même si, parce que ces entreprises sont souvent en compétition ensemble sur la même zone urbaine, l'effet global sur la compétition est en grande partie annulé du fait que toutes ces entreprises sont confrontées aux mêmes niveaux de congestion.

Les impacts sur l'importance du marché et à l'accessibilité

Comme nous l'avons souligné dans le Chapitre 1, en général les zones urbaines sont assez productives et cette productivité est liée au fait que les gens peuvent accéder facilement à d'autres gens, aux services, au travail et que les entreprises ont un accès facile à un grand vivier de main d'œuvre contenant un grand éventail d'ouvriers qualifiés, à un ensemble varié et divers de capacités de production et à un grand marché pour leurs biens et services. Dans le domaine de la Géographie Urbaine on a souligné le rôle de la congestion comme une boucle de contre-réaction capable de réduire les bienfaits de la vie en agglomération et faire en sorte que certaines activités se relocalisent en dehors des zones de congestion excessive – surtout à la périphérie des centres-villes congestionnés. Les entreprises doivent trouver le compromis entre les économies d'échelle positives pour leurs activités et leurs compétences principales et les coûts négatifs de transport provoqués par la congestion. Toutes les entreprises ne sont pas confrontées à la même décision – Tandis que certaines entreprises déménagent des zones de congestion relativement rapidement du fait de leurs types d'activités (ex : production industrielle), d'autres sont plus résistantes face à l'augmentation de la congestion (comme les entreprises dépendantes d'une main d'œuvre professionnelle ayant une préférence pour la vie urbaine "à haute densité").

Les coûts pour l'entreprise des déplacements domicile-travail de son personnel

Enfin, quelques entreprises sont également confrontées à des coûts indirects liés à la congestion rencontrée par leurs employés dans leurs déplacements domicile-travail. Plus spécialement, les entreprises localisées dans des zones qui nécessitent des déplacements longs ou difficiles sont obligées d'ajuster les salaires vers le haut afin de retenir un personnel susceptible de choisir de réduire son temps de déplacement contre une réduction de salaire. Cependant, une étude qui confirme cette hypothèse attire l'attention sur le fait que cet effet est peut-être valable uniquement en ce qui concerne les cadres qualifiés dans les zones urbaines.[30]

5.4.5.2. Les impacts de la congestion sur les horaires des ménages

Normalement, les ménages fonctionnent avec des plannings quotidiens relativement constants et les activités qu'ils entreprennent sont limitées par les 24 heures à leur disposition et par la présence de grandes périodes "fixes" (principalement le sommeil et le travail). Toutes les autres activités sont programmées dans le temps qui leur reste et, dans la mesure où la congestion augmente le temps alloué aux déplacements, elle réduit la durée ou le nombre d'autres activités que les membres de la famille peuvent entreprendre (ex passer du temps ensemble, préparer des repas etc.). La réponse des ménages à la congestion (ex départ plus tôt) peut également perturber d'autres activités familiales (ex : prendre le petit déjeuner ensemble).

Des preuves empiriques concernant l'impact d'une congestion accrue tend à suggérer que le temps en famille, du moins à court terme, est compromis par une augmentation du temps des déplacements domicile-travail. Par exemple, une étude effectuée par le Washington State Family Council aux Etats Unis constate

que "55% des ménages étudiés, qui avaient des enfants à la maison manquent une ou plusieurs activités familiales par semaine à cause de la congestion routière" et que 85% des ménages étudiés passeraient plus de temps en famille, s'ils avaient la possibilité de passer moins de temps sur la route [31].

La réponse à "combien de temps les ménages consacrent-t-ils aux transports en général et aux déplacements domicile-travail en particulier", dans le temps – c'est-à-dire en face d'une augmentation de la congestion – n'est pas aussi claire que les preuves empiriques pourraient laisser entendre. Il est généralement admis et confirmé que les ménages gravitent vers un budget stable de temps de déplacement. Des études dans un certain nombre de pays ont mis en lumière à maintes reprises une stabilité remarquable des temps passés par les ménages à faire leurs déplacements, ce qui suggère peut-être que, du moins à long terme, les familles prennent des décisions qui maintiennent leurs temps de déplacement à peu près constants (ex en choisissant des lieux de résidence et de travail qui maintiennent les temps de déplacement constants dans le temps). Cependant, parce que la plupart des dispositions d'habitation et de travail sont fixes à court terme, il est facile de comprendre comment les augmentations des temps de déplacement peuvent avoir un impact négatif sur le temps disponible pour d'autres activités. Même à plus long terme, l'hypothèse de la flexibilité que posséderaient les familles pour changer leur lieu de résidence n'est peut-être pas aussi simple que la théorie le suggère – surtout dans les zones où les frais de logement sont élevés, l'accès au financement foncier difficile, les locations rares et dans les ménages où les deux partenaires travaillent.

De plus, on constate que, même si les temps de déplacement sont constants en moyenne, les déplacements pour raison professionnelle ont augmenté dans les grandes agglomérations ou que les ménages ont ajusté leurs autres déplacements non-professionnels afin de tenir compte des déplacements professionnels d'une plus grande durée. L'analyse des temps de déplacement domicile-travail dans l'agglomération de Washington, DC entreprise par Levinson, Wu et Rafferty [32] montre que les temps de déplacement liés au travail sont restés stables entre 1988 et 1998, si on tient uniquement compte de la zone urbaine d'origine. Cependant, les temps de déplacement domicile-travail ont augmenté si on tient compte de la zone urbaine agrandie caractérisée par l'étude de 1998. De même, il est clair que les temps de déplacement domicile-travail à Minneapolis-Saint Paul, également examinés par *Levinson et al* ont augmenté entre 1990 et 2000. Dans les deux cas, la congestion a contribué à l'augmentation des temps de déplacement. De même, tandis que le temps *global* des déplacements per capita dans la région parisienne apparaît comme étant resté relativement stable entre 1976 à 2001, la durée moyenne du *déplacement domicile-travail et du déplacement travail-habitation a augmenté de manière significative*. Ce qui a changé, c'est l'importance relative du déplacement professionnel dans l'ensemble général des déplacements avec la domination actuelle des déplacements plus courts pour des raisons non-professionnelles [33].

Enfin, il ne faut pas oublier que toutes les familles ne sont pas complètement "prisonnières" face de la congestion. Elles ont beaucoup d'options disponibles leur permettant de mieux supporter ou d'éviter les impacts de la congestion. Le changement des horaires de travail pour partir plus tôt et rentrer plus tôt, les horaires flexibles où une augmentation des heures de travail quotidien est compensée par un jour supplémentaire de congé et d'autres dispositions de travail flexible, ainsi que le télétravail sont certaines des options disponibles pour un grand nombre de particuliers avant qu'ils ne soient obligés dd'envisager un changement de domicile ou de travail afin de faire face à des temps de déplacement plus longs aux heures de pointe.

5.5 Estimations totales des coûts de la congestion

Dans beaucoup de pays, il y a une inquiétude concernant l'augmentation des coûts résultant de la congestion sur les particuliers et les entreprises, tels que les augmentations des temps de déplacement, la baisse de fiabilité et de la productivité, la hausse de la pollution à basses vitesses et d'autres éléments comme le stress et l'usure des véhicules.

Si les décideurs doivent faire quelque chose en ce qui concerne la congestion, c'est parce qu'il est communément admis que la congestion impose des handicaps à la société et des baisses d'efficacité sur les entreprises et les particuliers et que les décideurs sont conscients que la congestion doit être atténuée, ou du moins mieux régulée afin de les réduire.

Nombre de chercheurs et d'autres parties prenantes ont essayé de faire des estimations globales des coûts de la congestion dans différentes villes ou sur un plan national. Souvent ces estimations sont publiées et utilisées pour attirer l'attention sur une situation de congestion qui se dégrade dans les villes ou pour souligner une hausse nationale des niveaux des coûts de la congestion et des impacts adverses (sur les particuliers ou la productivité des entreprises) dans le but de susciter des réactions.

Par ailleurs, d'autres estimations ont été réalisées, suggérant que les coûts de la congestion sont bien plus bas – en particulier dans le sens économique – que ceux estimés par certains et avancés par de nombreux groupes de lobbying.

Cette section examine les différences de méthodes conduisant à de telles estimations globales et la façon dont les coûts de la congestion sont traités dans les cadres théoriques résumés plus en avant. Elle attire l'attention sur certaines faiblesses courantes de méthodologie qui soulèvent des doutes sur la validité et la précision de bien des estimations globales qui ont été publiées.

5.5.1 Le calcul du "coût total" de la congestion

Les analystes calculent régulièrement les coûts totaux de congestion. Des estimations allant jusqu'à environ 2% du PNB ont été souvent avancées depuis quelques années. D'autres estimations plus basses sont souvent bien inférieures à 1% du PNB. Certaines personnes ont remarqué qu'il y a peu de sens à comparer les coûts de la congestion au PNB, puisqu'une grande partie de ces coûts ne fait pas partie du PNB. En effet, on pourrait même aller encore plus loin en disant qu'au fur et à mesure que la congestion accroît, le PNB accroît également, suite à la hausse des coûts des déplacements commerciaux en ville.[34]

La première difficulté dans la réalisation d'une estimation des coûts globaux de la congestion est qu'il faudrait avoir un point de référence, un repère, afin d'appréhender les impacts de la congestion. Souvent, les analystes comparent les temps de déplacement dans les conditions de congestion actuelles des heures de pointe ou hors pointe avec les temps de déplacement possibles sur les mêmes routes s'il n'y avait aucun retard causé par la circulation. Ensuite, ils appliquent une valeur au temps gagné et aboutissent à un coût de congestion.

Lorsque ce type de méthodologie est utilisé à un niveau national, le coût de la congestion routière est estimé jusqu'à environ 2% du PNB dans divers pays.

Souvent dans ce type d'estimation, quand on prend un temps de déplacement sans aucun retard comme point de repère, les vrais temps de déplacement sont comparés à des temps de déplacement qui n'ont aucun rapport avec la réalité aux périodes de pointe actuelles. Ces temps auraient pu se réaliser uniquement sur une route sans circulation (significative). La différence entre les deux temps est appelé avec un certain manque de précision "le retard" et le temps supplémentaire nécessaire aux voyageurs pour leur déplacement sur la section de route concernée comme une "perte" de temps. Ces deux termes sont des constructions artificielles, comme nous le verrons ci-dessous.

Pour pouvoir "perdre" du temps (ex : aux périodes de pointe), il faut commencer par "avoir" du temps. Ceci aurait été le cas si auparavant il avait existé des situations "sans retard" dans la circulation (aux heures

de pointe). Pour que ceci puisse être le cas général, il aurait fallu que le but de toute politique des transports soit d'assurer une circulation à écoulement libre à toute heure de la journée et chaque jour de l'année. Bien entendu, aucun gouvernement moderne ne peut épouser une telle politique, non seulement parce que le résultat serait invivable (du moins dans les zones urbaines), mais aussi parce qu'un tel résultat est simplement inabordable en termes de coût.

P. Goodwin résume succinctement la problématique liée à ce type d'estimation "globale" statique des coûts de la congestion :

> *Les déclarations du type 'la congestion coûte £20 milliards par an à l'économie', mises à jour de temps à autre pour couvrir l'inflation, sont bonnes pour les titres afin de dramatiser un problème majeur. Mais le dividende annuel de £1 000 qui attend d'être distribué à chaque famille, induit par cette déclaration, est de la fiction pure. Il est calculé en comparant le temps passé actuellement dans la circulation avec la réduction de temps qui aurait lieu si le même volume de trafic circulait en écoulement libre, et, ensuite, en donnant à toutes ces économies conceptuelles de temps la même valeur monétaire que nous appliquons aux quelques minutes gagnées par des améliorations du système des transports.*
>
> *Mais ceci ne pourrait jamais exister dans un monde réel – pas à cause de difficultés pratiques, mais parce que l'idée est intrinsèquement incohérente. Si tout le trafic circulait à des vitesses d'écoulement libre, il y aurait sûrement davantage de trafic, et au moins une partie du temps gagné serait utilisé à voyager plus loin, ce qui déclencherait d'autres évolutions, dont la valeur reste inexplorée. C'est apparemment une réponse précise à une question fantôme.* [35]

Néanmoins ce type d'approche reste le principal point d'appui pour les calculs des coûts totaux de congestion dans un nombre considérable de pays.

Il est donc important de ***NE PAS utiliser*** les estimations des coûts totaux de congestion basées sur des contrôles de la congestion comparés aux vitesses en écoulement libre ***comme fondement pour des estimations absolues de coûts globaux liés à la congestion.***

De même, puisque ces types d'estimations de coûts de congestion sont conceptuellement sans fondement, dans l'absolu, ***ils ne devraient pas être utilisés pour estimer les coûts de la congestion proportionnellement au PNB***.

En réalité, et afin de confirmer ce point, les différences entre les vitesses et les temps de déplacement réels d'un côté et les vitesses et temps de déplacement en circulation fluide, n'ont aucune pertinence dans l'absolu par rapport aux circonstances ou situations réelles de notre quotidien (A savoir des périodes de pointe). Elles pourraient plutôt être considérées comme étant le reflet d'une perception selon laquelle la congestion serait une condition absolue et non un phénomène relatif.

5.5.2 Utilisation des coûts relatifs de congestion

Il n'est certainement pas nécessaire de calculer les coûts totaux de congestion afin de mieux la gérer. Ce qui importe aux décideurs est de savoir s'il existe des politiques et des mesures pouvant être mises en œuvre et capables de fournir des avantages qui dépassent leurs coûts.

Les coûts et les avantages des politiques destinées à mieux réguler la congestion ne sont pas différents à ceux qu'il faut définir dans l'évaluation de tout autre programme de transport urbain. Il faudra être

davantage attentif à certains avantages, tels les améliorations en termes de fiabilité, mais les techniques et méthodes générales restent les mêmes.

Cependant, la comparaison relative de telles estimations des coûts totaux pourrait offrir un avantage complémentaire. Elles sont en effet utiles ***pour suivre les différences de coûts de la congestion dans le temps*** – comme expliqué ci-dessus – car les écarts entre les estimations révèlent les ***réelles différences en vrais temps de déplacement, et en coûts de carburant et autres ressources consommées***. Dans ce type de comparaison, les bases irréalistes de chaque calcul individuel utilisant la circulation fluide comme repère disparaissent quand l'estimation précédente est déduite de l'estimation actuelle des coûts totaux de congestion.

En résumé, les estimations des coûts de congestion basées sur les différences à partir des vitesses "à écoulement libre", ne sont intéressantes, dans le cadre d'une évaluations des coûts de congestion, ***que*** quand elles sont utilisées pour suivre les évolutions de ces estimations dans le temps.

Résumé du chapitre et réflexions sur la politique à appliquer

Il existe encore une divergence entre les différentes approches théoriques utilisées pour aborder la congestion routière : les approches traditionnelles et les approches économiquement optimales.

Les approches traditionnelles utilisées par les administrations des routes se sont souvent focalisées sur le management des réseaux routiers dans les zones urbaines dans des manières capables de maximiser la capacité des infrastructures existantes de traiter la demande actuelle de trafic et celle qui est anticipée pour l'avenir. Ces approches opérationnelles sont bien adaptées pour identifier les lieux où les goulots d'étranglement. Elles visent à minimiser les retards causés par la circulation et les impacts associés en termes de personnes, d'activités professionnelles et de ressources, y compris les temps personnels et productifs perdus, le carburant gaspillé et la mauvaise qualité de l'air. Elles permettent aux administrations de faire ressortir les lieux où il faudrait agir afin de répondre aux retards régulièrement subis par les usagers.

Les approches de congestion optimale prennent en compte la demande d'espace routier de même que l'offre et cherchent à trouver un équilibre "optimal" entre les deux. Les niveaux économiquement optimaux de congestion prennent non seulement en compte les coûts de construction des routes, mais aussi ce que les gens sont disposés à payer pour utiliser ces routes. Les niveaux de trafic économiquement "optimaux" occasionnent non seulement un certain degré de congestion - dans le sens où ce terme est normalement compris par les gestionnaires et usagers des routes – mais ce niveau "optimal" de trafic varie en fonction de la demande et d'autres circonstances, c'est-à-dire qu'il n'est pas lié seulement à la capacité de l'infrastructure en question.

Ce qui est important, c'est le fait que les *différentes approches opérationnelles et économiques sont incompatibles* – dans le sens où, si elles étaient appliquées totalement, il est fort probable qu'elles aboutiraient à des niveaux différents de trafic sur les routes, c'est-à-dire :

- Là où la demande du trafic est élevée, les niveaux de trafic "à équilibre naturel" associés aux approches de flux et de passage maximaux, seraient probablement caractérisés par une incidence élevée de congestion chronique, un manque de fiabilité et des conditions de circulation en accordéon.

- Les niveaux de circulation économiquement optimaux seraient moins élevés que les niveaux d'équilibre naturels. Ils seraient probablement caractérisés par des volumes inférieurs mais offriraient des conditions de circulation plus acceptables qui évitent la congestion chronique et la circulation en accordéon.

L'étude entreprise a confirmé qu'à présent les administrations *utilisent de manière écrasante les approches opérationnelles traditionnelles*, basées sur la maximalisation des flux pour encourager l'utilisation efficace des infrastructures. Les approches économiquement optimales de la congestion dépendent de taxes de congestion qui ont seulement été appliquées dans un nombre restreint de lieux. Cependant, l'intérêt pour les approches impliquant un paiement est en hausse. Là où ces approches ont été envisagées, les expériences dans les différents pays ont révélé que : bien des gens sont disposés à payer plutôt en argent qu'en temps – et préféreraient, par conséquent avoir l'opportunité de le faire ; pourtant bien d'autres gens sont tout à fait disposés à payer en temps ce qu'ils ne veulent pas payer en argent.

Maximalisation du bien-être. Après avoir approfondi ces deux cadres théoriques dissemblables, il est clair que les niveaux de circulation en dessous des niveaux "d'équilibre naturel" ou de "passage maxi" sont plus à même de maximaliser le bien-être en tenant spécifiquement compte des coûts supplémentaires imposés par des niveaux croissants d'utilisation de la route sur les autres usagers. Cette conclusion apporte un soutien théorique aux mesures d'atténuation de la congestion routière, qui :

- améliorent les répercussions en termes de trafic en exposant les usagers marginaux aux coûts supplémentaires qu'ils imposent sur les autres usagers ; ou bien,

- adoptent des dispositions alternatives pour réduire les volumes de trafic sur les routes à à des niveaux inférieurs à ceux appliquées dans des approches "d'équilibre naturel" ou de "passage maxi".

Les estimations des coûts de la congestion. Les approches économiques définissent les coûts de la congestion comme étant le coût économique subi par la société lorsque le niveau d'utilisation de la route est plus haut que le point économique optimal. En revanche, les estimations du coût "total" de congestion prennent souvent comme base le "retard" imposé par des déplacements à vitesses inférieures à celles où la circulation est libre. De telles estimations sont souvent trompeuses et peu utiles puisqu'elles représentent une construction artificielle. Il n'est pas possible de construire de systèmes routiers à des prix abordables qui soient capables d'offrir des conditions de circulation fluide 24 heures par jour, 7 jours par semaine et 52 semaines par an dans les grandes agglomérations dynamiques et en expansion. Donc, il NE FAUT PAS utiliser ces bases pour des estimations globales des coûts liés à la congestion. De même, puisque de telles estimations des coûts totaux de congestion ne sont théoriquement pas fondées, elles ne devraient pas être utilisées pour estimer les coûts de la congestion comme ratio du PNB. Néanmoins, un suivi relatif de ces estimations de coût "total" peut être intéressant, du fait que, dans ces conditions, les niveaux de base non-valables disparaissent et les comparaisons permettent de repérer les vraies différences en temps de déplacement, carburant et autres coûts de ressources entre une période et une autre.

L'évaluation des dispositions de régulation de la congestion. Il est nécessaire de procéder à une bonne évaluation des différentes options, qui tienne compte des éléments tels que le plan d'urbanisation et les objectifs en termes de politique. Les dispositions qui répondraient à ces critères peuvent être mises en œuvre à condition que la valeur nette actualisée de leurs avantages dépasse la valeur nette actualisée de leurs coûts. Par conséquent, des estimations globales des coûts totaux de congestion ne sont pas nécessaires à une meilleure régulation de la congestion.

La valeur des économies de temps de déplacement. Lors de l'évaluation d'éventuelles mesures d'atténuation de la congestion, la grande partie des avantages résultant de la politique de régulation de la congestion provient généralement des économies de temps de déplacement. Or la plus grande attention est nécessaire dans l'évaluation de l'échelle et du périmètre des économies de temps de déplacement. Une attention toute particulière est à donner à l'aspect hétérogène des valeurs appliquées par les voyageurs au temps, à la productivité relative du temps de déplacement et au rôle joué par la comparaison entre les petites et les grandes économies de temps de déplacement dans le calcul final des coûts et des avantages.

Fiabilité. Etant donné l'importance de la fiabilité des temps de déplacement pour les usagers de la route, il faut faire attention à tenir correctement compte de la valeur donnée par les usagers à cette fiabilité lors de l'évaluation des options et dans l'ordre de priorité des mesures éventuelles. Selon les recherches récentes, beaucoup de voyageurs accordent une valeur élevée à la fiabilité, qui, dans certains cas, est plus élevée que la valeur accordée à la durée moyenne du déplacement.

Impacts indirects. Les politiques cherchant à gérer les impacts de la congestion doivent tenir compte des impacts indirects en plus des impacts directs mentionnés ci-dessus. Parmi ces impacts indirects figurent les impacts sur la productivité de la région et des entreprises, les impacts sur l'environnement, sur la santé et la sécurité et sur les horaires des ménages.

Beaucoup de travail a été effectué afin d'améliorer les approches opérationnelles traditionnelles et les approches "économiquement optimales" simplifiées résumées au début de ce chapitre. Les administrations sont encouragées à intégrer, partout où c'est possible, de telles améliorations dans les cadres théoriques qu'elles utilisent.

NOTES

1. Cf. Walters, 1961 "La théorie et la mesure du coût privé et social de la congestion routière" et Morrison, 1986 "Une étude sur le coût des routes".

2. Button, 2005, Santos, 2006 et Santos & Fraser, 2005.

3. Il est à noter que la valeur des recettes issues de la taxe n'est pas une mesure du coût de la congestion. Elle reflète la somme recueillie nécessaire à réduire la circulation au niveau optimal, au niveau qui va maximaliser l'excédent économique et éliminer l'externalité de la congestion.

7. Cf. Button, 2004, Evans, A (1992) "Congestion routière : l'analyse synoptique" et Hills, P (1993), "L'attribution de coûts à la congestion routière : Quand la politique est-elle bonne ? Commentaires".

5. Ces conclusions et une analyse mise à jour ont figuré dans certains documents récents de conseils sur la gestion routière, tels la dernière édition du US Highway Capacity Manual (Manual US des capacités routières).

6. Victoria Competition and Efficiency Commission, 2006.

7. Ex : Newell, Braid, Arnott, de Palma et Lindsey.

8. Par exemple, voir Mackie et al, "La valeur des économies de temps dans les évaluations".

9. Bates et Whelan, 2001.

10. www.tc.gc.ca/finance/bca/en/Section7.htm#Small%20Travel-Time%20Savings.

11. Plus particulièrement par Mokhtarian et al.

12. Noland, 1995.

13. Bien que ces études soient moins claires sur la manière exacte dont la variation des temps de déplacement – et l'attribution correspondante de temps tampon – est calculée par les usagers. Certaines indiquent que les perceptions des temps de déplacement sont orientées vers les plus mauvaises conditions et par conséquent les tampons sont plus grands qu'ils auraient pu être avec un raisonnement objectif. D'autres se dirigent vers des mécanismes plus simples pour le calcul des tampons – tels que la capacité des usagers à retenir une durée moyenne de déplacement plus facilement que la variabilité de durée (Ushikawa, Kikuchi et Kitamura, 2004).

14. Lam et Small placent le ratio valeur de temps/valeur de fiabilité à 1,39 quand ils examinent la différence entre le 90ème et 50ème centile. Cependant, en regardant la valeur médiane de la fiabilité et la valeur médiane de temps, Small et al trouvent un ratio de 0.97.

15. Bates, et al, 2001.

16. Rand Europe, 2005, "La valeur de la fiabilité dans les transports : valeurs provisoires pour les Pays Bas basées sur des avis d'experts.

17. De Palma, A. Fontan, C., 2000, Enquete MADDIF : Multimotif adaptée à la dynamique des comportements en Ile de France. Rapport de recherche pour la DRAST.

18. Cf. Small et al, 2002 et Brownstone & Small, 2004.

19. McKinnon, 2004 (PPT).

20. Weisbrod, G., Vary, D. et Treyz, G. (2003).

21. www.fhwa.dot.gov/environment/freightaq/chapter5.htm.

22. ECMT NOx report, 200 et ACEA, "Etude de base sur la congestion en Europe", 2004.

23. Mardsen, Bell et Reynolds, "Vers un modèle microscopique des émissions", 2001.

24. ECMT Rapport sur les NOx, 2006.

25. Zickus et Greig, "Effets de flux de circulation dans des conditions de congestion comparées aux conditions de circulation fluide sur les concentrations de polluants atmosphériques dans une rue encaissée", Communication à la 7ème conférence internationale sur l'harmonisation des modèles de dispersion atmosphériques pour les objets règlementaires.

26. Wener, et al, 2006.

27. Wener et al, 2006 ont mis en évidence ce phénomène parmi les passagers des trains de banlieue voyageant dans des conditions de congestion.

28. NCHRP Rapport 463, "Les implications économiques de la congestion", 2001.

29. McKinnon, 2004 PPT.

30. NCHRP #463, 2001, p. 26 en référence à Zaxc, 1991.

31. USDOT, "La stratégie nationale de réduction de congestion sur le réseau des transports des Etats Unis", Mai 2006 PPT.

32. Levinson, Wu et Rafferty, "Réexamen du localisateur rationnel : Les temps de déplacement sont-ils restés stables ?", 2005.

33. Ministère de L'Equipement, www.ile-de-france.equipement.gouv.fr/IMG/pdf/partie9_cle2beea8-2.pdf.

34. Communication personnelle de Lyn Martin, BTRE.

35. Goodwin, 2004.

6. PRINCIPES STRATÉGIQUES DE RÉGULATION DE LA CONGESTION

Ce chapitre donne au responsable politique et à l'acteur de terrain des indications sur les principes stratégiques généraux utiles pour orienter la politique en matière de congestion. Il le fait en abordant les résultats constatés des politiques de régulation de la congestion, à la fois prévus et imprévus et cherche comment déployer des mesures pour gérer la congestion au mieux, le plus efficacement et de la manière la plus durable.

6.1 Planification stratégique, stratégies et politique de régulation de la congestion

Si la société est essentiellement intéressée par une meilleure régulation de la congestion – et tout lecteur des quotidiens dans la plupart des villes du monde confirmerait que c'est le cas, c'est parce que de nombreux citadins subissent un impact négatif sous une forme ou sous une autre de ce qui semble être un problème insoluble. Alors qu'historiquement, la congestion est allée de pair avec la croissance et la maturité de zones urbaines par ailleurs dynamiques, les citoyens sentent certainement que l'on peut et que l'on devrait faire beaucoup plus pour réduire ces impacts. En effet, beaucoup *doit* être fait et les services en charge des transports dans le monde entier ont fait preuve d'une grande créativité et montré à la fois de la détermination et de l'énergie en cherchant à minimiser les impacts négatifs de la congestion… malheureusement sans grandes réussites durables.

Les succès limités et les échecs passés dans le combat mené pour endiguer la congestion ont été dus en partie au cadre dans lequel ont été déployées les politiques de régulation de la congestion.

Beaucoup ont cherché à éradiquer la congestion, objectif louable mais presque irréalisable, du moins dans des villes en pleine croissance et dynamiques sur le plan économique. D'autres ont cherché à traiter la congestion "sur route" et ont été frustrées lorsque des changements dans les schémas et la demande de déplacement (et autres "macro" facteurs-sources de congestion soulignés dans le chapitre 2 – y compris ceux qui ont été apportés par la nouvelle infrastructure elle-même –) ont contrarié leurs projets. Dans de nombreux cas également, des politiques de régulation de la congestion ont été déployées dans un cadre relativement limité qui a cherché à traiter les aspects les plus immédiats plutôt qu'à adopter une vision plus holistique et stratégique du processus de régulation de la congestion.

Alors qu'il existe de nombreuses mesures envisageables pour "traiter" ou atténuer la congestion, il n'y a aucune solution *parfaite*.

Les mesures de réduction de la congestion font partie du processus vaste et complexe d'occupation des sols, d'urbanisation et de planification générale du trafic, propre à chaque région urbaine. En outre, la congestion routière n'affecte pas seulement les usagers de la route mais tous les citadins. Le succès de la mise en œuvre d'actions ciblant la congestion dépend de nombreux facteurs comme l'endroit, la date, la situation économique et démographique et bien sur le type de congestion, évoqué dans le chapitre 3.

Par conséquent, le défi pour les responsables est de développer la vision stratégique appropriée du processus de régulation de la congestion afin d'orienter le choix de mesures de régulation de la congestion spécifiques et nécessairement variées pour leur ville. La première section du chapitre 6 concerne ce cadre stratégique.

6.2 Cadre stratégique pour la régulation de la congestion

Dans de nombreux pays ou régions, comme l'indique le chapitre 4, il existe un vaste choix de cadres conceptuels et de fondements opérationnels pour les politiques de régulation de la congestion. Par exemple :

- L'Administration fédérale américaine des autoroutes accepte de débourser des fonds fédéraux pour des projets de délestage de la congestion à condition que toutes les autres options aient été examinées (gestion du trafic, gestion de la demande, etc.).

- Le Japon croit fermement que dans le contexte du grand Tokyo, l'expansion de l'infrastructure (ou plus précisément, la réalisation de réseaux routiers) est la première option de régulation de la congestion (suivie ou accompagnée de la gestion de la demande).

- Londres (RU) croit que la tarification au cordon a permis une approche commerciale dans laquelle les usagers de la route peuvent agir rationnellement sur leurs décisions de déplacement en réponse à un prix qui reflète une évaluation approximative de la charge de congestion qu'elles pourraient imposer.

Chacune de ces méthodes repose sur un cadre national, le contexte local et régional et un ensemble d'hypothèses. Tous ces facteurs, à leur tour, ont un impact sur la composition et la mise en application de mesures appropriées de régulation de la congestion.

S'attaquer aux "micro" [1] facteurs sources de la congestion (comme indiqué dans le chapitre 3) entraîne en général des réponses opérationnelles plus traditionnelles de la part des transports et de la route alors que s'attaquer aux "macro" facteurs sources de la congestion implique des instruments beaucoup plus importants puisque ces derniers comprennent un vaste choix de facteurs tels que :

- L'occupation des sols.
- Les schémas d'activité.
- Les schémas de temps.
- La culture du comportement de mobilité.
- Le développement économique.
- La motorisation.
- Le prix du carburant.

Le voyageur individuel avec son expérience, ses habitudes et son comportement est au centre de l'équation de la congestion. Réduire la congestion ne signifie pas seulement apporter des changements au transport et à son environnement mais également influencer le voyageur/le conducteur potentiel et sa décision de se déplacer, comment et quand. Ce qui complique encore l'équation c'est le fait qu'il existe une grande hétérogénéité de voyageurs et d'objectifs de déplacement, y compris le transport de fret qui peut ne pas réagir de la même manière à des politiques spécifiques de régulation de la congestion.

6.3 Planification stratégique et régulation de la congestion

Le développement et la mise en œuvre de la régulation de la congestion, qui s'attaquent à la fois aux "micro" et aux "macro" facteurs sources de la congestion nécessitent une méthode importante et holistique. Les mesures qui ne se limitent qu'à ce qui se passe sur la route (par exemple en se focalisant sur une prise de décision ponctuelle projet par projet) ne permettront probablement pas un délestage durable de la congestion – si encore elles le permettent.

Certains services publics ont reconnu le besoin d'une telle méthode et se sont concentrés sur le développement d'un cadre de planification stratégique de la régulation de la congestion qui cherche à résoudre le problème à ses multiples sources.

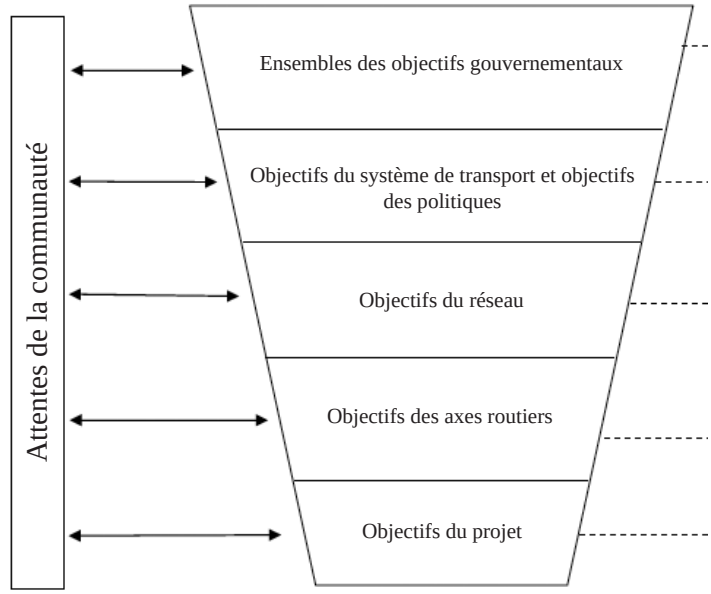
Le Conseil Australien des Transports décrit l'application d'une planification stratégique au transport comme la détermination

> *"de l'orientation générale désirée du système dans lequel sont développés des projets potentiels et des programmes d'investissements. Elle indique l'orientation nécessaire au développement des politiques de transport et aux programmes d'investissements qui devront produire les résultats escomptés dans une échelle de temps vraisemblable (…) Pour être réaliste et réalisable, un plan stratégique doit aussi tenir compte de l'inévitable compromis qui, compte tenu des autres priorités du gouvernement et de la masse des investissements de transport désirés par les usagers et la communauté, dépasse habituellement la capacité financière du gouvernement pour ce type de propositions (…) La planification stratégique offre une opportunité pour limiter, dés le début, les choix relatifs aux types d'options qui doivent être considérées comme prioritaires"* [2].

Dans ce contexte, le Conseil Australien des Transports a élaboré une série d'objectifs hiérarchiques, liés et échelonnés de telle sorte que la définition des objectifs à un niveau détermine le contexte, guide et oriente les objectifs fixés au niveau suivant.

Cette méthode est une méthode que l'on trouve souvent dans le cadre des applications nationales et régionales du plan d'occupation des sols (comme en France). La figure 2.1. illustre la hiérarchie des objectifs politiques en matière de transport selon la méthode australienne. La force de cette méthode est que les politiques qui appliquent ce concept peuvent présenter des stratégies cohérentes et repérables aux niveaux local, régional et national. En outre, lorsque ce type de cadre stratégique est lié au financement conditionnel de projets spécifiques, cette méthode peut garantir la production des résultats spécifiques désirés. C'est le cas aux États-Unis avec le déboursement conditionnel des recettes fiscales sur le gaz pour des projets stratégiques conformes au plan dans le cadre de la "Loi sur l'efficacité des transports intermodaux de surface" de 1991 et de ses rééditions ultérieures.

Figure 6.1. **Planification stratégique : Hiérarchie des objectifs liés**



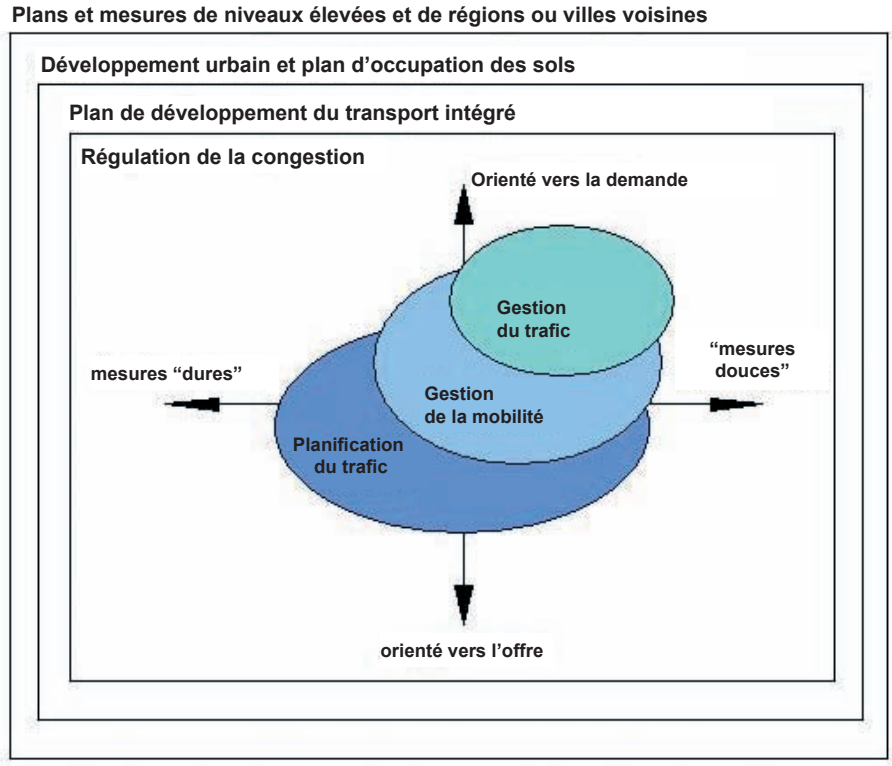
Source : Australian Transport Council, 2005.

Dans ce cadre ou dans d'autres cadres similaires d'élaboration d'une politique stratégique des transports, les liens politiques entre les différents niveaux de planification des transports peuvent être explicités. Par exemple, l'Allemagne utilise un cadre pour planifier ses réponses en matière de gestion de la congestion permettant aux responsables de lier les projets sur route à des zones d'intervention politiques plus vastes comme la gestion de la mobilité et le plan d'occupation des sols (cf figure 6.2).

Ce cadre permet aux responsables et aux opérateurs de la voirie de comprendre les liens entre le niveau de mesures le plus large (Urbanisme et plan d'occupation des sols) et le plus spécifique (Régulation de la congestion sur route). Une plus grande prise en compte des liens entre le développement urbain et le plan d'occupation des sols, qui agissent tous deux sur les multiples facteurs sous-jacents de la congestion, peut rendre inutile, dans une certaine mesure, une application généralisée de la gestion de la congestion routière.

Cette méthode permet aussi aux responsables des transports de voir où les stratégies spécifiques de régulation de la congestion sont en concordance avec des politiques de développement d'infrastructures à plus long terme traitant équitablement tous les axes et également avec des politiques de gestion du trafic à court-terme tombant sous la rubrique des politiques "douces" (par exemple sans infrastructures) orientées vers la demande.

Figure 6.2. **Cadre de classification allemande pour les mesures de réduction de la congestion**



Source : D'après la "Road and Transport Research Association" : Indications pour le développement stratégique dans la gestion dynamique du trafic, Cologne ; 2003.

Celles-ci ainsi que d'autres méthodes holistiques de ce type utilisées pour définir le cadre des politiques de régulation de la congestion sont utiles car elles permettent aux responsables de garantir une prise en compte de l'ensemble des causes de la congestion et s'attaquent dans leurs réponses aux facteurs spécifiques qui contribuent à la congestion.

Développer un cadre stratégique pour évaluer les politiques de régulation de la congestion et développer une stratégie d'action sont , cependant, deux activités différentes. Dans ce dernier cas, les responsables cherchent des conseils sur la manière dont ils doivent agir et pas nécessairement sur le niveau auquel ils doivent agir. Que peut-on dire alors des principes stratégiques capables de guider les responsables sur la meilleure façon de gérer la congestion ?

6.4 Principes stratégiques de politique de régulation de la congestion

Le chapitre 3 a détaillé l'interaction entre la disponibilité d'une nouvelle capacité routière ou d'une capacité routière récemment libérée et les niveaux de trafic. Cette interaction positive, la plus forte dans les zones urbaines encombrées, est essentielle pour élaborer la méthode stratégique de régulation de la congestion. La relation est complexe mais il faudrait retenir que, plutôt que l'impact que les politiques pourraient avoir sur des niveaux de demande *existants*, ce qui importe le plus pour les efforts de régulation de la congestion est l'impact que les politiques auront sur les niveaux de demande *futurs* – en particulier ceux qui apparaitront après la mise en œuvre de mesures de régulation de la congestion. Si cette dernière – en l'occurrence, la demande de capacité de transport après intervention – ne représente aucune amélioration

réelle de la situation existante d'un point de vue opérationnel ou d'un point de vue des usagers (les routes sont aussi encombrées qu'avant mais avec davantage de véhicules circulant potentiellement sur de plus longues distances), que peut-on dire des prétendus avantages des politiques de régulation de la congestion ?

Trois types de stratégies semblent être utiles pour satisfaire la demande globale d'espace routier et ont été intégrés dans les principes suivants de régulation de la congestion.

- *Coordonner le plan d'occupation des sols et la planification des transports*. Ce principe concerne la vitesse d'utilisation de la nouvelle capacité – et l'impact que les politiques pourraient avoir sur la nature et l'étendue de la future demande de déplacement routier.

- *Offrir un système de transport fiable*. Ce principe concerne la façon dont les autorités en charge du transport peuvent améliorer le rendement des déplacements routiers même s'il peut être difficile de mettre en place des mesures proposant d'importantes économies de temps de déplacement.

- *Gérer avec anticipation la demande de capacité routière*. Ce principe concerne la nécessité de gérer la capacité de manière à ce que le rendement du système de transport ne subisse pas d'impacts négatifs.

Principe n°1 : S'assurer que le plan d'occupation des sols, et les objectifs communautaires qu'il représente, soit coordonné aux politiques de régulation de la congestion

On a dit que la politique de régulation de la congestion la plus sûre est la dépression économique. C'est parce qu'une façon d'éviter les encombrements sur les routes est d'éviter les encombrements des villes – les zones qui perdent leur population à cause de conditions économiques défavorables sont certaines d'avoir des routes moins encombrées. Cependant c'est une malédiction pour les régions urbaines dont la réussite même est liée au dynamisme économique, culturel et humain – et ce à juste titre ! Les gouvernements ne disposent-ils pas d'outils et de stratégies permettant de gérer avec plus d'anticipation et plus avantageusement l'étendue et la nature de la demande de déplacements urbains ?

De nombreux gouvernements pensent que si ! et au cœur de ces exemples il existe une forte interconnexion entre les politiques territoriales et les politiques de transport. Ces deux domaines sont très étroitement liés en réalité – l'occupation des sols donne lieu à des déplacements et l'interaction entre points de départ et destinations géographiquement éloignés les uns des autres donne lieu à des schémas de déplacements régionaux. Cependant, en pratique, de nombreuses régions (avec plusieurs dispenses importantes) ne parviennent pas à coordonner le plan d'occupation des sols à long terme et la planification du trafic. Dans le cadre présenté sur la figure 5.2, le lien entre les deux niveaux supérieurs de politiques (politiques régionales et développement urbain/plan d'occupation des sols) et les politiques de gestion des transports et de la congestion n'est pas établi explicitement. Dans ce contexte, il est essentiel que des politiques qui envisagent une baisse à long terme de la congestion dans les zones urbaines soient élaborées à travers un processus coordonné qui soit multi-niveaux et multi-intervenants.

L'expérience de nombreux pays et régions, cependant, a montré que des politiques d'occupation des sols bien étudiées qui relient explicitement les attentes communautaires relatives au développement à long terme de la ville aux résultats des transports peuvent avoir un impact positif sur de nombreux résultats – y compris la gestion de la circulation et de la congestion. Et d'autre part : des politiques qui ne confrontent pas ces attentes communautaires aux impacts sur la congestion n'obtiendront pas de résultats durables (même si elles remportent parfois des succès à court terme). Comme cela est noté ailleurs, alors que la congestion se produit sur les routes, sa solution impliquera nécessairement des intervenants ayant des responsabilités

dans d'autres domaines. Le chapitre 10 indiquera comment des mécanismes et des alliances de coordination efficaces peuvent aider les politiques de régulation de la congestion.

Le premier principe stratégique pour des politiques efficaces de régulation de la congestion est que les régions urbaines doivent relier explicitement les politiques d'occupation des sols et les attentes communautaires que celles-ci représentent, aux politiques de régulation de la congestion.

Principe n°2 : Communiquer des temps de déplacement prévisibles

Les précédentes sections de ce rapport ont souligné l'importance de la fiabilité du rendement du transport routier. La congestion influence à la fois les vitesses moyennes de déplacement et la fiabilité du déplacement – et tout porte à croire que cette dernière peut être plus importante que la première du fait que les gens planifient un déplacement soumis aux encombrements mais sont frustrés par un déplacement peu fiable. Ceci suggère un troisième principe stratégique général subordonné à ceux décrits précédemment.

Le deuxième principe stratégique pour des politiques efficaces de régulation de la congestion est de cibler la variabilité du temps de déplacement et les plus graves incidents de congestion d'abord en donnant une échelle de priorités aux mesures de régulation de la congestion puisque des temps de déplacements peu fiables et extrêmement variables imposent la plus grande "souffrance" aux usagers de la route.

Une augmentation de la fiabilité et de la prévisibilité des temps de déplacement peut rapidement soulager cette "souffrance". Des mesures types incluent la planification et la coordination des travaux de voirie, une réaction rapide à des feux de signalisation défectueux et à des bouchons provoqués par des accidents.

Principe n°3 : Les voies urbaines à très grande circulation doivent être gérées pour préserver un rendement approprié du système

A l'heure actuelle, rien ne limite en général l'accès aux voies urbaines si ce n'est la congestion elle-même. En effet, la congestion due à des files d'attente est un puissant mécanisme de rationnement dont peu de gens s'accorderaient à reconnaitre l'efficacité.

Comment pourrait-on incorporer dans le calcul du déplacement des indices de manque d'espace des voies routières autres que des vitesses de déplacement réduites et des conditions de circulation peu fiables ? La première étape serait de reconnaitre que seul un très petit nombre de types de politiques peuvent explicitement procurer un tel indice.

Le domaine des stratégies potentielles de régulation de la congestion est vaste mais la plupart des stratégies entrent dans l'une des deux catégories – celles qui offrent une nouvelle capacité ou qui libèrent directement/indirectement la capacité existante et celles qui indiquent la rareté en plafonnant, limitant ou gérant différemment les niveaux de circulation de la nouvelle capacité ou de celle libérée récemment. Cependant, on ne peut pas s'attendre à ce qu'une capacité récemment ajoutée ou libérée ne soit pas éventuellement saturée dans des zones urbaines dynamiques à moins que l'utilisation de la capacité ajoutée soit gérée autrement :

Le troisième principe stratégique pour des politiques efficaces de régulation de la congestion est que, à la lumière d'une demande induite ou supprimée, les mesures de production de capacité devraient toujours s'accompagner de mesures de gestion des niveaux de circulation sur des voies urbaines très encombrées à défaut de mécanismes capables de garantir les avantages retirés de la nouvelle capacité.

D'une manière générale, il n'existe que trois grands ensembles de politiques de "détermination d'indices" qui ont la capacité immédiate d'influer sur le phénomène de trafic induit. Tous trois fonctionnent en contrôlant le volume de déplacement possible sur la capacité récemment disponible. Ce sont :

- La gestion directe de l'accès physique à la voie routière par des *politiques d'accès*.
- L'impact sur la possibilité pour les usagers potentiels de la route d'effectuer en voiture le déplacement jusqu'à leur destination finale, à travers des *politiques de stationnement complètes et cohérentes appliquées sur des emplacements à forte densité de déplacement*.
- La gestion du niveau de trafic cherchant à niveler l'utilisation de la capacité routière disponible aux différentes heures de la journée (par exemple à travers des *politiques de péage* qui réduisent l'utilisation, ou l'accès à des réseaux routiers ou à des secteurs de la ville).

6.5 Pas de régulation de la congestion sans gestion de la demande

Les trois principes énumérés précédemment sont tous reliés à un thème central d'une importance fondamentale pour les gestionnaires de la voirie et les responsables intéressés par la lutte contre la congestion dans les zones urbaines. Ils concernent tous *la gestion de ce qui était auparavant une entité non gérée – la demande de routes*.

Il n'est pas tout à fait juste de dire que la demande de routes n'a jamais été gérée par le passé – elle l'a été – mais le plus souvent par des files d'attente déclenchées par la congestion elle-même. L'énergie cumulée déployée pour s'attaquer à la congestion prouve de manière éloquente le mécontentement général que ce type de "gestion" de la demande a généré. Aussi, dire que la *demande* de routes n'a pas souvent été gérée, ne signifie pas que les *routes elles mêmes* n'ont pas été gérées – elles l'ont été – mais évidemment, dans de nombreuses zones urbaines, le rendement de la gestion des routes n'a pas été satisfaisant aux heures de pointe.

La notion de restriction ou de gestion différente de l'accès à ce que les générations actuelles connaissent comme un bien "gratuit" soulève plusieurs questions fondamentales, dont en particulier :

"Les autorités chargées du transport, les responsables de la voirie, devraient-ils gérer ou limiter la demande de trafic ?"

Dans la plupart des pays membres, l'infrastructure routière a été traditionnellement développée, exploitée et entretenue par les services administratifs chargés du transport ou de la voirie. Malgré un nombre de projets routiers importants entrepris avec l'implication du secteur privé dans certains pays, le rôle traditionnel des services de voirie a généralement été maintenu.

L'un des problèmes clés liés à la résolution de la congestion du trafic est que, une fois l'infrastructure routière fournie, les services de voirie ont en général limité leur implication dans la gestion du réseau routier et très souvent adopté le rôle de facilitateurs d'utilisation de la route.

Dans ce rôle de facilitation, les services de voirie s'attachent à faciliter l'accès aux infrastructures et leur utilisation par les usagers de la route souhaitant utiliser le système routier. Par exemple, les administrations consacrent en général des ressources considérables à :

- Surveiller le rendement des voies routières et des intersections, le cas échéant améliorer l'infrastructure locale et augmenter la capacité des intersections (par des mesures comme la coordination des feux de signalisation, des voies de présélection etc.…).

- Supprimer les contraintes empêchant les flux de circulation aux heures de pointe (par exemple limitation du stationnement sur rue) etc.

- Essayer d'optimiser la capacité des infrastructures à satisfaire la demande de circulation.

Comparativement aux gestionnaires d'infrastructures autres que les routes, les services de la voirie jouent en général un rôle moins important, si tant est qu'un rôle quelconque leur soit attribué, dans la gestion de la demande globale d'utilisation de leurs systèmes d'infrastructure. En fait, il est même possible que la question de savoir si la demande globale d'utilisation du système de voirie doit être effectivement gérée ne fasse pas l'objet d'une grande attention.

Dans d'autres secteurs de l'infrastructure (par exemple l'eau, les télécommunications, l'électricité), les gestionnaires de l'infrastructure se voient attribuer un rôle clé dans la gestion de leur infrastructure. Les opérateurs de téléphones fixes et de téléphones mobiles et les distributeurs d'électricité attachent une grande importance à la gestion de la demande d'infrastructures par des méthodes qui réduisent l'utilisation de l'infrastructure aux heures de pointe et augmentent leur utilisation aux heures creuses. C'est également vrai pour des secteurs du transport autres que les routes, bien que les lignes aériennes et le rail limitent également l'accès, de sorte que la demande ne dépasse pas la capacité de leurs services. Souvent les compagnies aériennes répartissent aussi la demande entre les réseaux en taxant moins les services indirects que les services directs.

Ce type de gestion de la demande et de l'utilisation de l'infrastructure du réseau dans d'autres secteurs contribue à maintenir les services offerts aux usagers à des niveaux acceptables. Bien qu'il y ait en général des retards occasionnels dans les services des télécommunications ou des pannes d'électricité occasionnelles provoquées par une demande excessive, une distinction importante par rapport aux systèmes de voirie est que ces retards tendent à être relativement rares. Une seconde distinction importante par rapport à l'infrastructure routière est que lorsque ces retards se produisent, les gestionnaires de l'infrastructure prennent des décisions pour s'assurer qu'ils ne se reproduiront pas.

Dans la plupart des cas impliquant d'autres infrastructures, de meilleurs résultats sont obtenus avec des politiques et des mesures qui augmentent la résistance à une demande excessive apparaissant sur leurs réseaux en réduisant les niveaux de demande.

Sauf à ce que les gouvernements donnent aux gestionnaires d'infrastructures routières la possibilité d'employer des politiques et des mesures similaires de gestion de la voirie, de nombreuses mesures de réduction et de régulation de la congestion pouvant être mises en œuvre demeureront sans effet. Ce n'est pas seulement vrai pour l'amélioration de l'infrastructure existante mais aussi pour une nouvelle infrastructure construite pour réduire la congestion. Sans une gestion correcte, toute l'infrastructure est susceptible d'être éventuellement débordée par la demande.

Le premier principe développe la notion selon laquelle la demande de routes devrait être gérée en se référant à la façon dont les usagers de la route et les citadins souhaitent voir leur communauté se développer et aux types d'options de mobilité dont ils souhaitent disposer à long terme. La gestion de la demande de routes ne devrait pas être un processus technocratique ou descendant mais devrait faire implicitement référence à la façon dont les citoyens souhaitent que leurs communautés évoluent et fonctionnent.

Résumé du chapitre et conclusions sur des politiques

- Les mesures qui ne se limitent qu'à ce qui se passe sur la route (par exemple en se focalisant sur une prise de décision ponctuelle, projet par projet) ne permettront probablement pas un délestage durable de la congestion – si tant est qu'elles permettent un quelconque délestage. Une méthode intégrée et stratégique de la régulation de la congestion est une condition sine qua non du succès.

- La demande de routes devrait être gérée en se référant à la façon dont les usagers de la route et les citadins souhaitent voir leur communauté se développer et aux types d'options de mobilité dont ils souhaitent disposer à long terme.

- Comparativement aux gestionnaires d'infrastructures autres que les routes, les services de la voirie jouent en général un rôle moins important, si un rôle quelconque leur est attribué, en rapport avec la gestion de la demande globale d'utilisation de leurs systèmes d'infrastructure. En fait, il est possible que peu d'attention soit accordée à la question de savoir si la demande globale d'utilisation du système de voirie devrait être simplement gérée.

- Il se dessine dans ce contexte trois principes stratégiques importants qui devraient orienter les efforts de régulation de la congestion :

  1. Les régions urbaines devraient établir des liens explicites entre les politiques d'occupation des sols, et les attentes communautaires que celles-ci représentent, et les politiques de régulation de la congestion.

  2. Cibler la variabilité du temps de déplacement et les incidents de congestion très graves d'abord en donnant priorité aux mesures de régulation de la congestion – des temps de déplacement peu fiables et extrêmement variables imposent la plus grande "souffrance" aux usagers de la route.

  3. L'époque de l'accès non géré aux routes urbaines touche à sa fin. A la lumière d'une demande induite ou supprimée, les mesures de production de capacité devraient toujours s'accompagner de mesures de gestion des niveaux de circulation sur des voies urbaines très encombrées afin de "verrouiller" les avantages retirés de la nouvelle capacité.

NOTES

1. Voir discussion dans le chapitre 3 concernant les "micro" déclencheurs par rapport aux "macro" facteurs sources.

2. Conseil Australien du Transport "National Guidelines for Transport System Management in Australia, V1", November 2004, p15.

7. PLANIFICATION DU TRAFIC INTEGRÉ

Ce chapitre traite de l'importance d'intégrer les politiques de régulation de la congestion dans une stratégie plus vaste de planification du trafic et d'occupation des sols, afin de prendre en compte certains des facteurs à long terme de la demande de transport.

7.1 Planification du trafic intégré

Le début du chapitre précédent traitait du besoin d'incorporer la politique des transports dans un cadre plus vaste de planification stratégique afin que les décisions prises dans le secteur des transports correspondent aux objectifs de politique générale des gouvernements aux niveaux locaux, régionaux et nationaux. Cette méthode entraîne l'identification et l'articulation d'objectifs partagés ainsi que l'assurance que des liens appropriés soient bien établis entre les objectifs politiques du secteur des transports ou externes à ce secteur, et les autres départements des gouvernements ainsi qu'avec le secteur privé.

Alors que l'échelon international n'est pas le premier qui vient à l'esprit lorsqu'on évoque la responsabilité gouvernementale ou quasi-gouvernementale dans la résolution de la congestion urbaine, il a une réelle importance dans certaines circonstances – surtout à l'intérieur de l'Union européenne. Sans avoir une responsabilité directe dans la politique ou la planification du trafic au niveau régional, l'UE joue un rôle important en organisant et en subventionnant la recherche commune sur le sujet.

Au niveau national, les projets devraient être préparés avec un objectif plus détaillé et plus opérationnel en ce qui concerne les circonstances et les besoins. La politique nationale des transports pourrait être inclue dans une stratégie de croissance durable générale et pourrait contenir par exemple un plan d'investissement national de transport multimodal ou une étude d'optimisation du système de circulation.

Dans les pays, les régions et les villes, des politiques devraient être adoptées et mises en œuvre en fonction des objectifs et des principes partagés. Les mesures mises en place pour la politique selon ce cadre partagé n'ont pas besoin de s'attaquer directement au transport mais peuvent se concentrer sur d'autres secteurs ou d'autres niveaux de prise de décision qui ont une influence sur le transport, par exemple une politique fiscale ou commerciale.

Dans le secteur du transport, certaines mesures peuvent ne pas agir directement sur la congestion du trafic mais peuvent toutefois augmenter l'efficacité des mesures ciblant les opérations de transport ou la gestion de la demande. Parce qu'elles peuvent établir de bonnes conditions pour l'encadrement d'une politique à long terme destinée à s'attaquer à la congestion du trafic, elles ne devraient pas être ignorées. On trouve parmi celles-ci les mesures qui modifient le statut fiscal des déplacements et des véhicules et celles qui abordent l'organisation des heures de travail.

7.2 Aborder les facteurs fondamentaux de la congestion : Mesures associant l'occupation des sols à la croissance et au développement du trafic

Le premier principe stratégique souligné dans le chapitre précédent faisait référence au besoin qu'ont les politiques de régulation de la congestion de s'attaquer à certains des "facteurs" fondamentaux de la congestion et notamment d'aborder le lien entre les schémas de développement du sol et l'augmentation du trafic.

De nombreuses régions urbaines doivent gérer la croissance, ses impacts sur l'occupation des sols et leurs implications sur le trafic et la congestion. Cependant toutes les régions ne sont pas confrontées aux mêmes schémas d'aménagement et d'occupation des sols. Certaines villes se caractérisent par un centre bien développé, dense et puissant sur le plan économique, entouré d'une périphérie grandissante, dont le développement est moins dense, d'autres sont formées d'un réseau de pôles urbains de plus faible densité s'étendant plus ou moins sur toute la région urbaine et d'autres encore se caractérisent par un centre dense et une périphérie dense et très étendue. Il est clair que dans toutes les régions de l'OECD/ECMT, pas une seule *forme* de structure urbaine ne domine bien que plusieurs *schémas* similaires d'aménagement urbain soient partagés. Dans ce contexte, il ne présente aucun intérêt de prétendre qu'une forme d'aménagement urbain est nécessairement "meilleure" qu'une autre en ce qui concerne les objectifs de régulation de la congestion.

Ce que l'on peut dire, toutefois, c'est qu'étant donné le lien entre les schémas d'occupation des sols et les schémas de circulation, il est nécessaire que les stratégies de régulation de la congestion prennent en compte leur interaction. Une politique stratégique à long terme qui s'attaquerait à la congestion de la circulation devrait d'ailleurs inclure une référence à la coordination de la politique de transport, l'urbanisme et les objectifs environnementaux afin de produire des résultats durables. Dans le contexte spécifique de la régulation de la congestion, il faudrait s'attacher à résoudre la génération de déplacements et sa gestion par les outils d'urbanisation. L'occupation des sols peut influencer les sites des équipements à l'origine des déplacements et les schémas d'activités. Influencer la demande par l'urbanisme peut par conséquent contribuer à faire diminuer le trafic routier et à réduire la congestion.

Le plan d'occupation des sols inclut la gestion de la croissance – par exemple la régulation des implantations, de la densité, de la qualité et du niveau de développement. D'autre part, la politique de transport cible la gestion des niveaux de circulation actuels et à venir, qui sont et seront générés par l'évolution des activités génératrices de déplacements, elles-mêmes liées aux décisions en matière d'occupation des sols. Ainsi, pour que la politique s'intéresse aux facteurs en amont du trafic circulant sur une route de la région, il est nécessaire d'intégrer la planification du trafic dans le plan d'occupation des sols.

Les stratégies d'occupation des sols incluent aussi la conception urbaine. Toutefois, il est important de noter que les "préférences" des schémas de conception urbaine peuvent varier d'une région à l'autre. En effet, non seulement les préférences peuvent différer mais l'impact des schémas d'aménagement urbain peuvent différer selon le contexte. Les communautés devraient avoir l'opportunité de réfléchir et de planifier de manière collective le type de villes et de zones urbaines dans lesquelles elles souhaitent vivre. Cela signifie que les processus de consultation identifiés dans le chapitre 11 peuvent très bien donner des recommandations et des objectifs spécifiques différents selon le type d'aménagement urbain souhaité par les communautés.

Il est en outre important de tenir compte de divers facteurs sous-jacents qui peuvent favoriser un schéma de développement urbain par rapport à un autre. Ces facteurs, quoi qu'éventuellement hors du champ d'intervention des autorités en charge des transports, peuvent avoir un impact important et, dans de nombreux cas, influencer fortement les conclusions relatives aux transports combinés ou à l'utilisation

des espaces urbains. Ces facteurs peuvent inclure les politiques fiscales visant à faciliter l'accession à la propriété, le traitement fiscal des trajets professionnels, ou encore la manière dont les impôts fonciers sont évalués. Dans ce dernier cas, on trouve à la fois un argument traditionnel et des preuves récentes de ce qu'un transfert de la taxation des immeubles vers la taxation du terrain occupé encourage des schemas d'aménagement plus denses qui peuvent, dans certains cas, avoir une incidence sur la reduction de la congestion (cf encadré).

La Taxation de la Valeur Terrain

La Taxation de la Valeur Terrain (appelée aussi Impôt sur le Bénéfice d'Emplacement) peut être utilisée en lieux et place des traditionnels impôts locaux (taxe foncière, taxe d'habitation, taxe professionnelle…).

Elle a été utilisée avec succès dans le réaménagement de Harrisburg, en Pennsylvanie aux États-Unis et le Danemark utilise La Taxation de la Valeur Terrain pour financer les dépenses des administrations publiques locales. La Taxation de la Valeur Terrain utilise une évaluation annuelle de la valeur des terrains (et non des bâtiments) afin de déterminer l'impôt à payer annuellement par les propriétaires fonciers pour les infrastructures et autres services, tels que les égouts, le ramassage des ordures, les transports publics... La valeur des terrains urbains est dans une large mesure déterminée par l'accès à ces services publics. Par exemple, la valeur du terrain sur lequel un immeuble de bureaux est situé peut être multiplié plusieurs fois par l'ouverture d'une nouvelle station de métro à proximité. Dans le cadre des modèles traditionnels de la fiscalité, d'importants profits d'aubaines reviennent aux propriétaires de bâtiments sur construits sur ces terres alors que les finances pour les transports urbains des investissements sont toujours difficiles à trouver. La TVT peut être utilisée pour permettre aux bénéficiaires de payer pour ces types d'investissement. Le résultat en est une offre de transport public plus importante et optimisée et la substitution d'un système de fiscalité locale efficace aux impôts classiques qui contrarient le développement de l'économie locale. Contrairement aux impôts sur le développement de la propriété, le système promeut plutôt qu'il n'entrave le réaménagement des sites urbains intra-muros. Il encourage le développement dans les espaces où l'infrastructure publique est déjà en place, plutôt que de favoriser l'étalement urbain dans des sites que le gouvernement est alors obligé d'aménager. Elle agit comme une puissante incitation à l'utilisation productive des sites laissés à l'abandon dans la mesure ou l'impôt doit être payé quelle que soit l'utilisation qui est faite du terrain.

Source : ECMT (2007b), Cutting Transport CO_2 Emissions: What Progress?, p. 81

Dans certains exemples, les citoyens ont exprimé le désir de vivre dans des villes où la mobilité personnelle est améliorée par des densités résidentielles plus élevées et une délocalisation des entreprises afin de créer un développement à usage mixte avec le travail, le logement et les loisirs. Dans ce cas, la mise en œuvre de mesures de stabilisation du trafic ainsi que des zones respectueuses du transport et des piétons peuvent être intégrées au processus. Dans ces zones, l'objectif est alors de favoriser l'utilisation de modes alternatifs, de soutenir les transports en commun, de diminuer le nombre de kilomètres parcourus et d'améliorer la qualité de l'air. Cette méthode maintient le niveau de mobilité mais sur des distances plus courtes et par des modes différents. Dans ces zones, l'aménagement urbain a conduit au développement ou à l'entretien de zones résidentielles à forte densité de population qui ont des besoins de déplacement minima.

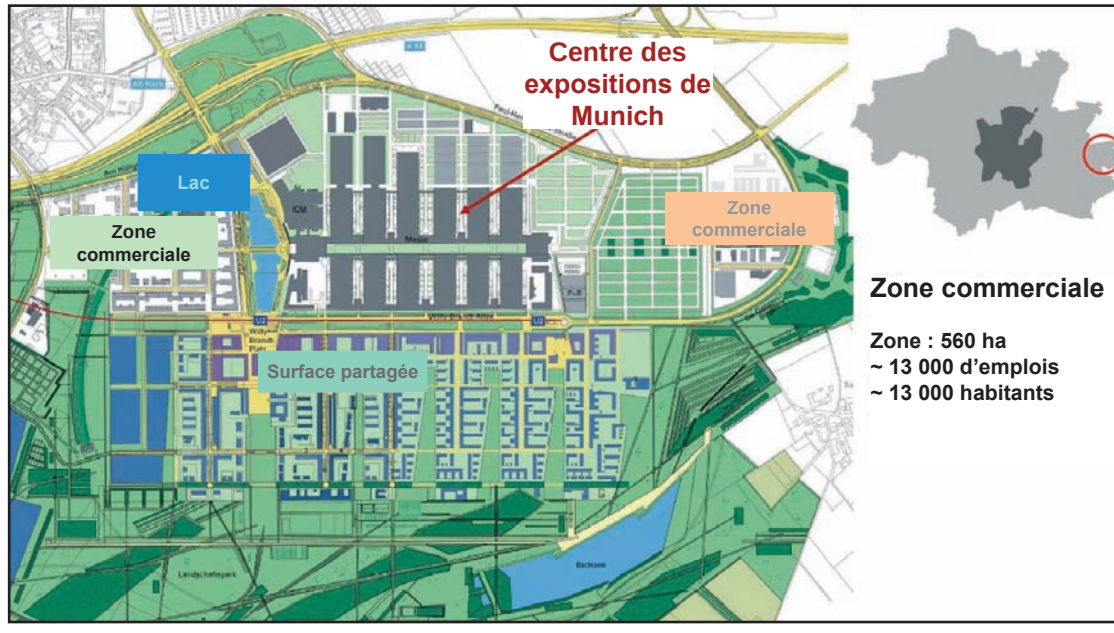
Un autre exemple d'occupation des sols et d'aménagement urbain en rapport avec le trafic est le développement de quartiers urbains près des gares (train, métro, métro léger, tram, etc.). Les opportunités d'utiliser les transports en commun sont plus appréciées, les transports en commun sont encouragés par

l'urbanisme. Cela ne se limite pas seulement à l'urbanisme mais peut aussi s'appliquer à des concepts régionaux (par exemple le développement près d'une gare ferroviaire avec des correspondances régionales).

Cependant, des zones urbaines de forte densité peuvent aussi avoir des caractéristiques négatives – l'une d'elles étant le coût élevé du logement. D'autre part, il semble bien que dans certaines régions urbaines, l'aménagement de zones urbaines de densité inférieure puisse entraîner des temps de déplacement inférieurs et non supérieurs en plus de coûts de logement inférieurs. Une récente table ronde de l'ECMT sur l'Expansion des zones bâties et la Croissance économique a souligné que dans certaines régions urbaines des Etats-Unis, les temps de déplacement domicile-travail ont parfois diminué à la périphérie des villes qui ont visé une croissance à faible densité de développement urbain. Alors que des habitants de ces villes (et notamment les habitants à faibles revenus) ont eu accès à des habitations à loyer modéré, on ne comprend pas bien tous les impacts de la croissance à faible densité de développement urbain. Dans de nombreux pays, l'expansion des zones bâties provoque la perte d'excellentes terres arables, ce qui entraîne des coûts en termes de perte de production et de productivité agricoles et l'intensité de transport de denrées agricoles. Dans l'ensemble, les villes en pleine expansion ont de plus fortes intensités de trafic, les banlieues n'étant pas taxées correctement pour les coûts plus élevés des infrastructures. De plus, malgré les coûts réduits en termes d'émissions de CO_2 du transport urbain dus aux améliorations de la technologie automobile, les coûts en matière de santé des niveaux de pollution absolue restants sont importants et ne sont pas totalement pris en compte [1].

Malgré l'importance du lien entre l'occupation des sols et les politiques de transport, le développement et la mise en œuvre de politiques intégrées de plans d'occupation des sols sont parfois difficiles car ils requièrent un soutien et une coordination à long terme. Les responsables doivent identifier les problèmes et étudier les meilleures solutions et joindre leurs forces aux entreprises de transport, aux sociétés privées, aux administrations locales et au public en général. Il est également important de tenir compte du contexte environnemental d'une zone donnée - notamment lorsque le développement de l'infrastructure menace de faire éclater des écosystèmes sensibles ou ayant une certaine valeur.

Figure 7.2. **Messestadt Riem, un nouveau quartier de la région de Munich**



Source : www.messestadt-riem.com.

A Munich, en Allemagne, le projet ISAR SÜD symbolise la transformation de locaux commerciaux en une zone urbaine réunissant le travail, l'hébergement et les loisirs. Alors que le projet a pour principal objectif d'augmenter la qualité de la vie pour les gens qui vivent et travaillent dans cette zone, il réduira également le nombre de déplacements. La zone industrielle existante est l'un des principaux pôles d'attraction au sud de Munich et ISAR SÜD[2] peut réduire la demande de trafic et la congestion.

Le nouveau quartier de Munich Riem Sur le terrain de l'ancien aéroport de Munich Riem, l'un des plus grands projets d'aménagement urbain d'Europe sera réalisé d'ici 2013. 13 000 habitants et environ 13 000 emplois stimuleront l'économie du nouveau quartier, à 7 km seulement à vol d'oiseau du centre de Munich. La combinaison des sphères de vie, de travail et d'éducation, accompagnées de l'infrastructure nécessaire et d'une vaste zone de verdure sont créées par Munich, capitale de la province, et de nombreux experts dans un processus de planification et de développement à long terme[3].

Au Royaume-Uni il est maintenant courant que l'agrément d'un plan d'occupation des sols pour de nouveaux bâtiments de bureaux ne soit accordé qu'à condition que l'entreprise qui souhaite occuper le bâtiment adopte un "Plan de transport écologique" Le Plan fixe les mesures à prendre par le futur occupant pour réduire l'utilisation de la voiture, par exemple en limitant le nombre de places de stationnement, en proposant des arrêts de bus et en organisant le covoiturage.

Le plan d'occupation des sols est plus adapté aux aménagements nouveaux Il ne peut apporter qu'une contribution très limitée à des niveaux autres que locaux. A plus long terme, s'il est appliqué en permanence, il peut servir à réduire la demande de déplacement sur les installations existantes. En plus de réduire la demande déplacement, il est souvent associé aux avantages d'une "habitabilité" améliorée par une meilleure esthétique urbaine. Cependant, en encourageant plus d'aménagement dans les zones urbaines à forte densité et moins dans les zones rurales ou suburbaines, et alors que les gens parcourront des distances plus courtes et seront donc moins susceptibles de se déplacer en voiture, les déplacements en voiture que continueront d'effectuer les résidents de ces zones (l'objectif de la politique étant d'encourager les ménages les plus riches à vivre dans ces zones qui sont actuellement surtout habitées par des ménages aux revenus modestes, souvent sans voitures ni emplois) auront lieu dans des endroits plus sujets à la congestion. Il n'est donc pas évident qu'une densification permise par le plan d'occupation des sols entraîne nécessairement une réduction de la congestion.

De plus, la résultante d'une densité plus élevée est que les ménages disposent de moins de surface d'habitation (pas de garage, un petit jardin, le cas échéant, des pièces plus petites etc.). Une politique de planification de l'occupation des sols, qui empêche les promoteurs de construire de nouveaux logements avec de nombreuses installations privées dans les banlieues extérieures et ne permet de construire que des logements moins spacieux à plus forte densité et plus près du centre ville, est une politique qui place le bien public visible au-dessus de l'intérêt privé. Les décideurs peuvent donc avoir quelques difficultés à faire appliquer ces politiques. Pour faire admettre ces politiques, il pourrait être nécessaire d'augmenter les dépenses publiques afin d'offrir des installations communes de grande qualité, comme des parcs publics qui combleraient le manque de jardins privés.

Résumé du chapitre

- Dans les pays, les régions et les villes, des politiques devraient être adoptées et mises en place en fonction des objectifs et des principes communs. Les mesures politiques mises en place selon ce cadre commun n'ont pas besoin de s'attaquer directement au transport mais peuvent se concentrer sur d'autres secteurs ou d'autres niveaux de prise de décision qui ont une influence sur le transport. On trouve parmi celles-ci les mesures qui tendent à changer le statut fiscal des déplacements et des véhicules et celles qui cherchent à aborder l'organisation des heures de travail.

- Ainsi, pour que la politique s'intéresse aux facteurs en amont du trafic sur les routes de la région, il est nécessaire d'intégrer la planification du trafic dans le plan d'occupation des sols.

- Pas une seule forme de structure urbaine ne domine bien que plusieurs *schémas* similaires d'aménagement urbain soient partagés. Dans ces conditions, Il ne présente aucun intérêt de prétendre qu'une forme d'aménagement urbain est nécessairement "meilleure" qu'une autre en ce qui concerne les objectifs de régulation de la congestion.

- Les communautés devraient avoir l'opportunité de réfléchir et de planifier de manière collective le type de villes et de zones urbaines dans lesquelles elles souhaitent vivre. Cela signifie que les processus de consultation sur la planification des transports et l'occupation des sols peuvent très bien donner différentes recommandations et objectifs spécifiques relativement au type d'urbanisme souhaité par les communautés.

- Si l'on étudie les politiques régionales de planification coordonnées de l'occupation des sols et des transports, les communautés devraient tenir compte des larges impacts des politiques qui dépassent le seul secteur des transports – par exemple les impacts démographiques liés aux coûts du logement, les impacts sur l'environnement de même que les impacts sur la productivité liés aux changements d'affectation des sols (par exemple des terres arables).

NOTES

1. ECMT, 2006, Round Table on "Urban Sprawl and Economic Growth".

2. Projet Isar Süd, Munich, Isar Süd GmbH.

3. www.messestadt-riem.com.

8. AMÉLIORATION DE LA FIABILITÉ DU RENDEMENT DU SYSTÈME ROUTIER URBAIN

Souvent, la fiabilité des temps de déplacement et, d'une manière plus générale, la fiabilité du rendement du système de transport n'a pas été le thème explicite des politiques de régulation de la congestion par le passé. Des routes encombrées sont en général des routes peu fiables – la recherche menée pour TRANSFUND[1] indique que : alors que la variabilité des temps de travail est insignifiante dans un rapport volume-capacité (v/c) de 0.9, elle augmente fortement à un rapport v/c de 1.3, qui reste son maximum – ainsi la plupart des mesures destinées à réduire la congestion excessive procureront également une amélioration de la fiabilité des temps de déplacement. Ces autres mesures sont traitées dans les chapitres précédents et en cours, cependant quelques stratégies particulières ciblent spécifiquement et améliorent la fiabilité des temps de déplacement. Elles font l'objet de ce chapitre.

Les politiques cherchant à fournir des temps de déplacement plus prévisibles et plus stables sur les routes urbaines devraient tenir compte des éléments suivants :

- La recherche sur la fiabilité des temps de déplacement corrobore les constatations de la recherche récente sur la gestion du trafic et l'économie du transport – la fiabilité des temps de déplacement est meilleure lorsque le trafic des routes est géré de telle sorte que les flux réels soient inférieurs à la capacité physique de la route.

- Etant donnée l'importance des incidents de la route dans l'imprévisibilité des temps de déplacement, la prévention et une meilleure gestion de ceux-ci peuvent considérablement augmenter la fiabilité des temps de déplacement.

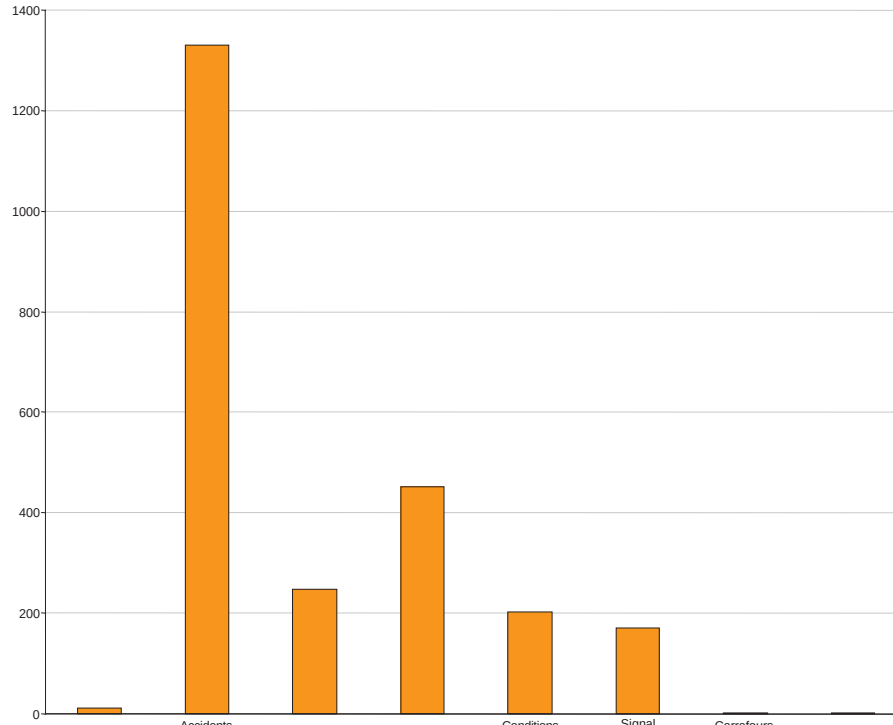
- La recherche laisse apparaître que les mesures d'augmentation de la capacité aux intersections peuvent améliorer la fiabilité des déplacements sans améliorer nécessairement les temps de déplacement moyens. Malgré un impact limité sur les temps de déplacement moyens, l'amélioration de la fiabilité des déplacements tirée de ces mesures procure des avantages tangibles aux usagers de la route.

- Plus généralement, de petites réductions dans les rapports v/c peuvent donner de grands avantages de fiabilité - surtout si ceux-ci descendent v/c en dessous de 1.0 – même s'ils ne donnent pas d'avantages tangibles de temps de déplacement.

- Enfin, les plus grandes améliorations de la fiabilité des temps de déplacement peuvent être recherchées entre les heures de pointe. Réduire v/c de 1.1 à 0.8 entre les heures de pointe aura un très grand impact sur la fiabilité. De même, alors que réduire v/c aux heures de pointe très encombrées, de 1.0 à 0.9 aura un impact important, réduire de 1.6 à 1.3 aura un impact pratiquement imperceptible sur la fiabilité. Ceci suggère que les plus grands avantages découlant de mesures spécifiques à la fiabilité iront à ceux qui peuvent reprogrammer leurs heures de départ loin des heures de pointe très encombrées.

La proportion dans laquelle les accidents, les travaux de voirie et autres incidents ou événements non prévus influencent le flux de circulation varie selon l'heure de la journée (heures de pointe vs heures creuses) et par type de réseau routier (réseau urbain dense comparé à des infrastructures autoroutières sans interruptions). Les pertes de capacité sur des routes non fréquentées ou à des heures creuses ont évidemment peu d'impact sur les voyageurs – mais elles peuvent avoir un impact significatif aux heures de pointe dans les zones urbaines. Un rapport de recherches des États-Unis[2] décrit l'ampleur et la taille3 des ces pertes temporaires de capacité sur les autoroutes urbaines et les artères principales (voir figure 8.1).

Figure 8.1. **Impacts des pertes temporaires de capacité des autoroutes/des artères principales aux États-Unis (1999) dans de grandes villes et de très grandes villes**



	Accidents mortels	Accidents non mortels	Pannes	Zones de travaux	Conditions climatiques	Signal Programmation de temps de signalisation	Carrefours ferroviaires	Fret urbain
Retard en millions de véh/heure	10.90	1329.40	246.90	451.90	202.70	169.70	1.10	0.99
Retard hr/milliers de km parcourus	0.018	2.190	0.407	0.745	0.334	0.280	0.002	0.002

Source : Chin et al (2002) "Pertes temporaires de capacité autoroutière et impacts sur le rendement".

L'importance des accidents et incidents dans l'aggravation des retards de déplacement aux États-Unis se retrouve également dans de nombreux autres pays. De par leur nature, ces types d'incidents sont imprévisibles et peuvent détériorer considérablement la prévisibilité des temps de déplacement. L'étude américaine souligne aussi l'importance des zones de chantiers qui, tout en étant prévisibles pour les gestionnaires des routes, peut l'être moins pour les usagers de la route et avoir ainsi un impact sur la constance des temps de déplacement. Ce chapitre étudiera des mesures susceptibles de réduire les impacts de ces deux facteurs sur la variabilité du temps de déplacement dans les zones urbaines. Ce chapitre étudiera aussi des stratégies pour réduire l'incidence des livraisons de marchandises en ville sur la prévisibilité des temps de déplacement même si une étude américaine semble indiquer que ce problème n'était pas primordial aux USA en 1999, des études récentes des impacts de la livraison de marchandises dans toute la zone de l'OECD/ECMT ont depuis révélé que cette activité était un facteur important de la congestion et qu'il croissait avec le développement des pratiques d'e-commerce et de logistique [4].

8.1 Gestion des incidents

La gestion des incidents est un processus de planification et de coordination qui détecte les obstacles causés par les incidents de circulation, réagit à leur présence, les supprime et rétablit la capacité de la route le plus rapidement et sûrement possible. Les impacts d'incidents comme les accidents, les pannes de véhicules ou la présence de débris sur la route s'étendent en général au-delà de la zone immédiate entourant les débris ou les véhicules impliqués puisque les intervenants et les véhicules d'urgence seront également présents et qu'il faut laisser suffisamment de place pour que les services de secours puissent travailler en sécurité. La quantité d'espace routier nécessaire (et par conséquent la quantité d'espace routier interdit au trafic) changera également pendant la durée de l'incident au fur et à mesure que les véhicules d'urgence arriveront, détermineront un périmètre, enlèveront les véhicules ou les débris de la route et restaureront éventuellement la capacité routière. Le tableau 8.1 montre des valeurs utilisées pour évaluer les réductions de capacité déclenchées par l'incident sur les autoroutes des États-Unis.

Tableau 8.1. **Réduction temporaire de capacité due aux incidents sur autoroutes**

Incident	Autoroute à …			
	2 voies	**3 voies**	**4 voies**	**5 voies**
Véhicule déplacé sur la bande d'arrêt d'urgence	25%	16%	11%	--
1 voie bloquée	68%	47%	44%	25%
2 voies bloquées	100%	78%	66%	50%

Notes : Indice de confiance +/-5% pour les petits nombres et +/-10% pour les nombres importants.
Source : Chin *et al* (2002), "Temporary Losses of Highway Capacity and Impacts on Performance".

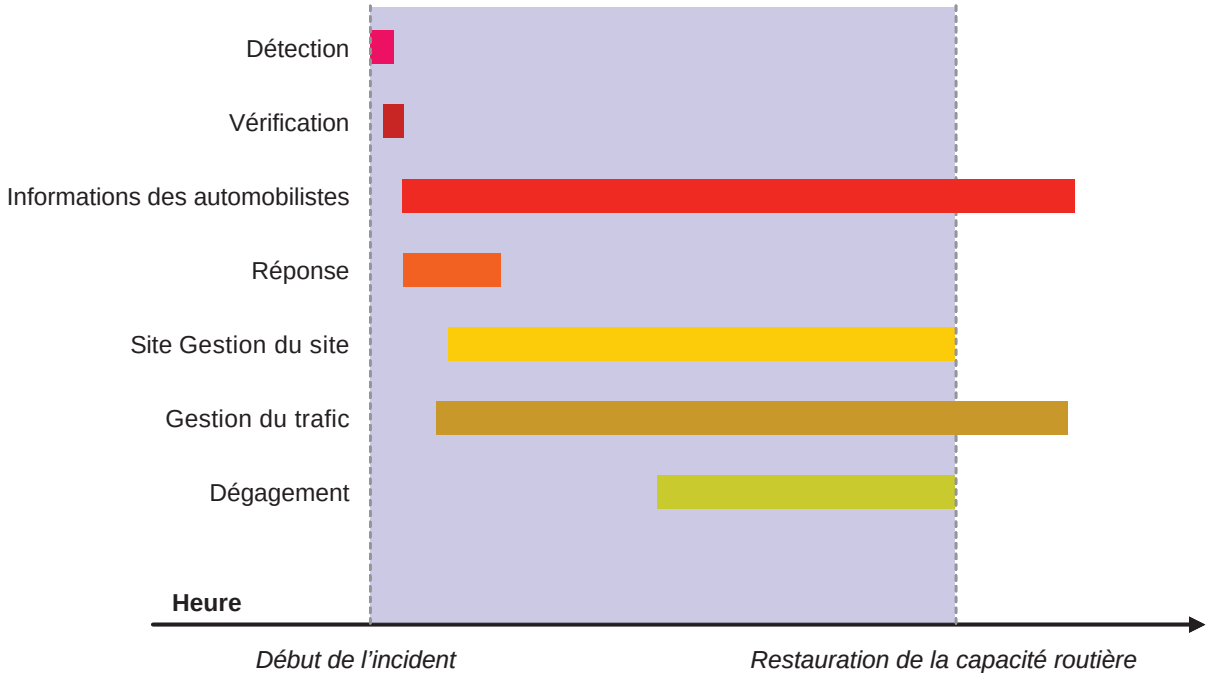
Il est également important de noter que des incidents déclencheront aussi des ralentissements et peuvent provoquer la congestion des voies dans le sens opposé de la circulation car les conducteurs ralentissent pour voir ce qui s'est passé ou ce qui se passe (ce que l'on appelle l'effet "badauds" [5]).

Les stratégies de gestion des incidents se composent de 7 grandes activités qui doivent être coordonnées pendant toute la durée de l'incident et au-delà (dans le cas de la gestion du trafic et des informations communiquées aux automobilistes). Celles-ci vont de la détection de l'incident et de sa vérification au dégagement final des véhicules et autres débris (voir figure 9.2). Une caractéristique des systèmes performants de gestion des incidents est le niveau de coordination et d'intégration parmi tous les différents services d'urgence et les autorités de gestion de la route impliquées dans chacune des 7 activités soulignées sur la figure 8.2.

La détection automatique des incidents peut contribuer à accélérer la réaction aux incidents. Traditionnellement, les services d'urgence ont été prévenus des incidents de trafic via des appels téléphoniques passés depuis des téléphones fixes traditionnels et de plus en plus depuis des téléphones portables Un avantage des premiers sur les derniers est que les téléphones fixes au bord des routes permettent aux services d'urgence de localiser immédiatement les incidents (ou du moins l'origine des appels) alors que la localisation des téléphones portables, bien que techniquement possible, nécessite une coordination évoluée avec les fournisseurs de services téléphoniques. Les systèmes de détection d'incidents basés sur la surveillance de la zone ITS et la surveillance du trafic par des caméras, notamment sur les autoroutes, peuvent accélérer le processus de détection et de vérification qui peut, à son tour, donner des résultats avec sécurité améliorée (moins d'accidents mortels) et moins de congestion (durée moins longue de l'incident). Une étude du gouvernement sur la rentabilité de ces systèmes a révélé que

les avantages des systèmes de détection automatique des incidents dépassaient les coûts d'un coefficient d'environ 2 à 1 (et jusqu'à 2.6 à 1) selon les circonstances locales (voir tableau 9.1 ci-dessous).

Figure 8.2. **Activités de gestion des incidents**



Source : UTCA, 2003.

Tableau 8.2. **Évaluation avantages-coûts de la détection automatique des incidents : France**

Mise en place	Rapport des avantages par rapport aux dépenses publiques	Source d'avantages (%)….		
		Temps de déplacement	Sécurité	Autre
Zones urbaines de forte densité Congestion importante	{1.8 – 2.6}	34	63	3
Zones urbaines de moindre densité Congestion modérée	0.5 – 1.1}	11	88	1

Source : DAEI-SESP *Les Comptes des Transports en 2004*, Tome 2, Juillet 2005.

La police locale et les services d'urgence jouent un rôle primordial dans la gestion des accidents de la route. Ils sont en général chargés de sécuriser la zone autour de l'incident et souvent ils doivent d'abord rétablir la voie routière pour qu'elle retrouve son niveau normal de service. Les centres de gestion du trafic régional (traités dans le chapitre suivant) sont le lieu idéal pour la coopération des services de gestion du trafic et de la route avec la police et les autres services d'urgence afin d'assurer une restauration rapide des flux de circulation. Ces centres peuvent aussi servir de principaux centres de diffusion des informations sur l'incident, les temps de déplacement et les déviations possibles aux automobilistes qui sinon seraient surpris par manque d'informations. La coopération entre agences au niveau des centres de contrôle du trafic n'est pas utile seulement pour dégager les sites d'accidents mais aussi pour rétablir les flux de circulation et minimiser ainsi les délais, la congestion induite et d'autres accidents possibles.

Ce système exige un niveau élevé de coordination entre tous les agents impliqués dans le dégagement des accidents, des véhicules ou d'autres blocages temporaires – y compris les moyens des spécialistes et des généralistes (en particulier des radios et, de plus en plus des portails internet. En outre, pour que cette coordination soit la plus efficace possible, elle devrait couvrir toute la région urbaine ainsi que les autoroutes et les principales artères urbaines.

Le SISER, centre de gestion du trafic de la région Paris-Ile de France, comme de nombreux autres centres de gestion de trafic, garantit une coordination sur site avec des services d'urgence en incorporant officiellement un représentant des forces de police dans la salle de contrôle de gestion du trafic.

Dans un autre exemple, aux États-Unis, le département des transports de Floride (FDOT) a passé un accord avec la patrouille des autoroutes de Floride pour améliorer la restauration du flux de circulation après un incident sur autoroutes. La patrouille des autoroutes de Floride (Police) est chargée du dégagement des accidents aussi vite que possible et en toute sécurité. Le FDOT contribue au processus en effectuant des contrôles de trafic et au choix des itinéraires d'alternatives aux conducteurs pendant le dégagement. Le contrat, appelé "Politique de maintien de la fluidité du trafic" garantit une meilleure gestion des incidents de circulation.[6]

La coordination entre les acteurs de la gestion des incidents prend en compte et coordonne les différentes façons qu'ont ces acteurs de traiter les sites d'accidents. Le personnel des services d'urgence doit surtout assurer la sécurité de toutes les victimes présentes et de leurs personnels. Les autorités de la route sont en général chargées de restaurer les flux de circulation aussi vite que possible. Les organismes chargés de l'application des lois ont toujours intérêt à garder les sites d'accidents "fermés" à des fins d'investigation. Cependant, dans de nombreux exemples, il n'est pas nécessaire que ces objectifs divergent et ils pourront être atteints sans conflits. Une telle action requiert la mise en place de protocoles établis et négociés, à la fois par les fournisseurs de services d'urgence et les autorités responsables des routes en ce qui concerne la gestion des lieux d'accidents – en résolvant des problèmes comme l'enlèvement rapide des véhicules, le constat de l'accident, le nombre de voies à fermer pour assurer la sécurité des secouristes, la signalisation en amont du lieu de l'accident, etc.

Aux Pays-Bas, les intervenants (personnel d'urgence, patrouilles de service, services de dépannage et de remorquage) et les autorités chargés de la gestion du trafic sont tous formés au sein d'un cadre commun établi par le Centre national de gestion du trafic et des informations. Cette formation permet aussi de créer des équipes de coordination "standard" chargées d'intervenir sur les incidents avec une répartition claire des tâches et des responsabilités Tout en étant "standard" dans sa méthode, en fait la gestion réelle des incidents spécifiques diffère d'un site à l'autre en fonction des circonstances – cependant, la désignation de la responsabilité de la gestion des incidents suit un protocole commun[7].

Une méthode simple pour réduire l'impact du trafic sur les lieux d'accidents a été d'installer des écrans provisoires qui cachent le lieu à la vue des automobilistes dans les deux sens. Cela ne réduit pas seulement considérablement l'effet "badauds" dans le sens opposé du déplacement mais cela présente un avantage de plus en ce qu'il sert à réduire le nombre d'accidents induits par des "badauds" qui, sinon, risque d'augmenter encore l'impact sur la congestion des accidents isolés. De tels écrans mobiles d'accidents ont été déployés dans plusieurs pays, dont les Pays-Bas, le RU et les USA.

8.2 Gestion des travaux de voirie

Les travaux de voirie sont souvent nécessaires à l'entretien ou à l'amélioration de l'infrastructure, pour permettre, à terme, des flux de circulation plus réguliers mais ils peuvent déclencher d'importantes augmentations de congestion s'ils ne sont pas gérés correctement. La programmation de ces interruptions est

souvent connue à l'avance des services de la voirie mais pas nécessairement des usagers de la route qui subissent souvent les premiers signes de celles-ci comme des périodes de congestion "imprévues". Par conséquent il est alors très important que les gestionnaires de la route incluent des actions de régulation de la congestion lors du développement et de l'exécution d'activités d'entretien/d'expansion de la route de même qu'ils doivent informer les usagers de la route de ces travaux suffisamment tôt si possible Les vecteurs traditionnels de communication comme la presse écrite et la radio peuvent prévenir les voyageurs des travaux de voirie prévus avant leur départ, alors que la radio, les signaux routiers variables et, pour finir, les interfaces avec les systèmes de navigation à bord peuvent informer les voyageurs déjà en route des éventuels bouchons dus à travaux de voirie. D'autres stragégies [8], réduisant l'impact des travaux de voirie sur des flux de circulation, incluent la programmation des travaux pendant les heures creuses, en particulier la nuit, et le détournement des flux de circulation sur d'autres routes. Les règles de sécurité et les protocoles relatifs aux zones de travaux sont également importants du point de vue de la réduction de la congestion liée à la zone de travaux puisqu'ils peuvent contribuer à éviter des accidents induits et la congestion qu'ils provoquent.

A Boston, USA, le projet de reconstruction de la voie expresse sud-est a utilisé des couloirs à contresens pour compenser la perte de capacité. Il a aussi développé les itinéraires alternatifs avec une meilleure chaussée et une meilleure signalisation ou en favorisant des modes alternatifs avec des parcobus et des informations sur les transports en commun et le covoiturage. Le partenariat avec les autorités locales et les sociétés privées a entraîné une meilleure information des citoyens et une meilleure flexibilité pour ceux qui font le déplacement domicile-travail. Cette politique a provoqué une baisse de 9% du trafic vers le nord et réduit par conséquent les risques de congestion et d'accidents liés aux travaux de voirie. [9]

Dans le but de donner au moins des informations de grande qualité aux usagers de la route, l'Administration des transports et de la route de Hesse (HLSV) a mis en place en 1997 un service Internet d'informations sur les travaux de voirie (voir figure 8.4). L'étape suivante a été de trouver des solutions qui permettent à l'administration de planifier les travaux de voirie de manière à minimiser le risque de congestion. Dans ce but, HLSV a développé et mis en place le système Hessen de gestion complet des travaux de voirie afin de coordonner le planning et l'exécution des travaux de voirie et éviter, ou du moins minimiser, la congestion provoquée par les travaux. [10]

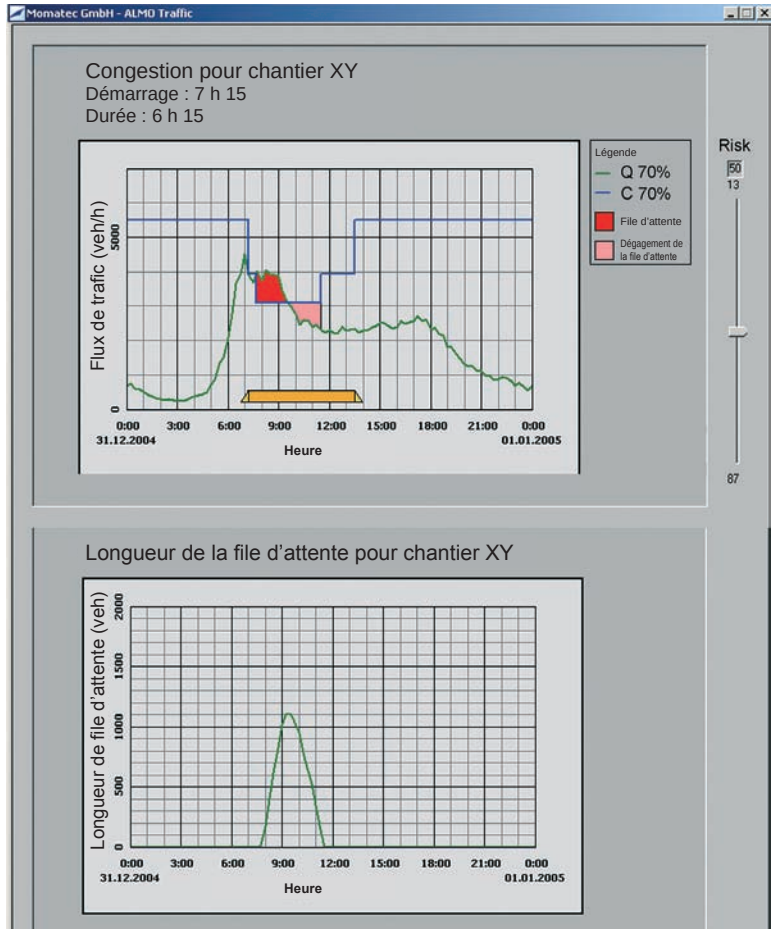
L'usager peut programmer manuellement le début de son scénario de planification. Des options concrètes d'aide à la décision permettent une sélection de différents scenarii de risques pour la demande et la capacité de trafic ainsi que la détermination du début dse travaux et de leur durée. La simulation manuelle de l'impact des travaux de voirie est utilisée en activant des décalages horaires discrets (décalage interactif de l'heure du début des travaux de voirie de +/- 30 minutes) [11].

Dans un même ordre d'idées, l'organisation anglaise des autoroutes se sert d'un progiciel – QUADRO – pour optimiser les travaux de voirie au Royaume Uni.

La gestion des travaux de voirie se charge également d'optimiser l'arbitrage entre les retards infligés aux usagers de la route et le coût des différentes options choisies pour effectuer les travaux. Pour les routes encombrées, il est justifié d'effectuer la plupart des travaux la nuit, lorsque les coûts sont plus élevés pour l'administration des autoroutes mais que les coûts de retards sont inférieurs. Et la décision de fermer ou non une route entière ou seulement un couloir dépend d'une analyse similaire.

La gestion des travaux de voirie est habituellement concédée par les administrateurs locaux, les entreprises de transport et les sociétés de travaux publics. Les informations doivent être communiquées avant le début des travaux et gérées jusqu'à leur fin.

Figure 8.4. **Système Hessen de gestion des travaux de voirie**



Source : Kirschfink, Riegelhuth, Gestion des travaux à Hessen, Strasse und Autobahn, (11/2003).

Enfin, il faudrait noter que certaines administrations de la route revoient fondamentalement les liens entre les opérations d'entretien sur le réseau routier et la congestion qu'elles provoquent. En effet, plutôt que de demander comment faire pour minimiser l'impact des opérations d'entretien prévues sur les flux de circulation, elles ont demandé comment les supprimer ou du moins réduire considérablement la fréquence des opérations d'entretien nécessaires. Un exemple est donné par l'utilisation de matériaux de longue durée pour la chaussée nécessitant un resurfaçage seulement tous les 30 ans plutôt que des surfaces de chaussées types qui doivent être resurfacées en moyenne tous les 10 ans. Dans de nombreuses zones très encombrées, les coûts supplémentaires des chaussées de longue durée sont plus que couverts pas les avantages supplémentaires de ces chaussées, y compris la congestion évitée liée à la zone de travaux [12].

8.3 Gestion du fret urbain Mieux gérer la distribution des marchandises dans les zones urbaines

Le transport et la distribution des marchandises souffrent de la congestion tout en contribuant simultanément au ralentissement de la circulation ou au blocage du trafic, en particulier dans le cadre de réseaux très denses de rues qui caractérisent de nombreux centres urbains. Des aires de livraison de marchandises inappropriées conduisent les camions à bloquer partiellement ou totalement les rues pour charger ou décharger des marchandises. Comme on peut le constater avec des camions de déménagement ou de transport. En effet, ces livraisons provoquent des micro-embouteillages temporaires qui peuvent

déclencher rapidement une congestion importante et parfois durable aux heures de pointe malgré le maillage serré des rues dans les zones urbaines. Ces embouteillages sont difficiles à prévoir, du moins avec précision, et contribuent ainsi à créer des conditions de déplacement imprévisibles qui pèsent lourdement sur les voyageurs individuels et ont un impact négatif sur les déplacements commerciaux. Par conséquent, des mesures cherchant à rationaliser et à mieux gérer la distribution urbaine des marchandises ont un rôle important à jouer pour réduire la congestion.

De nombreuses zones urbaines ont cherché à réduire l'impact destructeur des livraisons sur rue dans le trafic urbain. Ces impacts ont augmenté au cours de ces dernières années au fur et à mesure que de nouveaux schémas de production et de logistique ont favorisé les livraisons "en flux tendu". En réduisant les stocks et en comptant de plus en plus sur du stock "flottant" gardé dans des véhicules de livraison, les entreprises ont contribué à des nouveaux schémas de transport commercial, caractérisés par des chargements fréquents et des remplissages partiels avec tous leurs impacts concomitants sur la congestion du trafic urbain.

Une méthode de gestion de ces impacts souvent utilisée en Europe a été de faciliter lesdites stratégies de "logistique urbaine". Elles cherchent à grouper plus efficacement des mouvements de marchandises bien distincts dans les centres villes et de mieux organiser leurs modalités. Une capacité de fret limitée qui n'est pas pleinement exploitée par des livraisons en concurrence entre elles ou non coordonnées peut ainsi être complètement utilisée. Ces méthodes cherchent à réduire le nombre total de livraisons individuelles ainsi qu'à retirer certains véhicules commerciaux des rues. Ces programmes cherchent aussi à mieux organiser l'horaire de livraison des marchandises dans les centres villes pour réduire leur impact sur les déplacements aux heures de pointe. D'autres résultats comprennent la réduction des distances spécifiques par marchandises livrées ou collectées ainsi que davantage d'économies pour les entreprises (augmentation de l'utilisation des véhicules, diminution du nombre de kilomètres parcourus, réduction du redéploiement des véhicules, économies de carburant et raccourcissement des temps d'attente)[13]

La logistique urbaine, et la gestion de la flotte, sont un concept innovant utilisant des entrepôts à l'extérieur des villes pour regrouper les marchandises. La livraison des marchandises peut être combinée à leur réception (par exemple l'emballage) et à d'autres services comme le téléachat.

Une méthode relativement courante de gestion de l'impact des livraisons sur le trafic urbain est de mieux contrôler les heures pendant lesquelles les livraisons devraient être effectuées.

A Athènes, l'accès au centre-ville est restreint pour les poids lourds pendant les heures de pointe du matin. La mise en place de cette mesure a été une réussite car les vitesses moyennes de déplacement ont augmenté considérablement dans le centre ville. [14]

D'autres stratégies mises en place pour réduire les impacts sur la fiabilité des temps de déplacement et la congestion imposée par les poids lourds dans les zones urbaines visent à optimiser les opérations en créant des couloirs séparés et des péages, à améliorer les points d'expédition et à veiller à la synchronisation des feux de signalisation et des équipements aux intersections. Ces mesures peuvent améliorer les flux de camions mais n'agissent pas nécessairement sur les volumes de trafic.

Il est également possible d'imposer aux camions une taxe d'utilisation de l'infrastructure. Ceci peut amener les entreprises à réduire le nombre de déplacements, à mieux utiliser la capacité des camions ou à utiliser des modes alternatifs si cela est possible et rentable. Cependant, une telle méthode soulève des problèmes importants sur ce qui doit exactement être "tarifé". Est-ce le dégât occasionné par le camion sur la route ? Dans ce cas, cela n'a pas de lien direct avec la congestion. Est-ce le coût marginal supérieur imposé au trafic urbain par les camions ? Dans ce cas, il est possible de prétendre (et on a prétendu)

qu'en fait, ce sont les voitures qui imposent des coûts marginaux supérieurs aux camions[15], surtout car on peut prétendre qu'il est moins onéreux et plus réalisable d'enlever des voitures que des camions des rues (puisque les passagers peuvent choisir d'emprunter les transports en commun). Ce sont des problèmes qui doivent être résolus lorsque l'on cherche si et comment la livraison de marchandises devrait être facturée différemment des autres véhicules.

Les mesures citées ci-dessus sont capables de réduire ou du moins fluidifier le trafic sur les routes urbaines, mais beaucoup sont difficiles à mettre en œuvre à cause des barrières techniques et institutionnelles et des pertes économiques possibles pour les entreprises. Par conséquent, avec de nombreuses autres mesures isolées cherchant à augmenter la capacité routière disponible, les effets de demande induits pourraient réduire à néant les gains obtenus d'une livraison de marchandises en ville réduite et mieux organisée.

Une politique à long terme consiste à changer les méthodes d'exploitation des entreprises : en restreignant les expéditions aux heures de pointe, en limitant le nombre de livraisons par une meilleure gestion des livraisons et en encourageant les décalages modaux lorsque les conditions locales le permettent. Ces méthodes impliquent la coopération entre les services administratifs privés et publics pour assurer que les changements soient profitables aux deux parties.

Des mesures qui augmentent potentiellement le coût des livraisons peuvent accroitre encore le coût de la vie dans les zones urbaines ainsi que, dans le cas des livraisons de nuit, provoquer des problèmes environnementaux locaux à cause du bruit du trafic nocturne. Cependant, ces stratégies peuvent parfois procurer plus d'avantages qu'elles n'induisent de coûts.

A Barcelone on expérimente les livraisons nocturnes avec des véhicules silencieux.

Alors que la plupart des livraisons de marchandises dans les zones urbaines peuvent être effectuées dans des conditions optimales par la route, dans certains exemples il est logique d'un point de vue commercial ainsi qu'au regard d'une politique de congestion de chercher à décaler certains flux vers des modes alternatifs. Ceux-ci peuvent inclure la désserte d'un axe spécifique par le rail ou une réduction du trafic de fret, en le reportant sur le rail (voir encadré). D'autres exemples peuvent inclure l'utilisation de zones fluviales et de canaux pour la distribution des marchandises et l'expédition de vrac vers et en provenance de centres urbains de distribution de marchandises (comme dans le cas d'Amsterdam et de Paris). Même les tramways peuvent être potentiellement utilisés pour la distribution urbaine spécifique à certains sites.

Exemple de Vienne (Autriche) : L'utilisation d'un tramway de marchandises est testée dans une étude de faisabilité Gueter Bim (depuis 2005) qui poursuit l'utilisation traditionnelle de tramways de fret abandonnée il y a cinquante ans.

Deux cas d'études des pratiques de régulation de la congestion du transport de marchandises aux États-Unis

Le Corridor d'Amaleda, Los Angeles, CA et Long Beach, CA

Le Corridor d'Amaleda est une voie ferrée expresse pour marchandises de 32 km entre les ports voisins de Los Angeles et de Long Beach et les dépôts de chemins de fer transcontinentaux et les principales lignes de chemins de fer vers le centre ville de Los Angeles. Le centre en est le Mid-Corridor-Trench, une voie ferrée souterraine de 16 km de longueur, 9.15 m de profondeur et 1.524 m de largeur. En regroupant 144 km de voies ferrées secondaires en une seule voie expresse grande vitesse, le Corridor d'Amaleda a supprimé les conflits sur plus de 200 passages à niveaux où les voitures et les camions devaient auparavant attendre que de longs trains de marchandises passent lentement. Il a également réduit de plus de la moitié, à environ 45 minutes, le temps qu'il faut pour transporter des conteneurs de marchandises par le train entre les ports et le centre ville de Los Angeles.

Le projet a été construit pour un coût de $ 2.4 milliards par l'Administration des Transports du Corridor d'Alameda – organisme collectif connu sous le nom de ACTA et régi par les villes et les ports de Los Angeles et de Long Beach et l'Administration métropolitaine des transports du comté de Los Angeles. Le Corridor d'Alameda a ouvert dans les temps et le budget prévu le 15 avril 2002. Il a été financé par un mélange original de sources privées et publiques, comprenant $ 1.16 milliards en produits provenant d'obligations vendues par l'ACTA ; un prêt de $ 400 millions effectué par le Département américain des transports ; $ 394 millions provenant des ports ; $ 347 millions en subventions administrées par l'Administration métropolitaine des transports du comté de Los Angeles et $ 130 millions d'origine nationale et fédérales et de revenus d'intérêts. Les dettes sont remboursées avec des redevances payées par les lignes de chemins de fer pour le transport de marchandises dans le Corridor d'Alameda et pour les marchandises transportées à l'intérieur et à l'extérieur de la région par le rail même si le Corridor d'Alameda n'est pas utilisé.

Le projet s'est concentré sur la fourniture des résultats suivants :

- Une congestion de trafic réduite sur les rues en surface par l'élimination des conflits sur 200 carrefours au niveau de la rue.
- Des émissions réduites de 54% provenant de voitures et de camions en marche à vide.
- Réduction de 28% des émissions provenant des locomotives.
- Efficacité accrue du réseau de distribution de marchandises pour s'adapter au commerce international en pleine croissance.

Depuis le début des opérations le 15 avril 2002, le Corridor d'Alameda a traité en moyenne 35 mouvements de trains par jour, chiffre correspondant aux prévisions à ce stade des opérations. Il est prévu que l'utilisation augmente régulièrement au fur et à mesure de la croissance du volume du commerce international via les ports. Les ports prévoient que plus de 100 mouvements de trains par jour seront nécessaires d'ici l'année 2020. Le Corridor d'Alameda peut supporter environ 150 mouvements de train par jour. Le Corridor d'Alameda est prévu principalement pour transporter les marchandises arrivant aux ports et se dirigeant vers des destinations à l'extérieur de la région des cinq comtés de Californie

du Sud ou provenant de l'extérieur de la région et expédiées outre-mer via les ports (exportations). Ceci représente environ la moitié des marchandises manipulées par les ports. L'autre moitié des marchandises manipulées par les ports est destinée ou provient de la région et cette marchandise est transportée principalement par camion.

Programme d'Efficacité des Transports et de l'Environnement de la Région de Chicago (CREATE), Chicago, IL

Le programme CREATE (Efficacité des Transports et de l'Environnement de la Région de Chicago) est un partenariat public/privé de $1.5 milliards, comprenant la ville de Chicago, l'État de l'Illinois et l'Association des lignes de chemins de fer américaine (AAR) représentant six lignes de chemins de fer pour fret et la ligne de chemin de fer navette de Chicago, Metra. Le programme devrait améliorer le fonctionnement du réseau surtout le long de quatre voies ferrées pour marchandises et d'une voie ferrée navette dans la zone de Chicago. Le programme d'environ 80 projets individuels comprend six sauts de mouton; 78.40 km de nouvelle voie ; un contrôle centralisé du trafic pour les 196 km de couloirs ; 364 nouveaux aiguillages grande vitesse et 25 séparations route/rail au niveau du sol.

La plateforme rail/fret de Chicago est couramment considérée comme la plus importante du pays et ses opérations ont une influence significative dans toute la région et tout le pays Si le programme est achevé, ses partisans prévoient des avantages économiques substantiels au niveau national, régional et local ainsi que des avantages sur le plan de la sécurité et de l'environnement.

Les transports de marchandises par rail ont engagé $212 millions, l'État prendra une décision sur le financement d'obligations à hauteur de $300 millions dans les semaines à venir, et la Ville a pris un engagement financier non spécifié qui devrait être de l'ordre de $100 millions. Les partisans du projet espèrent une réserve substantielle ($900 millions- $1milliard) dans le décret d'autorisation du TEA-21, mais le principal supporter du programme, le Républicain Lipinski ne s'est pas re-présenté aux élections.

L'USDOT a exprimé le soutien du public au programme et travaille avec les intéressés. Une équipe intermodale avec siège social et personnel de terrain provenant des représentants OST, FHWA, FTA et FRA a été mise en place.

Source : Correspondance FHWA.

Résumé du chapitre

- Des routes encombrées sont en général des routes peu fiables – la recherche indique qu'alors que la variabilité des temps de travail est insignifiante dans un rapport volume-capacité (v/c) de 0.9, elle augmente fortement à un rapport v/c de 1.3, qui reste un maximum – ainsi beaucoup de ce qui peut être fait pour réduire la congestion excessive procurera également des avantages pour la fiabilité des temps de déplacement.

- La recherche sur la fiabilité des temps de déplacement corrobore les découvertes de la recherche récente sur la gestion du trafic et l'économie du transport – la fiabilité des temps de déplacement est meilleure lorsque le trafic est géré de telle sorte que les flux réels soient inférieurs à la capacité physique de la route.

- La recherche laisse apparaître que les mesures d'augmentation de la capacité aux intersections peuvent améliorer la fiabilité des déplacements sans améliorer nécessairement les temps de déplacement moyens. Malgré un impact limité sur les temps de déplacement moyens, l'amélioration de la fiabilité des déplacements tirée de ces mesures procure des avantages tangibles aux usagers de la route.

- Plus généralement, de petites réductions dans les rapports v/c peuvent donner de grands avantages de fiabilité - surtout si ceux-ci descendent v/c en dessous de 1.0 – même s'ils ne donnent pas d'avantages tangibles de temps de déplacement.

- Les plus grands avantages en termes de fiabilité des temps de déplacement peuvent être obtenus entre les heures de pointe – les plus grands avantages découlant de mesures spécifiques à la fiabilité bénéficieraient alors à ceux qui peuvent reprogrammer leurs heures de départ loin des heures de pointe très encombrées.

- Trois mesures particulières peuvent contribuer considérablement à l'amélioration des temps de déplacement. Ce sont des politiques de gestion des incidents coordonnées, une meilleure coordination et également, une meilleure gestion du réseau routier afin de réduire la congestion et de mieux gérer le transport urbain des marchandises. Non seulement la mise en place de politiques dans ces zones augmente la prévisibilité du rendement du système routier mais elle s'avère particulièrement rentable dans les grandes zones urbaines.

NOTES

1. Ensor 2004 – Nz.

2. Chin *et al*, 2004.

3. Le rapport fait une distinction entre la perte de capacité et ses impacts. La plupart des travaux de voirie effectués la nuit sur une autoroute de campagne peuvent entraîner une importante perte de capacité (mesurée en voies fermées) mais auront peu d'impacts sur les voyageurs puisqu'il y a peu de déplacements à cette heure-là et sur cet équipement. Aussi, même si l'on enregistre des pertes de capacité pour les zones urbaines, le rapport note que , parce que la capacité autoroutière est souvent surdimensionnée pour absorber les flux de circulation aux heures de pointe, la perte de capacité qui en résulte peut ne pas avoir d'impacts importants. Les points de ce rapport qui font l'objet de notre débat portent ensuite sur les impacts déclenchés par la perte de capacité et non sur la perte de capacité elle-même.

4. OECD "Delivering the Goods" 2003.

5. Il faudrait noter que le phénomène des "badauds" lui-même est une cause importante d'accidents – une étude a constaté que 16% des accidents sont provoqués par des conducteurs dont l'attention est détournée par d'autres accidents ou incidents (Chin. et al, 2004).

6. Département des transports de Floride (2004).

7. FHWA, 2005 "Traffic Incident Response Scan".

8. Pour une meilleure compréhension, voir le manuel pratique ARROWS sur la gestion des zones de travail : http://www.ntua.gr/arrows/.

9. ITE (1997).

10. Kirschfink, H. et Riegelhuth, G. (2003).

11. Kirschfink, H. et Riegelhuth, G. (2003).

12. Voir OCDE (2005b).

13. City-Logistik Magdeburg (2005) et City-Logistik Aachen (2005).

14. Questionnaire de la Grèce, M. Karlaftis, National Technical University d'Athènes.

15. Voir McKinnon, A. (2004).

9. GARANTIR LES AVANTAGES DE LA CAPACITÉ DISPONIBLE

CONTRÔLE D'ACCÈS, GESTION DU STATIONNEMENT, PÉAGE ET TARIFICATION DE LA CONGESTION

9.1 Introduction

Le troisième principe stratégique souligné précédemment est peut-être le plus important des trois en termes de lutte contre la congestion.

"En tenant compte des phénomènes de demande induite ou supprimée, les mesures de production de capacité devraient toujours s'accompagner de mesures de gestion des niveaux de circulation afin de garantir les avantages retirés de la nouvelle capacité"

Ce principe est important en partie parce que le résultat pratique d'une grande partie des efforts faits pour lutter contre la congestion du trafic a été de libérer de la capacité sur l'infrastructure existante ou d'augmenter la capacité en ajoutant une nouvelle infrastructure – ce principe traite ce problème en ciblant des mesures qui gèrent les niveaux de trafic sur la capacité récemment disponible. Il est également important parce qu'il se concentre non seulement sur ce que plusieurs des organisations impliquées habituellement dans la lutte contre la congestion du trafic accomplissent mais aussi sur ce que ces organisations devraient faire, pour obtenir des avantages durables de la réduction de la congestion.

Avant de lister les mesures disponibles pour gérer les niveaux de trafic, il est utile de garder en mémoire la multiplicité des organisations impliquées en général dans la réduction de la congestion et les principaux types d'actions qu'elles entreprennent. A cet égard :

- Les administrations nationales des transports peuvent avoir un rôle de surveillance par rapport aux processus de réduction de la congestion et à l'attribution du financement (comme aux USA) mais dans la plupart des autres pays, elles ont un rôle beaucoup plus limité et dans de nombreux cas une faible - voir même aucune - implication directe dans les mesures prisse sur le terrain dans les principales zones métropolitaines – notamment les mesures concernant l'amélioration des transports en commun urbains.

- L'état et les autorités routières nationales et territoriales jouent souvent un rôle plus important et pourraient davantage être responsables du développement des grandes infrastructures routières dans les principales zones métropolitaines – comme des nouveaux tronçons d'autoroutes ou une nouvelle capacité ou une capacité accrue le long des artères (par exemple en ajoutant une nouvelle voie de circulation). Elles peuvent aussi être impliquées dans des mesures qui libèrent de la capacité sur les artères existantes (par exemple en imposant des "voies de dégagement" en limitant le stationnement ou en étendant la capacité des intersections).

- Les autorités locales responsables des routes de leur circonscription sont davantage susceptibles d'être impliqués dans toutes les mesures d'amélioration des flux de circulation en ajoutant de la capacité locale (par exemple en élargissant les intersections), en améliorant les débits locaux (par exemple des rues à sens unique) ou en libérant de la capacité (par exemple en limitant le stationnement sur les routes locales).

- Lorsqu'elles existent, les agences métropolitaines d'urbanisme sont susceptibles d'avoir de plus grandes responsabilités de surveillance de l'occupation des sols et des transports. Dans certains cas, il existe des organisations intégrées responsables de l'occupation des sols et des transports, avec des responsabilités de planification et de développement du transport multimodal qui ont plus de compétences pour agir sur une base complète.

Il est évident qu'au niveau national, au niveau de l'état et au niveau territorial, les ministres peuvent en principe surveiller l'action entreprise grâce à une palette de stratégies supérieure à celle dont chacune de leurs agences individuelles peut disposer seule. Cependant, leur capacité à agir en-dehors des responsabilités de leurs propres administrations dépendra vraisemblablement du niveau de soutien et de coopération des autres portefeuilles impliqués. Ceci requiert en général une consultation prolongée sur de longues périodes, souvent avec des résultats incertains.

Par conséquent, il est probable que des dispositions institutionnelles plus adaptées favoriseront davantage des interventions sous le contrôle direct des agences impliquées, ce qui signifiera souvent des mesures qui augmenteront le côté offre d'infrastructure dans l'équilibre de l'offre et de la demande, augmentant ainsi la capacité de débit des routes concernées et permettant une augmentation des volumes de trafic ainsi qu'une meilleure harmonisation de l'offre et de la demande plutôt que d'étudier le côté demande.

On peut s'attendre en général à ce que cette capacité récemment disponible réduise la congestion et diminue les temps de déplacement - *à court terme*. Cependant, comme cela a été noté précédemment, les conducteurs de voitures particulières et de véhicules commerciaux dans toute la zone urbaine ne sont pas insensibles à ces changements et profiteront de conditions de déplacement améliorées en décalant leurs itinéraires sur les routes plus rapide ou en décalant leurs heures de déplacement pour profiter des meilleures conditions. La possibilité de se déplacer avec moins d'encombrement sur ces itinéraires peut aussi donner lieu à de nouveaux déplacements qui, sinon, ne se seraient pas produits, y compris des déplacements entrepris auparavant par des transports en commun hors route. En d'autres termes, la demande existante et fréquemment supprimée d'utilisation du réseau routier se répartira de nouveau dans tout le réseau jusqu'à ce que les conducteurs expérimentent des conditions de trafic qu'ils jugent équivalentes sur les autres itinéraires disponibles.

Ce qui importe le plus du point de vue de la politique de régulation de la congestion *c'est le niveau de demande résultant à terme* sur des liaisons spécifiques et l'ensemble du réseau après que des politiques de régulation de la congestion aient été mise en place – et la rapidité avec laquelle la nouvelle capacité est atteinte.

De nombreuses mesures de régulation de la congestion ont eu tendance à sous-estimer la relation entre la nouvelle capacité fournie et la demande résultante pour cette capacité. Ceci a souvent conduit à une nouvelle capacité ou à une capacité récemment libérée atteinte plus rapidement que les évaluations et les prévisions ne l'avaient anticipé.

Du point de vue des administrations des transports et de leurs responsabilités, sans aucun doute concernées par ces résultats, avec une congestion (ré-)apparue sur la capacité récemment mise à disposition plus rapidement que prévu, ceci peut être considéré comme une preuve du besoin qu'elles avaient identifié pour cette capacité supplémentaire. Éventuellement, l'utilisation totale de la capacité disponible pourrait être considérée comme une revendication des augmentations de capacité fournie par les administrations.

Cependant, du point de vue des utilisateurs précédents et des nouveaux usagers de la route attirés par les nouvelles installations, ils pourraient conclure que la congestion ne s'est pas améliorée, si la nouvelle capacité est rapidement dépassée par la demande, que les conditions de déplacement se détériorent et que les retards de déplacement reviennent à des niveaux connus auparavant.

Ces types d'expériences, qui se sont répétés dans la plupart des villes et régions des pays membres à travers le monde, rappellent que l'une des définitions de la congestion est ***"trop de trafic pour l'infrastructure disponible"***. Les observations faites lorsque la capacité routière est dépassée par la demande attirent l'attention sur le fait que des stratégies et des mesures pour lutter contre la congestion ont besoin de se concentrer sur le côté demande, c'est-à-dire sur le fait qu'il y a ***"trop de trafic"*** et sur le côté offre, c'est-à-dire qu'il n'y a ***"pas assez de capacité"***.

9.2 Politiques de gestion de la demande

Les politiques de gestion de la demande sont nécessaires si des autorités sont capables de traiter le côté demande des problèmes de congestion dans de grandes zones métropolitaines, c'est-à-dire le fait qu'il y ait "trop de trafic". Gérer la demande contribuerait à garantir que les flux de circulation sur le réseau n'atteignent pas les niveaux auxquels la fiabilité du réseau est continuellement exposée à des risques.

Contrairement aux mesures opérationnelles destinées à augmenter la capacité de la route, réduire les embouteillages et augmenter les flux de déplacements, les autorités métropolitaines de la route disposent rarement des pouvoirs législatifs et de l'autorité nécessaire pour mettre en place les politiques de gestion de la demande dans de grandes zones urbaines – et les administrations routières locales sont certainement moins susceptibles encore d'en disposer.

L'autorité et les pouvoirs nécessaires au développement et à la mise en place de politiques de gestion de la demande dans les grandes zones métropolitaines se situent en réalité à un niveau supérieur – par exemple, celui des responsables du transport et des études associées à la politique à l'échelle de l'agglomération.

Les politiques de gestion de la demande requièrent donc des interventions politiques à un niveau supérieur. Elles nécessitent d'étudier les problèmes de congestion et d'agir sur la base du réseau étendu aux agglomérations plutôt que sur la base d'axes routiers ou de liaisons routières locales qui sont dans les attributions des différentes autorités routières impliquées principalement à l'heure actuelle, comme par exemple, les concessionnaires d'autoroutes et les différentes directions de l'équipement au niveaux territoriaux et nationaux.

Les politiques de gestion de la demande requièrent des stratégies et des mesures coordonnées à l'échelle de l'agglomération, en tenant compte de tous les modes de transport et de tous les moyens d'action politiques disponibles, plutôt que seulement des contributions individuelles des nombreux organismes impliqués généralement dans les méthodes côté offre, avec en général des pouvoirs, responsabilités et actions fortement décentralisés.

Fait important, les politiques de gestion de la demande impliquent aussi des mesures qui ne donnent pas simplement aux automobilistes plus que ce qu'ils estiment nécessaire – c'est-à-dire davantage de capacité. Au contraire, elles impliquent probablement des mesures qui réduisent la demande (par exemple aux heures de pointe), limitent la capacité du trafic (par exemple pour accéder aux zones sensibles) ou augmentent les coûts imposés aux usagers individuels pour mieux refléter les coûts sociaux concernés.

Si l'on considère le vaste ensemble de mesures mis à la disposition des responsables pour lutter contre la congestion, elles sont relativement peu nombreuses à permettre de lutter contre la congestion en réduisant la demande *à une échelle métropolitaine*. Cependant, trois méthodes différentes se distinguent comme n'étant pas seulement importantes individuellement mais aussi et principalement parce qu'elles peuvent avoir un impact important sur une grande échelle en gérant la demande résultante pour utiliser la capacité fournie par la plupart des autres mesures de régulation de la congestion. Ces mesures se concentrent sur le comportement des usagers de la route et impliquent :

- La gestion et la limitation de l'accès.
- La gestion et le contrôle du stationnement.
- Le péage routier/la tarification de la congestion.

Ces mesures sont étudiées dans les sections suivantes.

9.3 Gestion et limitation de l'accès

La gestion et la limitation de l'accès ont été utilisées pour gérer la demande de trafic dans certains des cas les plus extrêmes de la congestion routière. La limitation de l'accès a généralement fixé des règles concernant : soit l'accès physique au réseau routier, soit l'accès à des zones limitées comme le centre ville ou les zones sensibles. La limitation de l'accès s'est par conséquent concentrée soit sur la restriction de l'accès à tout le réseau routier urbain, à une sous-section de réseau ou à des liaisons et des zones routières spécifiques à l'intérieur de ce réseau. Nous examinerons chacune de ces stratégies et leurs implications dans cette section.

9.3.1 Limitation de l'accès à des zones déterminées (par exemple le centre ville)

Certains pays utilisent les limitations de l'accès pour limiter le nombre de véhicules pouvant utiliser le système routier pour se déplacer dans des zones sensibles. Alors que les objectifs de ces limitations d'accès peuvent comporter une limitation du trafic, les raisons n'en sont pas toujours uniquement de contenir la congestion du trafic ; d'autres raisons, comme la protection de zones sensibles sur le plan social, environnemental ou historique pourraient être plus importantes. Certains exemples sont donnés ci-dessous.

Aspects de fonctionnement

Les initiatives de limitation de l'accès peuvent s'appliquer à des véhicules ou des conducteurs et prennent en général l'une des nombreuses formes.

- Accès limité pour certaines catégories de véhicules

  Les résultats obtenus par des mesures de limitation de l'accès (réduction du volume du trafic, effets sur l'environnement, etc.) dépendent du nombre de véhicules potentiellement concernés et l'ampleur des dérogations. Plus les exceptions sont nombreuses, moins strict est le traitement de

l'accès limité et moins nombreux sont les avantages escomptés. Dans les centres historiques, il ne peut y avoir de restrictions d'accès que sur certains véhicules, par exemple sur des transports de marchandises lourdes, en utilisant pour cela les zones bleues. L'accès aux SUV aux centres des villes dans certains pays est limité.

- Systèmes reposant sur des laissez-passer

  Les formules reposant sur des laissez-passer s'appliquent à limiter l'accès à certains utilisateurs. Seules les personnes en possession d'un laissez-passer peuvent entrer dans la zone. Les autorités locales déterminent les critères d'accès et délivrent les laissez-passer aux conducteurs.

- Systèmes reposant sur les plaques d'immatriculation

  Les formules reposant sur les plaques d'immatriculation ne donnent accès qu'à certains véhicules, par exemple certains numéros de plaques d'immatriculation de véhicules certains jours.

Ces outils peuvent se révéler efficaces mais ils ne rapportent pas de recettes et entrainent des coûts supplémentaires de mise en place et d'exécution. En effet, l'effet positif de ces politiques est souvent limité dans le temps.

Étude du cas d'Athènes

A Athènes, l'accès des voitures particulières à certaines zones déterminées du centre ville (boulevard périphérique d'Athènes) est limité selon la date et le dernier chiffre de la plaque d'immatriculation. Les véhicules dont le dernier chiffre de la plaque d'immatriculation est impair ont le droit de pénétrer dans la zone désignée lorsque la date est un jour impair. Le contraire est valable pour les véhicules dont le dernier chiffre de la plaque d'immatriculation est pair. Les résidents permanents à l'intérieur du périphérique ne sont pas concernés par cette mesure. Dans des conditions atmosphériques extrêmes ou autres conditions spéciales et notamment lorsque la pollution atmosphérique est importante à Athènes, la zone désignée est étendue. La limitation de l'accès est valable du lundi au vendredi, de 8 h à 21 h. De même, les poids lourds sont soumis à de sévères restrictions en ce qui concerne leur capacité à traverser ou à accéder à la zone du centre ville pendant les heures de pointe du matin. La zone de restriction est appelée zone bleue et des études récentes ont montré que la mise en place de cette mesure avait contribué à augmenter considérablement les vitesses de déplacement dans le centre ville.

Limiter la congestion à Athènes est également très important sur le plan culturel. La réduction de la congestion dans la zone du centre ville d'Athènes autour de l'Acropole, le centre historique d'Athènes comprend diverses mesures de diminution du trafic visant à préserver l'héritage historique. Seuls les transports en commun, les véhicules de secours, les deux roues et les piétons ont le droit d'accéder aux routes à l'intérieur du centre historique. Seuls les résidents permanents de cette zone peuvent utiliser leur véhicule. De plus, l'approvisionnement des magasins n'est autorisé que la nuit.

Source : Réponse au questionnaire – Grèce.

En Italie, les zones interdites aux voitures (appelées depuis 1992 Zone a Traffico Limitato, ZTL) ont été introduites dans les centres historiques de plusieurs villes italiennes dans la seconde moitié des années quatre vingt [1]. Cette mesure était principalement destinée à contrôler la croissance importante de la congestion du trafic qui détériorait notamment ces alentours à cause de leur structure ancienne et de la dimension réduite de leurs rues.

Les ZTL ont été conçues comme une interdiction de circulation pour les voitures particulières mise en œuvre dans les centres villes pendant certaines heures des jours ouvrables. L'interdiction concernait tous les véhicules particuliers, à l'exception de ceux détenus par les résidents de la zone en question et quelques catégories d'autres conducteurs qui avaient besoin de leur voiture pour travailler.

En principe, cette mesure aurait dû permettre aux municipalités de récupérer d'importants espaces urbains pour d'autres usages : marcher, faire des courses, pratiquer des activités de tourisme et de loisirs. En pratique, la régulation a produit indubitablement – du moins à court terme, une réduction substantielle de la congestion dans ces zones.

Par exemple, la limitation de l'accès à Bologne a entraîné une réduction du volume du trafic d'environ 128 500 (en 1986) à 91 000 pour les véhicules entrant et sortant de la ville. A Florence, ces types de mesures ont provoqué une réduction d'environ 25% et ont aussi procuré d'importants avantages au niveau de l'environnement dans la zone limitée.

La mesure de restriction d'accès toutefois, telle qu'elle était conçue à l'origine dans certaines villes, était probablement trop ambitieuse. Les interdictions de trafic étaient imposées dans des zones si grandes et si importantes pour leurs activités sociales et économiques qu'il n'était pas réaliste de les mettre en place rapidement, même si la mesure avait reçu le soutien explicite de la grande majorité de la population, comme cela était le cas dans certaines villes.

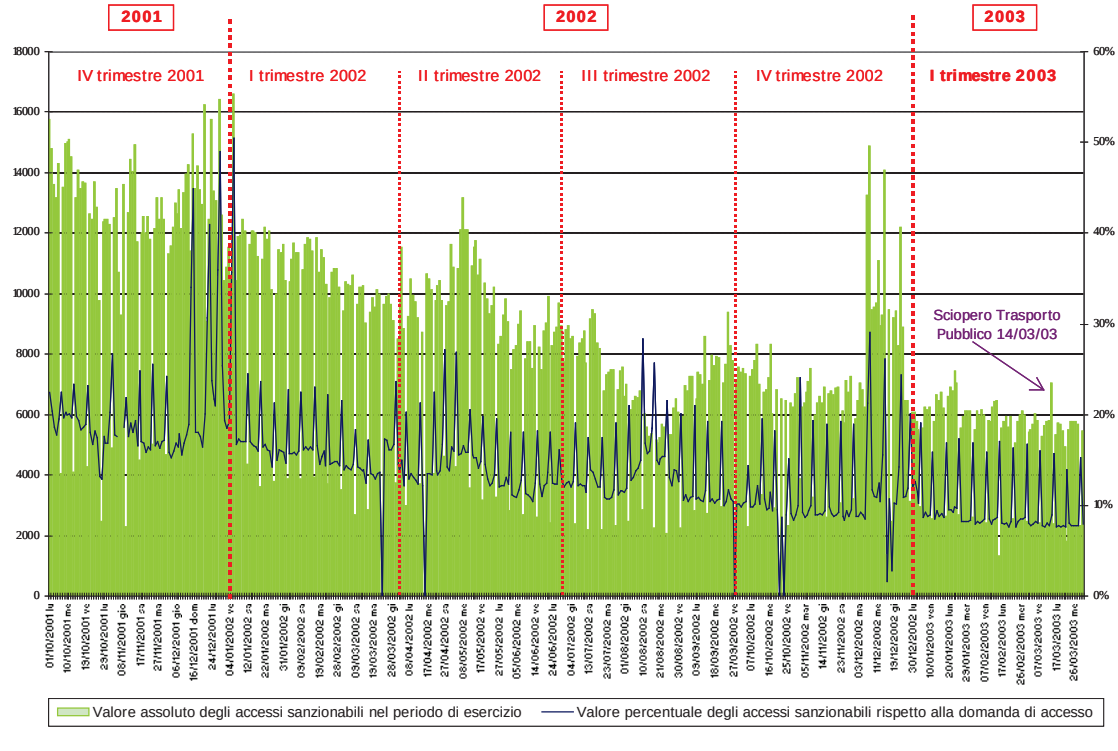
La méthode utilisée par les Conseils locaux pour mettre en œuvre les mesures rapidement était d'accorder un nombre considérable de laissez-passer spéciaux qui permettaient aux véhicules de circuler dans la zone interdite aux voitures, malgré l'interdiction. Bien que les laissez-passer n'aient été accordés – du moins au début – que sur la base de demandes raisonnablement motivées, ceci a créé une situation plutôt complexe et difficile. Les zones interdites aux voitures étaient, en fait, loin d'en être libérées. Le nombre de résidents et de catégories spéciales de travailleurs autorisés à pénétrer les ZTL était devenu rapidement trop élevé pour permettre une réduction substantielle de la congestion.

Certaines des villes ZTL initiales ont évolué et ont cherché à améliorer la méthode d'origine.

Étude du cas de Rome

La municipalité de Rome a décidé, en 1999, non seulement de mettre en place un système automatique d'application de la ZTL reposant sur la technologie de reconnaissance de la plaque d'immatriculation mais a aussi décidé d'intégrer la méthode ZTL dans un plan d'action régional de mobilité plus complet. Le ZTL était limité à l'épicentre de Rome depuis son lancement en 1989. Comme de nombreuses autres ZTL, l'accès dépendait d'un système de laissez-passer et de nombreuses dérogations étaient accordées (pour les résidents, les services publics, la livraison des marchandises, etc.). Depuis 1998, les non-résidents étaient tenus de payer (soit un montant par déplacement soit un forfait annuel) pour accéder à la zone, renonçant ainsi aux multiples dérogations du système. Des laissez-passer de "dérogation" étaient encore émis mais leur nombre a diminué de 10% par an depuis 2003. Au même moment, des restrictions plus nombreuses ont été imposées aux catégories de véhicules pouvant pénétrer dans la zone (par exemple seulement les véhicules à pot catalytique).

Ces améliorations apportées à la méthode ZTL initiale ont été très efficaces et une baisse immédiate et soutenue des niveaux de trafic dans le ZTL a été enregistrée à partir de 2001 (voir figure ci-dessous). Cependant, comme avec d'autres régimes de limitation d'accès, il y a eu quelques conséquences imprévues. La première de ces conséquences est l'augmentation de l'accès aux 2 roues à moteur au ZTL et la seconde a été l'augmentation relative du trafic du soir hors dispositif.



Source : Calamente, 2004.

9.3.2 Limitation de l'accès à des liaisons routières spécifiques (par exemple régulation des rampes d'accès)

Les rampes d'accès aux autoroutes et leurs processus de convergence sont souvent une cause majeure de congestion récurrente sur des routes à l'accès limité comme les autoroutes en zones métropolitaines.

La régulation des rampes d'accès a pour objectif de réduire cette congestion en échelonnant le volume du trafic pénétrant dans le trafic autoroutier à partir des rampes d'accès lorsque l'autoroute est fortement encombrée. Par conséquent, il utilise des feux de signalisations sur les rampes d'accès à l'autoroute pour limiter la vitesse des véhicules entrant sur l'autoroute. Les feux de signalisation peuvent être ajustés sur des taux de comptage différents afin d'optimiser le débit de l'autoroute et minimiser la congestion.

Aspects de fonctionnement

Des algorithmes de synchronisation des signaux et des données en temps réel provenant des détecteurs à boucles de la voie principale sont souvent utilisés pour obtenir des résultats plus efficaces. Dans certaines études, la régulation des rampes d'accès s'est avérée utile pour réduire les arrêts accidentels et améliorer l'ensemble des conditions de circulation. Le processus de convergence sans heurts permet de réduire considérablement le nombre d'accidents. On peut constater des effets négatifs de la régulation des rampes d'accès sur les rampes à accès régulés au fur et à mesure que les temps de déplacement augmentent. Il peut y avoir des débordements sur le réseau routier secondaire. Un espace suffisant sur les rampes d'accès régulées constitue donc une condition préalable à leur mise en place. Il pourrait aussi y avoir des effets de déviation dus à des temps de déplacement trop longs sur la rampe d'accès. Les émissions locales près de la rampe peuvent augmenter à partir des conditions de trafic discontinues et de temps d'attente des véhicules sur la rampe.

Comme de nombreuses applications modernes d'ITS, la régulation des rampes a d'abord été testée et installée aux USA. La première installation a eu lieu à Chicago en 1963 et depuis dans plus de 2500 sites aux USA. En Europe, la régulation des rampes est en service aux Pays-Bas, en Grande Bretagne, en France et en Allemagne (Source : ACEA).

Cependant, lorsque le flux de circulation est vraiment important, de nouveaux problèmes de congestion sur la rampe ou de débordements sur le réseau routier secondaire apparaissent. Les conducteurs ont tendance à choisir une autre voie et à créer de nouveaux bouchons sur différentes routes. Un espace suffisant sur les rampes d'accès régulées constitue donc une condition préalable à leur mise en place.

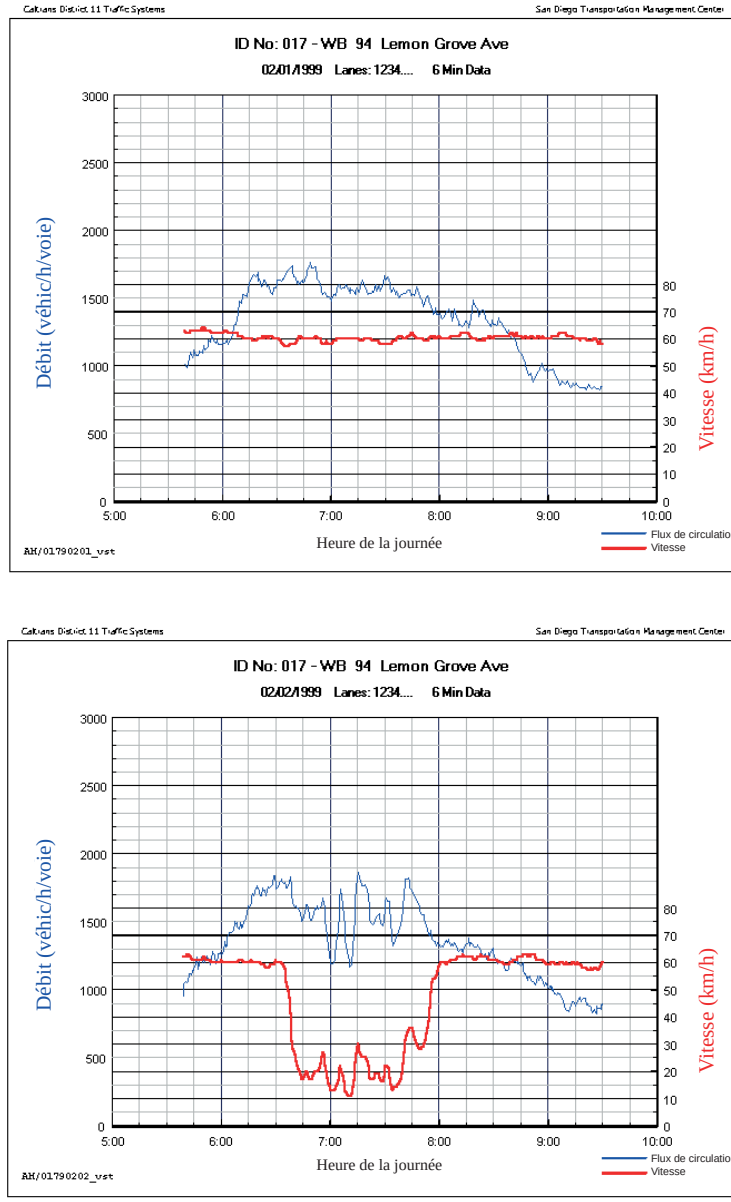
Dans le Minnesota, aux États-Unis, une étude a montré que la suppression d'une régulation de rampe d'accès avait provoqué une augmentation de 25% du temps de déplacement et une augmentation de 26% des accidents.

La figure 9.1 illustre des caractéristiques courantes du flux de circulation régulé sur la rampe d'accès pendant les heures de pointe des navettes domicile-travail à San Diego, USA (graphique supérieur) et les volumes et vitesses de trafic en une journée lorsque la régulation de la rampe était hors service (graphique inférieur). Sans régulation de la rampe d'accès, les flux de circulation sur l'autoroute sont très instables et relativement lents (moins de 48 km/h).

En résumé, les flux de circulation sur les autoroutes urbaines peuvent être protégés par une régulation des rampes d'accès qui réduit le trafic sur les autoroutes en limitant/gérant l'accès des véhicules au(x) point(s) d'entrée.

La régulation de la rampe d'accès peut s'appliquer à la totalité ou à une partie seulement du réseau autoroutier. Toujours avec une méthode fondée sur les files d'attente, les files d'attente sont décalées à l'extérieur du réseau autoroutier, ce qui signifie que les usagers cherchant à se déplacer sur des autoroutes déjà surchargées subissent les retards directement, et les usagers des autoroutes sont protégés des retards et des coûts supplémentaires que des usagers supplémentaires sur le réseau autoroutier imposeraient à tous les autres usagers. Fait important, la régulation des rampes d'accès peut aussi être mise en œuvre sans avoir à imposer des taxes directes pour l'utilisation du réseau (par exemple en périodes de pointe) et devraient être sérieusement étudiée dans des zones métropolitaines où les autorités choisissent de ne pas imposer de taxes directes sur la route ou la congestion.

Figure 9.1. **Limitation de l'accès : Régulation de la rampe d'accès, impacts sur le volume et la vitesse du trafic à San Diego, Californie**



Source : Centre de gestion des transports de San Diego, USA.

9.4 Gestion et contrôle du stationnement

La gestion et le contrôle du stationnement sont un moyen d'action politique facilement disponible mais qui semble souvent énormément sous-employé par les autorités cherchant à lutter contre la congestion du trafic.

Comme le péage et autres méthodes côté demande, la gestion et le contrôle du stationnement peuvent aider à lutter contre la congestion en réduisant la demande de déplacement à l'intérieur de la zone concernée. En raison de l'importante flexibilité de cette méthode, la gestion du stationnement peut aussi être ciblée de manière tout à fait spécifique, dans le sens où elle peut être appliquée en fonction du lieu et de l'heure. La gestion et le contrôle du stationnement sont donc importants car, contrairement à de nombreuses mesures relatives à l'offre, la gestion du stationnement a le potentiel de modifier la demande sur une grande échelle.

La limitation du stationnement est généralement acceptée comme un moyen de rationner l'utilisation de places de stationnement limitées dans des lieux de forte activité (par exemple limites de stationnement fixées à 2 heures). Cependant, il est moins facilement accepté par le grand public comme un moyen de contrôler l'utilisation globale de la voiture et peut donc, s'il est utilisé indépendamment d'autres mesures, être moins efficace pour réduire la congestion sur les principales routes de la ville.

Cette section concernera l'efficacité de la gestion et de la limitation du stationnement dans la lutte contre la congestion du trafic. La section est axée sur deux méthodes différentes mais potentiellement complémentaires : limites physiques apportées aux places de stationnement disponibles ; et augmentation des prix de stationnement. En limitant les places disponibles ou utilisées, le contrôle du stationnement vise à réduire le nombre de véhicules sur le réseau routier. Tout en n'étant pas directement un moyen de limitation d'accès, la politique de stationnement, en autorisant ou en empêchant les véhicules d'occuper la route et de stationner hors route, peut être considérée comme une forme indirecte de limitation d'accès.

Le stationnement non limité et gratuit dans les centres villes, en particulier sur les lieux de travail, est considéré comme l'une des causes principales, quoique – indirectes de la congestion du trafic dans les grandes zones urbaines. Ce stationnement gratuit abondamment disponible attire les voitures dans les zones urbaines et gêne les efforts accomplis pour favoriser l'utilisation de modes alternatifs dans les villes. À l'inverse, cependant, une offre de stationnement trop faible face à une utilisation importante de voitures entraîne une congestion due à la "maraude" ou à la recherche de places de stationnement disponibles. Dans certaines grandes villes, on a estimé que cette "maraude" représentait une part importante du trafic à un moment donné. Par conséquent, la gestion du stationnement, dans le cadre d'une stratégie de gestion de demande plus importante, est essentielle à l'équilibre de l'offre et de la demande.

Il existe un certain nombre de tensions fondamentales inhérentes à la gestion du stationnement urbain. La première est constituée par la volonté des villes d'assurer un haut niveau d'accessibilité – y compris en voiture – tout en évitant en même temps ne pas d'inonder la ville avec le trafic ou de recouvrir ses chaussées de trop de places de stationnement. Il existe également une tension entre le niveau de stationnement que les autorités locales de transport peuvent souhaiter et le niveau de stationnement que les entreprises jugent essentiel pour leur rentabilité ou dont d'autres décisionnaires (par exemple les responsables du développement économique) peuvent souhaiter disposer. Le dernier point concerne la tension entre ce que les autorités locales pourraient contrôler (stationnement sur rue) et ce que le secteur privé peut contrôler (stationnement hors rue). Enfin, il existe une tension très réelle et très importante entre les attentes en matière de stationnement que les citadins pourraient avoir (par exemple disposer d'un espace de stationnement sur rue) et les attentes en matière de stationnement des "usagers" de la ville (par exemple disposer de suffisamment de stationnement pour pouvoir exercer leurs activités).

Ces tensions ont souvent échappé à toute forme d'arbitrage coordonné ou rationnel et il en a résulté un ensemble de règles et de politiques de stationnement souvent incohérentes dans les zones urbaines. Par le passé, cette situation a pu mettre en péril les stratégies de régulation de la congestion. Une méthode complète de gestion du stationnement peut s'intéresser à cette situation et c'est un élément essentiel dans une stratégie équilibrée de régulation de la congestion.

Plusieurs stratégies de stationnement possibles peuvent être déployées à l'appui des politiques de régulation de la congestion et celles-ci sont souvent complémentaires. En général, toutefois, on distingue les mesures qui ciblent la mise à disposition par les pouvoirs publics de stationnement sur rue et hors rue et les mesures qui cherchent à gérer indirectement les ressources de stationnement détenues et contrôlées par des particuliers - et notamment le stationnement sur le lieu de travail et le stationnement à des fins commerciales.

La gestion du stationnement, en tant que limitation indirecte d'accès, est une méthode réglementaire de mise à disposition, de contrôle, de régulation et de restriction du stationnement. Cela signifie limiter le nombre de places de stationnement et en désigner les bénéficiaires avec un traitement préférentiel pour les résidents et les véhicules multi-occupants par exemple. La gestion de l'offre réglemente aussi l'emplacement des places de stationnement : le stationnement de voiture hors rue dans des emplacements clés en même temps que des informations pertinentes pour les usagers potentiels peuvent limiter le stationnement sur rue et diminuer ainsi la congestion due à la recherche de stationnement. Enfin, il est important de s'assurer du respect des réglementations.

Pour éviter les effets négatifs de l'offre restreinte de stationnement comme l'obstruction d'autres modes de transport par le stationnement illégal, la recherche de places de stationnement et autres, les politiques de gestion du stationnement doivent tenir compte des principaux aspects suivants :

- La tarification du stationnement est un impératif crucial pour le succès de la gestion du stationnement. Afin de préserver l'accessibilité, il convient d'être conscient des effets contre-productifs éventuels.

- Des pratiques et des prix cohérents doivent être utilisés dans toute la zone urbaine ou dans tout le quartier et les stratégies de gestion du stationnement doivent être coordonnées au-delà de la principale zone encombrée.

- Les fournisseurs de stationnement public et privé doivent coopérer pour mettre au point un programme de gestion de stationnement intégré afin de garantir une offre équilibrée.

- Des informations pratiques et précises sur des places de stationnement disponibles sont particulièrement nécessaires pour une utilisation efficace des installations et pour éviter un trafic inutile à la recherche de places de stationnement.

- Les places de stationnement devraient être gérées et tarifées en fonction de leur caractère pratique et des utilisateurs prioritaires. Les aspects importants sont :

    - Emplacement : voisin/proche/loin de la destination, par exemple le centre ville.
    - Heure de la journée et durée.
    - Types d'utilisateurs et leurs activités. habitation/travail/visite/shopping/livraison.
    - Des encouragements pour les véhicules multi-occupants peuvent être une mesure supplémentaire de réduction du trafic.

- Les installations de stationnement polyvalentes intégrées sont plus utiles aux usagers utilisant moins d'espace que les places de stationnement individuelles, par exemple près des théâtres ou des boutiques. Les places de stationnement peuvent être partagées entre des groupes d'utilisateurs selon leurs types de stationnement, leurs destinations et les différentes périodes de pointe.

- Il est très important que des programmes d'application appropriés soient mis en œuvre dans la gestion du stationnement pour assurer le succès de la stratégie.

La tarification est une mesure efficace pour réguler les disponibilités de stationnement. Dans de nombreux cas, les autorités peuvent chercher à fixer un prix de stationnement dans les centres urbains de manière à ce que l'utilisation du stationnement et de la voiture demeure moins attractive que les transports en commun. Le prix peut dépendre de :

- L'emplacement : plus élevé dans le centre ville.

- La durée : progressif dans le centre ville ou dégressif à la périphérie.

- Le type de propriétaire de voiture : tarif préférentiel pour les résidents et le covoiturage.

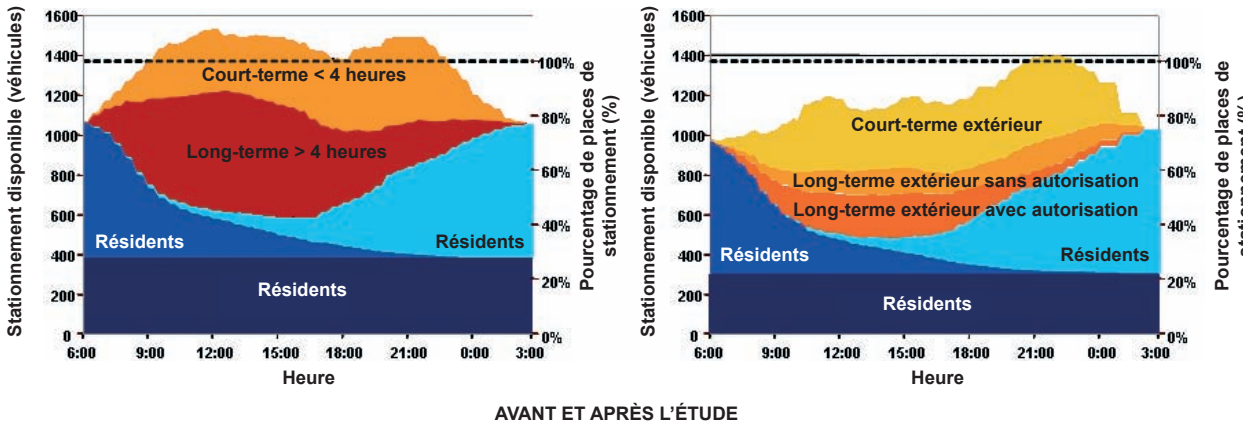
Le type et les taux de tarification reflètent les objectifs de la politique adoptée mais il semble important d'harmoniser le tarif des villes voisines pour empêcher un déséquilibre économique au niveau régional.

A Prague, une demande importante et une offre modérée ont conduit à une limitation du stationnement dans le centre ville. Trois zones de stationnement ont été créées : des périodes courtes (moins de 2 heures) dans les zones les mieux situées, des périodes plus longues (moins de 6 heures) pour les visiteurs et le stationnement illimité pour les résidents. Alors que les tarifs sont plus élevés pour les places de stationnement de courte durée, les résidents doivent payer dix fois plus pour obtenir une place de parking pour leur deuxième voiture que ce que coûterait une place de stationnement pour une voiture.

La politique de stationnement a également un impact important sur le comportement des voyageurs : ils choisissent d'autres modes de transport, raccourcissent leur séjour, modifient leur heure de déplacement ou choisissent une autre possibilité de stationnement. Par conséquent, cette mesure peut contribuer à la régulation de la congestion et entraîner des économies de temps de déplacement et une baisse des émissions. Néanmoins, les effets négatifs sur le trafic itinérant devraient être pris en considération pour développer les stratégies de gestion du stationnement avant la mise en place de sa tarification.

Dans le projet MOBINET de Munich, les mesures de gestion du stationnement ont été testées et mises en place. Les objectifs du projet comprenaient : la gestion de l'offre de stationnement afin d'améliorer la situation pour les résidents et "la demande conditionnelle" (acheteurs, visiteurs, livreurs etc.) et l'augmentation de l'accessibilité des zones voisines du centre ville en créant des mesures dissuasives pour le stationnement à long terme des voyageurs faisant la navette entre leur domicile et leur travail. En différenciant l'offre de stationnement selon les structures de zonage et les caractéristiques de la demande conditionnelle et en créant une certaine part de l'offre de stationnement pour un usage mixte, la stratégie de gestion s'est avérée être un succès comme le montre la figure 2.

Figure 9.2. **Avant et après la mise en place de mesures de gestion du stationnement**



Source : Munich ; MOBINET ; 2003.

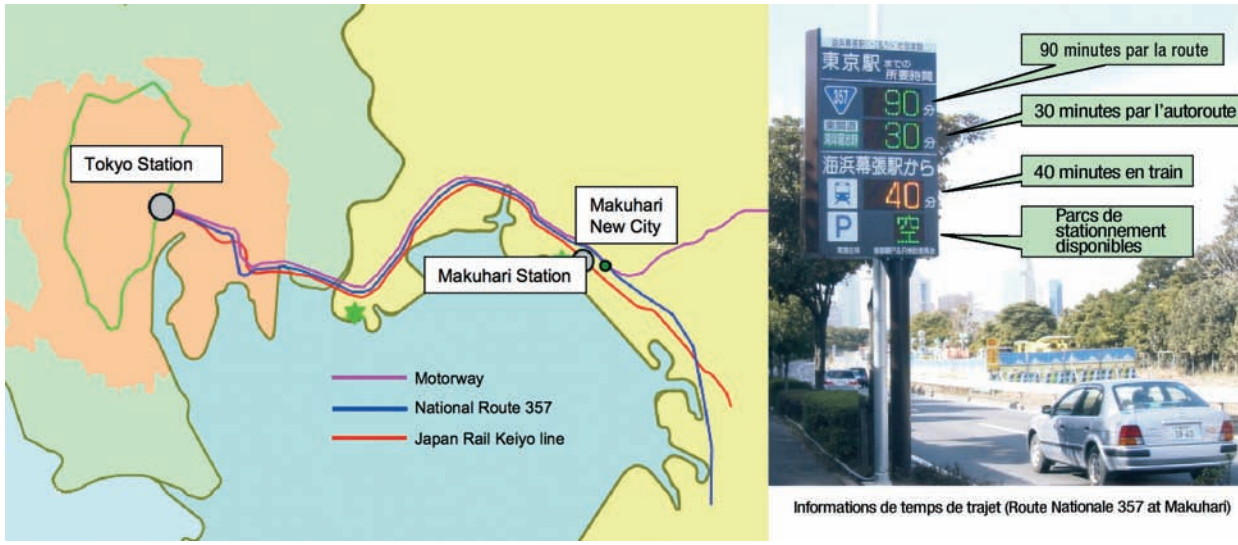
La gestion du stationnement comprend aussi les parcobus (P+R) qui sont habituellement situés dans des banlieues pour aider les véhicules multi-occupants et les transports en commun. Cette politique devrait être développée en même temps que les mesures relatives aux transports en commun.

La gestion du stationnement est une mesure prise pour encourager certains usagers, par exemple des salariés, à moins utiliser leurs voitures. En même temps, des alternatives suffisantes et attractives ont été proposées comme des facteurs "incitatifs". Par conséquent, la mise à disposition d'une capacité suffisante et de transports en commun de grande qualité avec des prix ajustés sur les prix du stationnement est un impératif crucial pour gérer le stationnement avec succès. D'autre part, la gestion du stationnement peut améliorer l'accessibilité équilibrée de la ville et contribuer à accorder aux transports en commun une part plus importante dans les modes de transport. Comme autre élément d'une stratégie intégrée, il faut faciliter les déplacements à vélo, en prévoyant des places de stationnement pour vélos et des infrastructures sécurisées pour les cyclistes. Par ailleurs, les parcobus (P+R) en bordure des zones métropolitaines peuvent contribuer à augmenter la part des transports en commun dans les différents modes de transports.

La figure 9.3 montre comment la combinaison des Parcobus avec système de prévision des temps de parcours sur route et des temps de déplacement des transports en commun peuvent constituer un outil efficace et décisif pour réduire la congestion. Dans le cas du projet pilote de la ville nouvelle de Makuhari, les usagers de la route sont incités à utiliser les parcobus à des points stratégiques des voies d'accès à Tokyo, situées à l'est et souvent encombrées. Les temps de déplacement sur la route nationale Rt 357 sans péage. Sur l'autoroute à péage et sur la ligne Japan Rail Keiyo sont communiqués en amont du Parcobus et les prix du péage, du train et du stationnement sont également communiqués De cette manière, les voyageurs confrontés à d'importants niveaux de congestion sur la route 357 peuvent soit choisir de payer pour utiliser l'autoroute soit laisser leur voiture en stationnement et prendre le train pour Tokyo.

Cependant, il faut veiller à ne pas offrir de Parcobus d'une manière telle qu'il soit plus attractif d'utiliser la voiture + le Parcobus (P + R) que d'utiliser un système de transit rapide sur toute la distance – sauf si des objectifs politiques le justifient. Il existe des cas en Allemagne où 60% des utilisateurs de nouveaux Parcobus utilisaient les transports en commun pour l'ensemble de leur déplacement avant l'installation du nouveau Parcobus.

Figure 9.3. **Combinaison du Parcobus avec des informations décisionnelles en temps réel pour les voyageurs Région de Tokyo**



Un bon exemple de commercialisation des Parcobus est un annuaire national des Parcobus au Royaume Uni accessible via Internet, qui donne des informations avant le déplacement sur les Parcobus disponibles, leur emplacement et leurs prix dans tout le pays L'annuaire est accessible sur http://www.parkandride.net.

Une autre mesure concernant le stationnement est le système Dépose-minute (K+R) pour les gens qui stationnent juste quelques minutes pour déposer ou charger leurs passagers Ce système fonctionne très bien aux différents terminus des transports en commun à l'extérieur du centre ville. Il favorise aussi le covoiturage de ceux qui font la navette domicile-travail. Voir figure 9.4.

Figure 9.4. **"Dépose-minute" à une station de métro de Prague**



Source : www.udi-praha.cz, 2005.

Figure 9.5. **Stationnement pour motos à Barcelone**



Source : Eva Gelová, 2005.

La mise en œuvre de mesures de stationnement requiert une analyse de la demande pour attribuer un niveau adéquat aux zones de stationnement. Il est aussi nécessaire d'agir en accord avec les autorités locales et les entreprises privées pour appliquer les réglementations de stationnement.

Cette politique peut être très efficace si elle est appliquée à une grande échelle, ce qui la rend d'autant plus difficile à mettre en place. Le partenariat avec les secteurs privés pour réduire ou maintenir le nombre de places de stationnement est la clé d'une mise en œuvre réussie. Il limite l'expansion des zones de stationnement privées. Concernant le stationnement public, il semble essentiel de le contrôler et de faire respecter les réglementations en les transformant en une forme utile d'organisation.

Un autre problème clé à garder à l'esprit lorsqu'il s'agit de politiques de stationnement c'est que celles-ci sont surtout efficaces pour des zones comportant une large part du trafic d'origine ou de destination. Pour les zones caractérisées par un volume important de trafic de transit, les mesures de stationnement peuvent être moins efficaces. En outre, en l'absence de toutes mesures accompagnant la gestion de la demande, des politiques de stationnement performantes qui réduisent le volume total de trafic de départ et d'arrivée peuvent en fait libérer de la capacité routière pour de plus grands niveaux de trafic de *transit*, exacerbant ainsi le problème de la congestion que la politique de stationnement était censée résoudre.

Enfin, les politiques en matière de stationnement devraient tenir compte du volume de stationnement disponible sur les lieux de travail et dans les zones commerciales, ainsi que dans certains ensembles résidentiels, car celui-ci peut avoir un impact sur le volume de trafic vers et à partir de ces emplacements. Dans de nombreux cas, les exigences de zonage urbain nécessitent que les promoteurs fournissent un nombre minimum de places de stationnement pour obtenir des permis de construire ou de lotir. Cette politique, à l'origine destinée à éviter que les rues limitrophes de ces lotissements ne soient inondées de véhicules en stationnement, peut agir à l'encontre d'autres objectifs de gestion de stationnement qui, au contraire, peuvent chercher à plafonner ou à limiter différemment les disponibilités de stationnement dans les lotissements urbains. Dans certains cas, les villes ont cherché à changer leurs lois en matière de zonage et d'aménagement du territoire pour présenter le maximum plutôt que le minimum d'infrastructures de stationnement. Cependant, ces méthodes exigent que les villes assurent un haut niveau d'accès sans voitures – et notamment via les transports en commun – à ces lotissements afin d'éviter le problème initial du stationnement illégal ou des encombrements des installations sur rue. Dans certains cas, comme à Zurich (voir encadré), les villes ont réussi à établir une liaison entre une interprétation souple des réglementations en matière de stationnement urbain et d'autres objectifs politiques dont la régulation de la congestion.

Des politiques de stationnement complètes et efficaces à l'appui des objectifs de régulation de la congestion engloberont par conséquent un certain nombre d'intervenants (habitants de la ville, "utilisateurs" de la ville, commerçants et employeurs), elles devraient être coordonnées à des lois en matière de zonage et de lotissement et concerner toute la gamme des options de stationnement (sur rue et hors rue, privé et public), inclure une certaine forme de tarification ou d'attribution de places de stationnement et être liées aux politiques favorisant l'accès par des modes alternatifs. Le cas de la stratégie intégrée employée à Rome (voir section 9.6) est un exemple de la manière dont ces différents composants peuvent être amenés à coopérer pour réduire l'impact de la congestion.

Interprétation souple des règles de stationnement en échange d'une réduction des déplacements dans Zurich

Le "modèle de régulation d'accès" a été développé par la ville de Zurich afin de limiter l'impact de la génération de trafic des nouveaux lotissements dans la ville.

Comme de nombreuses autres règles de stationnement urbain, celles de Zurich exigent que les promoteurs fournissent un nombre minimum de places de stationnement pour chaque type d'occupation des sols. Ceci a un coût pour les promoteurs qui doivent offrir une capacité de stationnement onéreuse ou transformer de l'immobilier de valeur en stationnement. Le modèle de régulation d'accès facilite ces règles et accorde des dérogations à partir d'un minimum de places de stationnement requises et offre au promoteur une certaine souplesse pour gérer la totalité du stock de places de stationnement disponibles en échange de l'accord du promoteur sur un quota strict de déplacements générés à partir de la zone désignée.

Les principaux objectifs de la politique sont :

- Permettre l'urbanisme dans les zones urbaines de forte densité, déjà saturées par le trafic.
- Limiter les effets sur l'environnement des grandes constructions et des programmes immobiliers.
- Permettre une utilisation souple des places de stationnement.
- Maintenir sous contrôle le volume de circulation des voitures en définissant le nombre maximum de déplacements pouvant être générés à partir des zones ciblées.

Le nombre de déplacements autorisés par an, le programme de surveillance et les pénalités en cas de non-respect sont définis dans un accord passé entre la ville et les propriétaires fonciers et sont liés à l'approbation de plans d'urbanisme ou de permis de construire. Les propriétaires fonciers doivent constituer un organisme indépendant, ou faire appel à ses services, chargé de la gestion et du fonctionnement du quota de déplacements et de la politique de gestion du stationnement. Cet organisme assume en général les fonctions suivantes pour la zone d'aménagement attribuée :

- Distribution des laissez-passer de stationnement aux différents propriétaires fonciers.
- Répartition des quotas de déplacements et gestion des pénalités de non respect.
- Fourniture de services supplémentaires comme les cartes de transport en commun (bons de travail), covoiturage sur site, locations de vélos.
- Surveillance du nombre de déplacements par jour, semaine, mois, année.

Les résultats de la surveillance doivent être transmis à la municipalité dans un laps de temps défini contractuellement, normalement tous les 6 mois, et sont utilisés pour vérifier si l'accord négocié entre le promoteur et la ville est respecté.

Avant de sélectionner une zone d'application du modèle de régulation d'accès, plusieurs conditions préalables doivent être remplies, à savoir :

- *Il doit y avoir des directives préexistantes sur l'importance du volume de trafic gérable dans les environs du site.*
- *L'accès à la zone en voiture doit pouvoir être contrôlé (par exemple par un nombre limité de points d'accès et de sortie) de sorte que les déplacements générés puissent être comptés et attribués au site.*
- *Le site doit être bien relié aux transports en commun.*
- *Il doit y avoir des informations précises sur le futur mélange des utilisations dans la zone (pour le calcul du nombre de déplacements).*

Le calcul réel du quota de génération des déplacements suit un algorithme mis au point par la ville de Zurich. Le nombre initial de déplacements est calculé en observant les types de zones utilisées à des fins commerciales ou résidentielles et en calculant le nombre total de places de stationnement exigé par l'arrêté municipal de Zurich sur le stationnement. Le potentiel de génération de déplacements de la zone est ensuite établi en multipliant le nombre de places nécessaires par le nombre de déplacements que chaque place est censée générer selon le type d'utilisation commerciale ou résidentielle. Ces déplacements sont ensuite multipliés par le nombre de jours ouvrables dans l'année avec des déplacements supplémentaires incorporés pour les fins de semaines et les vacances. Le résultat final est le potentiel annuel de génération de déplacements effectués en voiture depuis le site qui sert de point de départ aux négociations entre la ville et le promoteur. Au cours de ces négociations, un promoteur capable de montrer comment réduire ce nombre de déplacements par des alternatives aux déplacements avec un conducteur seul (par exemple par la mise en place de plans CMM) peut profiter d'un nombre réduit de places de stationnement obligatoires. Cet investissement réduit en stationnement permet à son tour au promoteur d'offrir plus d'immobilier "négociable" ou de réduire ses coûts de lotissement (par exemple en n'ayant pas à fournir autant de stationnement souterrain).

Le modèle de régulation d'accès a été appliqué pour la première fois en 1999 dans le cadre d'un projet de rénovation urbaine appelé Zentrum Zurich North (ZZN). ZZN est une zone industrielle désaffectée dans le nord de la ville de Zurich, utilisée à diverses fins sur un espace au sol total de 1,4 millions de m². 1750 places de stationnement sont réparties sur 9 parcs ou structures de stationnement. L'accord entre les 12 propriétaires fonciers et la ville de Zurich prévoit un nombre maximum de 8000 déplacements en voiture par jour, une fois la totalité de l'espace au sol utilisée.

Dès 2006, le modèle conditionnel d'accès a été mis en pratique dans deux zones de la ville. Le Zentrum Zurich North (ZZN) et sur un campus de l'université de technologie de Zurich. Le modèle fonctionne dans les deux zones et jusqu'ici les limitations de déplacement n'ont jamais été dépassées. Le partage de mode de ZZN a été favorable aux transports en commun au-delà de toutes les attentes initiales. Les raisons en sont l'application du modèle lui-même, une excellente couverture par les transports en commun et le prix élevé des places de stationnement (200 € par mois). Fort de ces expériences, le modèle conditionnel d'accès est maintenant de rigueur dans toutes les grandes zones d'aménagement urbain internes à Zurich (cinq en cours début 2006).

9.5 Péage routier/tarification de la congestion

> *Il existe probablement peu de zones dans la société économique moderne où les conditions sont aussi loin de l'idéal que dans la congestion de la circulation et les équipements collectifs de transport de nos grandes conurbations urbaines modernes. C'est également vrai à court terme, pour utiliser au mieux les équipements que nous avons et, à la longue, en termes de qualité des équipements pour les besoins actuels et futurs du trafic.*
>
> *Cette relative inefficacité peut être attribuée dans une grande mesure au fait que l'utilisateur individuel, confronté à d'autres manières d'atteindre ses objectifs, ne reçoit pas, dans les conditions actuelles, d'indications évidentes des coûts que son choix imposera aux autres, que ce soit par détérioration de la qualité de service ou par le coût de l'expansion des équipements jusqu'au point d'empêcher cette détérioration.*
>
> *William Vickery* [3]

> *C'est une attitude habituelle pour les économistes en matière de transport que de porter le schéma classique à l'ordre du jour, de noter l'optimalité évidente des solutions de taxation et ensuite de s'asseoir et d'attendre que le monde adopte cette solution comme "la" bonne solution. Nous attendons depuis soixante dix ans maintenant et cela vaut sans doute la peine de se demander quelles sont les aspects du problème que nous avons manqués. Pourquoi le monde hésite-t-il à faire ce qui est évident ?*
>
> *Charles Lave* [4]

Les deux déclarations ci-dessus illustrent le potentiel et la difficulté de chercher à gérer la demande de routes via des mécanismes commerciaux.

Actuellement, dans la plupart des secteurs géographiques, le rationnement de l'espace routier ne fonctionne que par la théorie des files d'attente. Les retards de congestion dus à la théorie des files d'attente imposent des coûts à tous les usagers de la route sans discernement. Avec un régime de files d'attente, les usagers qui ont absolument besoin d'utiliser l'espace routier subissent les mêmes effets que ceux qui n'ont pas ce besoin. Les méthodes basées sur la théorie des files d'attente ne s'attaquent pas directement aux causes, à savoir la circulation trop importante sur les routes. Au contraire, elles mesurent effectivement l'accès à l'espace routier selon la "propension à attendre" ou plutôt, chaque fois que des alternatives raisonnables ne sont pas disponibles, en "forçant" les usagers à attendre parce qu'ils ne disposent pas d'un choix effectif.

Les usagers de la route ont souvent un choix limité, si tant est qu'ils en aient un, entre une gamme de qualité/niveau de service et des options de prix pour l'utilisation du système routier. Le manque de *choix commerciaux* pour les usagers est sans doute l'une des frustrations que connaissent de nombreux usagers lorsqu'ils circulent sur des routes encombrées.

La théorie des files d'attente sur le système routier est un mécanisme de rationnement très différent de celui auquel les usagers sont généralement confrontés dans leurs autres domaines de dépenses et différent des régimes qui s'appliquent à la plupart des autres infrastructures et d'un grand nombre de services (par exemple les télécommunications).

Il existe un grand nombre d'autres conséquences importantes de la mise à disposition de l'espace routier sans limitations spécifiques de l'accès ou du prix.

- *On rencontre peu de résistance car le niveau de demande d'utilisation de l'espace routier augmente jusqu'à ce que l'espace routier devienne très encombré.*

- *A des niveaux très encombrés, la fiabilité du déplacement et les niveaux de service sont réduits, souvent dramatiquement, au détriment des usagers que les systèmes routiers sont pourtant censés favoriser.*

- *Pour des équipements très encombrés, il semble qu'il existe une différence importante entre le niveau réel d'utilisation de la route et le niveau économiquement optimal d'utilisation de la route. L'utilisation "excédentaire" de la route entraîne des inconvénients importants pour les usagers de la route en tant que groupe comparativement aux niveaux "optimaux".*

- *Tout nouvel espace routier destiné à venir à bout de la congestion ou à la réduire risque à la longue d'être également encombré, comme l'a confirmée l'expérience sur la plupart des sites. En d'autres termes, un manque d'intervention dans des domaines d'accès et de prix produira probablement un résultat contraire à celui prévu lorsque la construction d'une nouvelle structure avait été décidée.*

En principe, la tarification de la congestion offre aux gestionnaires de la route une possibilité de faire la différence entre les usagers de la route en fonction de leur demande individuelle d'utilisation de l'espace routier. L'adoption de la taxation de la congestion, sur une base rentable, donnerait aux gestionnaires de la route un outil de gestion de la demande, en augmentant la résistance rencontrée par les usagers envers des augmentations de la demande au fur et à mesure que l'utilisation de l'espace routier approche des niveaux "optimaux" de congestion du trafic. Cela permettrait aussi aux gestionnaires de la route d'agir rapidement pour réduire la demande dans des circonstances où l'utilisation dépasse les niveaux optimaux, c'est-à-dire dans des situations où les niveaux de congestion et le manque de fiabilité sont élevés, par exemple, les niveaux actuellement typiques du réseau de routes principales dans les zones métropolitaines plus importantes.

Du point de vue d'un usager, la tarification de la congestion fournirait une occasion d'éviter les coûts indubitablement élevés de retards récurrents et de conditions de déplacement peu fiables qu'ils paient en temps perdu – en payant avec de l'argent au lieu de temps - pour des déplacements plus rapides, plus fiables et plus prévisibles. Bien sur, tous les usagers ne seront pas volontaires pour payer, et il se peut que certains usagers ne puissent pas payer les coûts supplémentaires indirects en cause.

La tarification de la gestion ou de la route selon l'emplacement est néanmoins l'une des mesures dont disposent les organismes de gestion de la route pour s'assurer que l'espace routier disponible soit utilisé efficacement, dans son sens le plus large. Lorsqu'elle est rentable, elle peut y contribuer en proposant un choix en fonction du prix pour l'utilisation des routes dans des circonstances où la demande courante, en l'absence de tarification en fonction de l'emplacement, dépasserait la capacité de l'espace routier. Taxer la congestion contribuerait à diminuer la congestion en réduisant la demande, notamment pour les déplacements aux heures de pointe. Les écarts de niveaux aux heures de pointe et aux heures creuses contribueraient à l'étalement plus homogène de la demande sur toute la journée.

D'autre part, contrairement à de nombreuses autres méthodes de régulation de la congestion, le péage routier est capable d'indiquer clairement aux responsables quand et où une capacité supplémentaire peut être nécessaire.

L'utilisation possible de la tarification de la congestion comme moyen de lutter contre la congestion du

trafic a fait l'objet de recherches intensives pendant de nombreuses décennies. De nombreuses propositions ont été faites récemment pour mettre en œuvre une forme de tarification de la congestion.

Récemment, le nombre de lieux où la tarification de la congestion ou l'une de ses variantes simplifiées (par exemple le système de taxation au cordon de Londres) ont été mises en place ou testées (par exemple à Stockholm) a cru. Cependant, actuellement et malgré tout le potentiel que la tarification de la route semble détenir, le nombre de grandes zones urbaines où cette pratique a été mise en œuvre se compte sur les doigts d'une main. Cette section traitera à la fois du mécanisme lui-même et des difficultés qu'il a pu rencontrer avant de devenir un outil de gestion acceptable du trafic urbain.

9.5.1 Aspects économiques

La taxation de la congestion concerne tout d'abord l'attribution de l'espace routier rare entre les usagers en compétition par la tarification plutôt que par la théorie des files d'attente. Elle requiert un système de taxation qui permet de faire varier le coût d'utilisation de la route en fonction du lieu et en général de l'heure.

La tarification de la congestion repose sur la théorie économique et les méthodes économiques de gestion de la route, comme le souligne le chapitre 5.

En rejoignant une route déjà utilisée, un nouvel usager ralentit le trafic, par conséquent il augmente le temps de déplacement et impose des coûts de ressources supplémentaires (par exemple consommation de carburant) et des impacts extérieurs (par exemple émissions de CO_2) à tous les autres conducteurs. Ceci ajoute un coût à chacun des autres conducteurs que l'usager marginal de la route ne paie pas et éventuellement d'autres coûts sociaux supplémentaires.

En résumé, les *méthodes économiques* de gestion routière et des opérations supposent que :

Sur une route donnée, au fur et à mesure que la demande varie, le niveau de trafic souhaité – et celui de la vitesse - varie également.

Des taxes peuvent être imposées pour parvenir à des niveaux de congestion "optimaux" - une hypothèse qui peut être formulée facilement mais dont l'expérience montre qu'elle n'est pas simple à concrétiser.

Les coûts de congestion sont définis comme le coût économique supporté par la société lorsque l'utilisation de la route se situe au-dessus du point économiquement optimal.

Cette définition des coûts de congestion tient compte de ce que les gens sont prêts à payer pour utiliser la route, c'est-à-dire la courbe de la demande. La logique de cette méthode est conforme à l'opinion commune selon laquelle la congestion est une *condition relative (non absolue)* et le niveau de congestion acceptable varie selon le niveau de demande. Pour sa part, le niveau de demande varie en général en réponse à une large gamme de facteurs, par exemple l'heure, le jour de la semaine, la nature de l'espace routier (route départementale, artère, autoroute) et l'emplacement dans la zone urbaine ainsi que la taille et la densité de la zone urbaine elle-même.

Avec la tarification de la congestion, les coûts privés devraient s'aligner sur les coûts sociaux et permettre au marché de fonctionner efficacement pour donner un résultat "optimal". Dans le cas de l'utilisation de la route, une taxe de congestion augmentera le prix payé par les usagers et ceux qui ne sont pas prêts à payer le nouveau prix n'utiliseront pas la route. L'application des taxes appropriées garantira que l'utilisation de la route sera ramenée à son niveau optimal.

D'un point de vue économique, il serait important de ne pas imposer une seule taxation de congestion dans une ville donnée. Pour être efficace, la taxe devrait être égale au coût marginal de la congestion. Mais ce coût varie, et varie considérablement, d'un endroit à l'autre et d'une heure à l'autre. Une seule taxe risque d'être trop élevée ou trop faible pour s'appliquer dans la plupart des endroits et des situations.

Les produits des taxes qui seraient nécessaires pour réduire l'utilisation de la route à des niveaux optimaux (et par conséquent éliminer l'utilisation excessive de la route) sont égaux au montant de la taxe multipliée par le nombre optimal de véhicules utilisant l'espace routier à ce prix. Il faudrait noter que les produits de ces taxes ne constituent pas une mesure du coût de la congestion. Ils représentent plutôt la recette globale engendrée par les taxes requises pour réduire le trafic au niveau optimal, c'est-à-dire au niveau qui optimisera le surplus économique et éliminera l'externalité des coûts de congestion.

La taxation de la congestion offre la perspective d'un dividende double. Elle devrait améliorer le bien-être général dans la zone dans laquelle elle est imposée et devrait engendrer des recettes pouvant servir à de nouvelles améliorations du bien-être.

Notamment, la taxation de la congestion permet d'indiquer aux responsables à quel moment une nouvelle capacité doit être développée et procurer une source de financement pour couvrir les dépenses d'infrastructures encourues (voir encadré).

Taxes sur les infrastructures des transports et choix de capacité

Une table ronde récente de l'ECMT [4] a analysé le problème des taxes d'infrastructures sur les transports et a souligné que, alors que le potentiel de récupération des coûts d'infrastructures et d'entretien par des taxes d'infrastructures (y compris les taxes sur la congestion) existait, son application pratique rencontrait plusieurs obstacles. Ceux-ci comprenaient la coordination et l'optimisation des taxes d'infrastructure à travers tout le réseau routier urbain (et non pas seulement sur des liaisons particulières), la compensation des rentrées de fonds des recettes liées aux infrastructures en diminuant d'autres formes de taxation souvent déformante, concernant la tension entre les gouvernements locaux (qui recevraient vraisemblablement des recettes liées aux infrastructures) et les gouvernements nationaux (qui collectent et redistribuent en général les taxes sur le carburant, qui devraient normalement être réduites dans le cadre d'un programme de taxation d'infrastructure à grande échelle) et le fait que des différences puissent survenir dans les coûts de carburant et de voiture susceptibles de pénaliser les habitants à l'extérieur des zones urbaines. Néanmoins, si ceux-ci ainsi que d'autres problèmes pratiques sont abordés, un programme de taxation de l'infrastructure/congestion peut indiquer aux responsables que la capacité routière devrait être étendue lorsque la tarification d'une congestion optimale à court-terme procure des recette par unité de capacité qui dépassent la dépense d'infrastructure unitaire de cette capacité. La table ronde a constaté que "le marché indiquerait de cette façon si l'expansion était socialement garantie ou non, ce qui contribuerait à améliorer la transparence et la crédibilité de l'analyse coûts-avantages (liée à l'infrastructure)" [5].

Source : Table ronde ECMT 135, "Taxes sur les infrastructures de transports et choix de capacité, 1995.

Par conséquent, les méthodes économiques offrent un support conceptuel aux mesures de réduction de la congestion du trafic en fonction du prix dans le but d'améliorer les résultats du trafic. Les taxes de congestion exposeraient les usagers marginaux de la route aux coûts sociaux marginaux de leur utilisation de l'espace routier (c'est-à-dire aux coûts supplémentaires qu'ils imposent aux autres usagers de la route).

Toutefois, un expert en économie appliquée posera des questions supplémentaires : quelle est en pratique l'importance du gain social à espérer de l'application d'une taxe sur la congestion marginale et quelles sont les difficultés et les coûts associés à la mise en œuvre de cette taxe ?

9.5.2 Aspects opérationnels

Il existe de nombreux aspects opérationnels à prendre en compte dans la mise en œuvre d'un programme de tarification de la congestion.

Un premier aspect est de savoir s'il existe ou non un point de vue partagé et accepté selon lequel la congestion constitue en effet un problème dans la zone urbaine. Une analyse de 22 programmes de tarification routière dans 14 pays, entreprise par la commission de transport intégré (CFIT) du gouvernement du Royaume Uni a constaté que :

> *Quel que soit l'objectif, on observait que la tarification n'était acceptable que si cet objectif pouvait être considéré comme la solution à un problème dont l'existence était communément admise et que l'incapacité à le résoudre que présentaient les autres politiques existantes (ou à venir) était elle aussi communément admise*[6].

L'analyse CFIT a aussi noté le rôle important joué par un défenseur de poids (par exemple dans le cas de Londres et de Stockholm) ainsi que la clarté et la transparence de l'utilisation des recettes générées par le programme.

Un autre aspect important est l'évaluation de taxes de congestion appropriées. En principe, les modèles de transport peuvent tenir compte de la répartition de la valeur que les différents usagers de la route accordent aux économies de temps. Ces informations peuvent se combiner aux estimations des coûts environnementaux de pollution, de détériorations de la route, d'accidents liées à celles-ci et autres coûts externes. L'analyste peut alors émettre l'hypothèse que sur chaque liaison du réseau, les usagers de la route doivent payer une taxe égale au coût marginal qu'ils imposent aux autres usagers de la route et à la société. La connaissance des réponses des usagers de la route aux changements survenus dans le coût de l'utilisation de la route permet d'estimer l'impact de ces taxes sur les volumes de trafic et les vitesses. Avec d'autres versions du modèle de taxation du transport, il est possible d'atteindre un équilibre dans lequel tous les utilisateurs du réseau paieront des droits équivalents aux coûts sociaux marginaux qu'ils imposent.

Que ces droits théoriquement dérivés puissent être appliqués dépend, d'un point de vue technique, de l'importance de la taxation de la congestion et de l'étendue et de l'intensité du système de taxation et de la technologie à employer. Quelque soit le système choisi, il reste le problème de l'évaluation des niveaux de changement appropriés et du recouvrement des taxes. Chaque propriétaire de véhicule doit être taxé en fonction de l'utilisation qu'il fait de la route. L'évolution de la technologie le permet mais à un certain prix.

La plupart des programmes de taxation de la congestion requièrent des investissements importants ou des coûts de fonctionnement relativement élevés (y compris les coûts de démarrage) ou les deux. Par exemple, on estime que les coûts de fonctionnement et de mise en application de la taxe sur la zone du centre de Londres réduisent d'environ 50% les avantages fournis par le programme aux usagers des transports. En d'autres termes, les avantages seraient deux fois plus élevés si le programme pouvait être mis en œuvre et exploité à coût nul. Même le système de tarification routière le plus simple est complexe à gérer. Des systèmes plus simples, moins sensibles aux changements du niveau de congestion entre les différentes parties de la ville, sont davantage réalisables pour des raisons techniques, administratives et financières. Mais en simplifiant le système et en réduisant les coûts, les avantages qu'il peut procurer sont également réduits.

Les dépenses d'infrastructures préalables et les coûts de fonctionnement pour la gestion du programme sont des facteurs importants permettant de savoir si un programme de taxation de la congestion représente une optimisation des ressources. L'ensemble des coûts doit être comparé aux bénéfices nets espérés. Naturellement, ces bénéfices nets ne sont pas équivalents aux recettes engendrées (qui ne sont qu'un transfert entre les usagers de la route et les services fiscaux). Les recettes tirées de la taxation de la congestion devraient dépasser avec une marge importante les économies de ressources globales et les avantages retirés par les usagers des transports (voir encadré), par exemple la différence entre les économies de temps pour ceux qui continuent à se déplacer en voiture plus les économies réalisées par les usagers des bus moins la perte d'avantages de la part de ceux qui changent leur mode ou leur temps de déplacement.

Compte tenu de ces variables, le coût et les recettes issues des initiatives de tarification peuvent différer considérablement d'un projet à l'autre comme le montrent les estimations du tableau 9.1.

Tableau 9.1. **Coût et recettes approximatifs comparaisons de 4 programmes de tarification de la route**

	Frais de mise en route	Frais annuels	Niveau de taxes	Recettes annuelles
Londres	£90m	£92m	£8 par jour	£97m
Singapour (1998 ERP)	£67m	£5m	£0-1.40 par déplacement, variable	£27m
Stockholm	Mise en route et fonctionnement pendant 7 mois d'essai Environ £120m		£0.70-1.40 par déplacement	£60m
Oslo	-	-	£1 par déplacement	£93m

Source : Dix, TFL 2006.

Tandis que la taxation de la congestion peut réduire les niveaux de trafic de manière très importante, la réduction réelle dépend beaucoup du montant des tarifs de péage.

- A Singapour, par exemple, on constate une baisse de 30% du volume du trafic vers le centre ville et à Londres, une baisse de plus de 20-30%.

- On peut considérer que l'essai de péage au cordon de Stockholm a réduit le trafic sur les principales routes menant au centre ville d'au moins 22% pendant les heures de pointe du matin et de l'après-midi par rapport aux précédents mois de référence.

- Les projets de tarification dont le principal objectif est de couvrir le financement des infrastructures (par exemple à Bergen, Oslo et Trondheim) n'ont eu que des effets relativement faibles sur les volumes de trafic à cause des tarifs de péage très bas. A Oslo par exemple, le nombre de voiture franchissant les postes de péage périphériques a baissé d'environ 10%.

On peut s'attendre à ce que la zone taxée constate des impacts moins importants sur l'environnement à cause de l'usage réduit des véhicules à l'intérieur de ses limites et à cause de la plus grande fluidité du trafic. Par rapport à la situation précédente, les trois derniers rapports de recherches concernant le programme de taxation de la congestion de Londres a montré une réduction de 12% des oxydes d'azote et de particules de suie dans la zone à péage. Dans le rapport d'avril 2005, le service des transports de Londres note que cette réduction est maintenant de 16%. D'autre part, il note aussi que le programme de taxation de la congestion a laissé inchangées les émissions à la périphérie du cordon.

La tarification de la congestion peut prendre l'une des nombreuses formes dont il est question ci-dessous.

9.5.3 Tarification des axes routiers

La tarification des axes routiers décrit le processus de taxation pour l'utilisation d'un tronçon de route particulier le long d'un axe routier Les principaux champs d'application sont les autoroutes, les ponts et les tunnels Le taux de tarification peut varier pendant la journée pour refléter et s'adapter au niveau de trafic dominant et s'assurer que la demande qui en résulte permet des déplacements "sans congestion" sur les voies à péage La tarification des axes routiers souvent utilisée comme un outil pour recouvrer les coûts d'infrastructures peut aussi être considérée non seulement comme un outil de gestion efficace de la congestion mais aussi comme une stratégie essentielle – surtout lorsqu'elle entraîne un certain niveau de tarification variable sensible au trafic.

Les péages aux heures de pointe et aux heures creuses existent sur de nombreuses autoroutes et sur les principaux axes routiers, y compris, de plus en plus, aux États-Unis où la pratique est connue sous le nom de "tarification variable" et constitue le thème central d'un ensemble de projets de démonstration financés par le gouvernement fédéral (voir encadré).

Péage de congestion : La tarification des axes routiers aux États-Unis

La route nationale 91 (SR 91) en Californie a été la première route à péage entièrement automatique du monde et la première route à péage aux États-Unis où les péages varient selon le niveau de congestion de la route. La route à quatre voies, construite au milieu de la SR 91, est longue de 16 kilomètres sans accès intermédiaire. Il y a deux voies dans chaque direction et elles sont séparées des voies principales par des pylônes en plastique et un tampon peint. Les tarifs de péage sont fixés selon le niveau de congestion expérimenté en général sur la route, ce qui fait du déplacement aux heures de pointe le moment le plus cher pour se déplacer. Bien que l'équipement soit ouvert 24 h/24, sept jours par semaine et que les péages soient facturés en permanence, les opérateurs utilisent le prix comme un essai pour sortir les véhicules de la période de pointe.

Les automobilistes qui choisissent d'utiliser les voies sont avertis du péage bien avant les installations par des signaux routiers dynamiques. Les péages sont payés exclusivement par recouvrement électronique du péage. Les utilisateurs de l'installation doivent avoir un compte et un transpondeur. L'installation est aussi gérée pour encourager à se déplacer dans des véhicules multi-occupants. Les covoiturages avec trois occupants ou plus, les motos, les véhicules à émission zéro et les véhicules avec plaques d'immatriculation portant la mention "personne handicapée" ne paient rien, en permanence, sauf aux heures de pointe du soir, dans les directions encombrées où les véhicules multi-occupants (HOV) sont taxés 50% du péage indiqué. Une fois de plus, le prix sert à encourager certains comportements de déplacement et des moyens de transport réduisant la congestion.

Les opérateurs des voies expresses SR 91 ont mis en œuvre une politique de péage reposant sur la gestion active de l'installation. Les voies sont surveillées en permanence et ces données servent à ajuster les péages si nécessaire pour maintenir la fluidité du passage de l'installation. Les volumes horaires de trafic sont surveillés sur une période de 12 semaines. Si des volumes de véhicules par heure, par direction approchent des niveaux où les vitesses deviennent instables ou diminuent, les péages peuvent être ajustés. Le nouveau tarif de péage devait rester le même pendant six mois. Si, au bout de six mois, on constate que les volumes de trafic ont chuté, créant ainsi plus de capacité, le péage pourrait être diminué. Les opérateurs de l'installation gèrent activement les voies pour optimiser le flux de circulation.

La voie expresse I-15 à San Diego, Californie, est une double voie réversible de 12,8 km qui va de la route nationale 52 à la route nationale 56. L'illustration 7 décrit les limites des voies expresses. Les voies sont séparées des voies principales par des barrières de béton. L'accès n'est possible qu'aux terminus. Les voies sont exploitées à l'origine comme des voies réservées aux véhicules multi-occupants mais disposent souvent d'une capacité inutilisée. Les voies fonctionnent du lundi au vendredi, de 5 h 45 à 11 h en direction du sud et de 13 h à 19 h en direction du nord. En 1996, les voies HOV ont été transformées en voies à péage pour véhicules multi-occupants, sur lesquelles les véhicules à un occupant sont taxés pour utiliser l'équipement et les HOV se déplacent gratuitement sur les voies.

I-15 utilise un système de péage dynamique, le premier de sa catégorie à être mis en œuvre. Les tarifs de péage varient en général de $0.50 à $4 mais peuvent monter à $8 dans des conditions d'encombrement très graves. La technologie déployée dans l'axe routier permet d'évaluer les conditions de trafic actuelles et le prix du péage est ajusté de manière dynamique pour garantir des conditions de circulation fluide sur les voies expresses. Des signaux routiers dynamiques placés avant l'entrée de la voie préviennent les conducteurs de la présence du péage. Les conducteurs ont alors largement le temps de choisir d'entrer ou non sur les voies et de payer le péage Comme sur la SR 91, tous les usagers doivent être enregistrés et avoir ouvert un compte Fas Trak. Un compte Fas Trak permet le recouvrement électronique des péages. Aucun paiement manuel ni en espèces. Le trafic journalier moyen sur les voies expresses est de 25 000 à 35 000 véhicules.

Source : Extrait de
http://ops.fhwa.dot.gov/freewaymgmt/managed_lanes/doc/crosscuttingstudy/chapter3.htm#san_dieg.

Dans de nombreux cas, des voies pour véhicules multi-occupants (HOV – voies sur lesquelles les véhicules doivent avoir un nombre minimum de passagers) peuvent être transformées en installations de péage pour véhicules multi-occupants (HOT), concernant ainsi tous les équipements HOV sous-employés. Avec un équipement HOT, les véhicules multi-occupants gardent encore un accès gratuit ou à prix réduit à ces voies mais les véhicules ne contenant que le conducteur peut également opter pour utiliser aussi l'équipement en payant un péage variable dont le prix fluctue selon l'heure et la direction, en fonction des niveaux de congestion.

Les voies HOT peuvent aussi se combiner à des services d'autobus express (BRT) et des Parcobus (voir une description de ces derniers dans le chapitre 9) qui offrent ensemble des services de transport en commun à grande vitesse. Ces services combinant la voie HOT et les BRT sont notamment adaptés à la desserte d'axes routiers à faible densité de déplacement et peuvent offrir des services de transport en commun de grande qualité pour une fraction du coût des services des chemins de fer.

Des systèmes de voies HOT efficaces et d'autres systèmes d'axe routier ou de péage ont été considérablement facilités par la technologie qui permet le recouvrement automatique du péage et par des systèmes d'application reposant sur des cartes à puce ou des technologies de perception électronique de redevances. En effet, ces outils permettent aux entreprises de transport de garantir des paiements sans que les véhicules aient à s'arrêter, sans utiliser de cabines de péage "traditionnelles", elles-mêmes source importante de congestion sur certaines autoroutes lorsque la circulation est très chargée [P6].

9.5.4 Tarification de zone/au cordon

Les mesures de droits fixes dans les zones urbaines sont appelées tarification au cordon. Tarification au cordon signifie que les usagers paient chaque fois qu'ils traversent une voie ou une section de terrain. Ce type de tarification routière est définie pour chaque partie de la zone urbaine impliquée. S'il n'y a qu'une

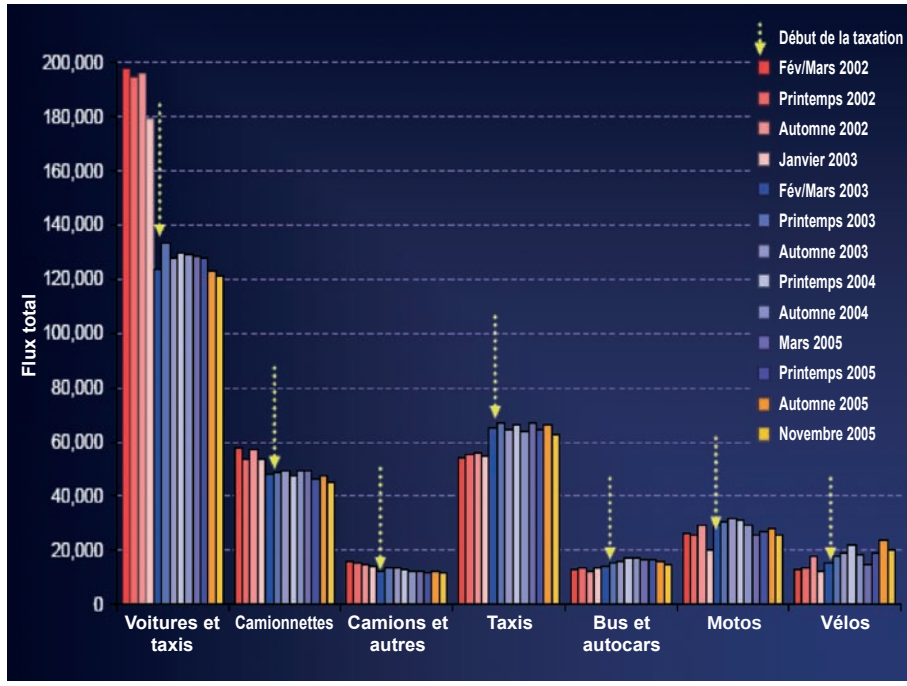
seule zone, le système est appelé “tarification de zone”. On en trouve des illustrations dans des centre-villes comportant des zones de quelques kilomètres carrés. L’objectif de ce type de tarification est tout d’abord de diminuer la congestion du trafic en réduisant la demande de trafic mais peut aussi avoir pour objectif en même temps de diminuer les impacts sur l’environnement.

Les progrès technologiques ont permis la mise en place de cette tarification au cordon Le principal élément sophistiqué de l’équipement nécessaire est le système de perception électronique de redevances (EFC). Bien sur, il est important de faciliter et de sécuriser les moyens de paiement Diverses technologies EFC sont disponibles, dont des systèmes à bord des véhicules, des systèmes de communication courte distance exclusive (DSRC) et des centres de collecte Mais il est également nécessaire de surveiller, contrôler et assurer la bonne utilisation du système pour s’assurer du bon respect des mesures. Ce contrôle et cette mise en application peuvent se faire avec la reconnaissance automatique des plaques d’immatriculation (ANPR), le contrôle et la surveillance vidéo ainsi que les centres de contrôle.

Taxe de congestion à Londres

La taxation de la congestion a été mise en place avec succès au centre de Londres en février 2003. Elle contribue directement à quatre des priorités de transport du Maire : réduire la congestion, effectuer des améliorations radicales dans les services de bus, améliorer la fiabilité du temps de déplacement et augmenter l’efficacité de la répartition des biens et des services. La taxe sur la congestion est due pour la conduite ou le stationnement d’un véhicule sur les voies publiques à l’intérieur de la zone de taxation de la congestion entre 7 h et 18 h 30, du lundi au vendredi, sauf les jours de congé et les jours fériés. Elle couvre 22 km² au cœur de Londres, dont les quartiers du gouvernement, de la justice, des affaires, des finances et des loisirs Depuis sa mise en application en 2003, les prix ont augmenté de £5 à £8 et une discussion est en cours pour étendre la zone de tarification à l’ouest de la zone actuelle.

Figure 9.6. **Impact par mode de transport en surface sur la taxe de congestion de Londres**



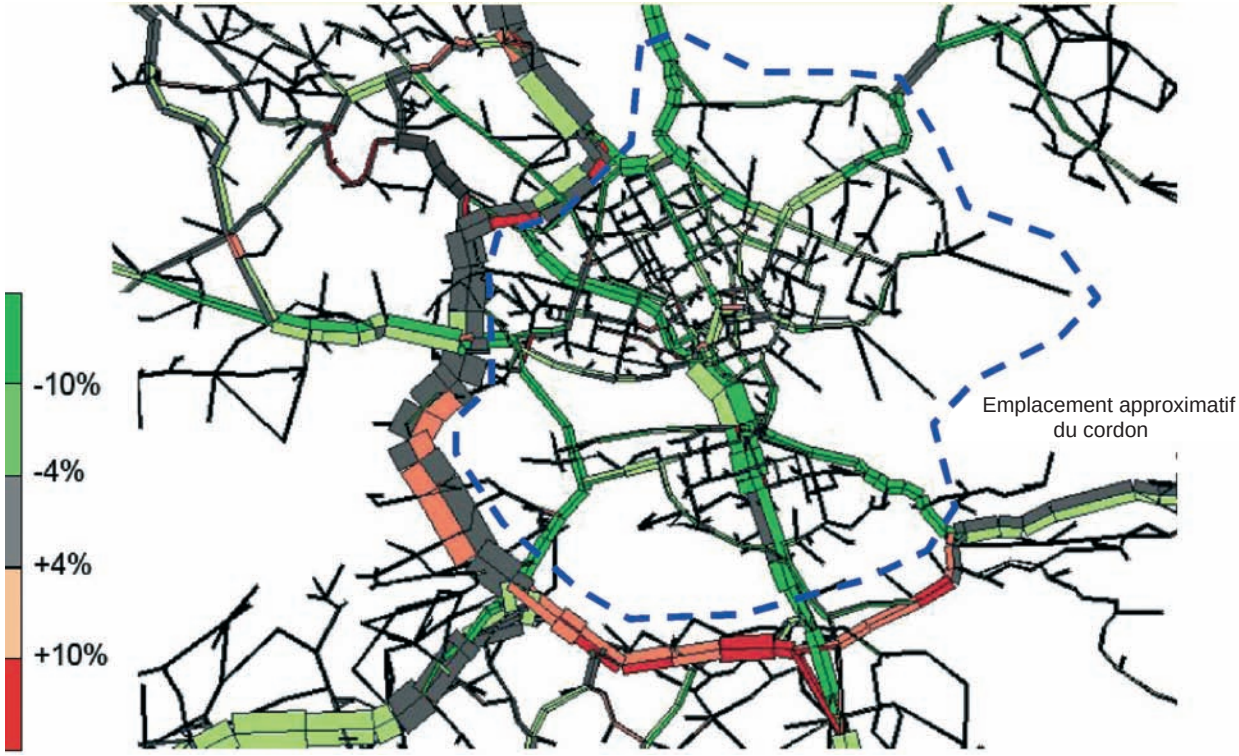
Source : Transports londoniens.

Les impacts de la taxe sur la congestion à Londres ont été immédiats et importants, comme le montre la figure 9.6. La baisse globale du trafic de 18% représente en gros le résultat d'une réduction de 33% du nombre de voitures entrant dans la zone. Des augmentations dans la fréquentation des bus et du métro, de l'utilisation de taxis, des déplacements à vélos et, dans une moindre mesure à motos, ont assuré d'excellents niveaux d'accès au centre ville. La suppression d'une partie relativement petite des voitures, camionnettes et camions de la zone taxée a entraîné une diminution de 30% de la congestion.

Essai de Stockholm

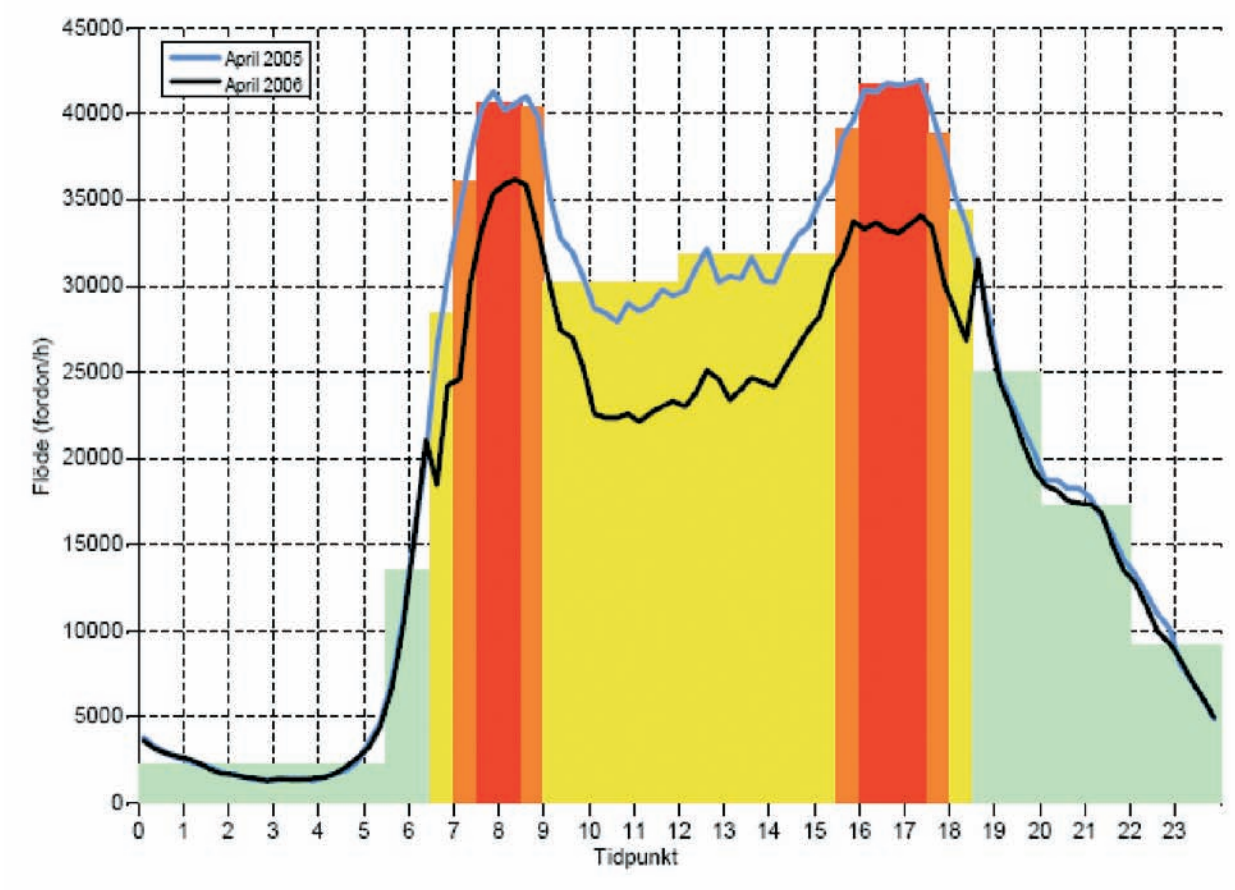
La ville de Stockholm a établi un programme d'essai de tarification au cordon en 2005 dans le but de réduire la congestion, d'augmenter l'accessibilité et de réduire les dommages causés à l'environnement par le trafic. Notamment, la taxe a cherché à réduire de 10 à 15% les volumes de circulation pendant les heures de pointe et à améliorer l'accessibilité globale du centre ville pour les transports en commun et les voitures soumises à cette taxe. L'impact initial de la taxe a dépassé la réduction de 10-15% avec des réductions de trafic de 22-26% sur certaines routes menant à la ville comparativement au même mois de l'année précédent la mise en œuvre de la taxe (voir figure 9.7). Cependant, on constaté certaines augmentations dans le contournement ouest (par exemple une augmentation de 4-5% en moyenne par rapport au même mois de l'année dernière avant la mise en œuvre) comme le montre aussi la figure ci-dessous. On ne sait pas encore bien comment a pu se reporter le trafic "manquant" bien que certains conducteurs se soient tournés vers les transports en commun, comme le montrent la hausse des chiffres de fréquentation des bus.

Figure 9.7. **Changements du volume de trafic routier à Stockholm après mise en place de la taxe sur la congestion**



Source : www.stockholmsforsoket.se/upload/Rapporter/Expert_group_summary_060621.pdf

Figure 9.8. **Impact de la taxe sur la congestion à Stockholm : Impacts moyens sur le trafic journalier**



Source : Ville de Stockholm.

L'impact du péage au cordon à Stockholm est illustré sur la figure 9.8 où, comme dans le cas de Londres, un recul important du trafic entrant dans la zone à péage peut être considéré comme ayant eu lieu pendant les heures de fonctionnement. Au bout de quelques mois de fonctionnement, l'essai a été arrêté en 2006 avant que les électeurs de la zone de Stockholm aient voté pour la poursuite ou l'arrêt du programme de tarification au cordon dans un référendum d'octobre de la même année. Les électeurs à l'intérieur de la ville de Stockholm ont voté pour la poursuite du programme mais un vote non-exécutoire des résidents des comtés périphériques a eu pour résultat un vote pour l'arrêt du programme. Ceci indique peut-être que la plupart des avantages de la réduction du trafic ont profité aux résidents de la ville de Stockholm alors que la charge imposée par le programme sur les résidents de la périphérie n'était pas suffisamment compensée par les augmentations de vitesses de déplacement pour ceux qui acceptaient de payer le péage. Ce qui pouvait provenir du niveau initial relativement bas de la congestion dans Stockholm.

A Gênes et à Rome, les autorités ont mis en place des systèmes de taxation au cordon pour les non-résidents dans l'épicentre de ces villes. Le système de taxation au cordon dans ces deux cas repose sur des systèmes d'identification automatique des plaques d'immatriculation et de lecteurs de cartes "à puce" à distance. Un programme de tarification au cordon est en place depuis plusieurs années à Trondheim, en Norvège, ainsi que l'utilisation d'étiquettes électroniques et de prix différenciés et plus élevés pour accéder au quartier des affaires du centre ville. Toutefois ce système a récemment été supprimé progressivement car son principal objectif était de récupérer des coûts d'infrastructures et ceci a maintenant été réalisé.

L'efficacité économique des programmes de taxation de Londres et de Stockholm

Les taxes au cordon de Londres et de Stockholm ont totalement réussi à réduire la congestion et à augmenter les vitesses de circulation à l'intérieur des zones concernées. Elles ont aussi été mises en jeu, et ont gagné, lors des tests électoraux ce qui corrobore la thèse selon laquelle les programmes ont procuré des gains perceptible pour les habitants de ces centres villes. Cependant, on pourrait se demander si ces programmes sont économiquement efficaces ou non, c'est-à-dire s'ils procurent des gains économiques nets aux régions urbaines concernées ou si leur relative inefficacité entraînerait des pertes nettes ? C'est une question qui a été abordée à la fois par les villes impliquées et par certains chercheurs indépendants.

Les villes ont évalué que les programmes ont été à l'origine de gains nets et ont établi et publié des évaluations et des données pour appuyer leurs revendications [7], cependant un groupe de chercheurs indépendants a contredit cette thèse.

Prud'homme et Bocarejo (pour Londres) et Prud'homme et Kopp (pour Stockholm), dans une analyse des coûts et avantages des deux programmes, ont découvert que dans les deux cas les coûts nets compensaient les bénéfices nets, plus à Londres qu'à Stockholm. L'un des facteurs clés menant à leurs découvertes est le coût de mise en place et de fonctionnement des programmes de taxation de la congestion qui, comme ils le soulignent, est une proposition particulièrement onéreuse dans le cas de Londres. Ils soulignent aussi que les péages imposés ne sont pas optimaux en ce que ce sont des taxes fixes et qu'ils ne reflètent pas les coûts instantanés ou actuels de la congestion qu'ils sont supposés cibler.

Dans leur analyse, Prud'homme *et al* tiennent compte des données mises à leur disposition pour calculer le nombre de déplacements pré-taxés et post-taxés, les vitesses effectives (vitesses globales dans les deux cas), longueurs de déplacements, relations vitesse-densité, valeurs du temps, taux d'occupation des véhicules, et péages moyens pour enrichir un modèle qu'ils précisent dans leurs documents. Ils tiennent également compte des pertes ou gains sociaux des routes à tarif réduit aux heures de pointe en considérant les volumes de trafic sur les contournements et à la fois la quantité et la qualité des déplacements en transport en commun générés par les péages. De ces valeurs totales de gains et pertes sociales, ils soustraient le coût calculé de la mise en place, de l'application et du maintien du système de taxation ainsi que les coûts des services de transport en commun supplémentaires et de la congestion dans ce dernier.

Les analyses de Prud'homme et al ont le mérite de souligner trois facteurs importants à prendre en compte pour que la taxe sur la congestion ait un effet économique.

- Une congestion routière importante doit exister pour que le coût de délestage soit compensé par ses avantages.
- Les coûts de mise en œuvre devraient rester bas puisqu'au fur et à mesure de leur augmentation, les avantages économiques de la taxation diminuent proportionnellement.
- De faibles coûts marginaux devraient prévaloir dans les transports en commun étant donné leur rôle important dans l'absorption de ces automobilistes "évincés" du réseau.

Cependant, dans les deux cas, ces découvertes ont été contestées, et ont été critiquées en particulier pour un recours à des valeurs globales trop générales sur certains des paramètres clés.

Dans le cas de Londres, Charles Raux a publié [8] une analyse de l'évaluation de Prud'homme *et als*. Il estime que les conclusions de Prud'homme sont extrêmement sensibles aux mesures de la vitesse utilisées pour définir les bénéfices ou pertes dus au programme. Les vitesses de circulation dans la zone de taxation allaient de 18,2 km/h à 16,2 km/h après la mise en œuvre de la taxe (avec une moyenne de 17,14 km/h). Les avantages associés à la limite supérieure des vitesses de circulation (18,2 km/h) sont 35% supérieures à celles associées à la vitesse moyenne alors que celles associées à la limite inférieure (16,2 km/h) sont 40% inférieures à celles associées à la vitesse moyenne. Raux souligne aussi que l'analyse de Prud'homme, contrairement à celle effectuée par la ville de Londres, ignore les améliorations des vitesses de circulation à l'extérieur de la zone de taxation et s'abstient de tenir compte de la valeur très élevée du temps qui caractérise les personnes qui font la navette domicile-travail la semaine pour accéder à la zone. Enfin, Raux souligne que Prud'homme s'abstient de tenir compte de la fiabilité améliorée des temps de déplacement qui, compte tenu de la composition de la population qui se déplace, doit être prise en considération.

9.5.5 Évaluation variable de la congestion

Il est possible d'adapter des péages aux différents éléments comme la distance parcourue ou le niveau de trafic afin d'améliorer l'impact sur la demande de trafic et contribuer à la régulation de la congestion.

La tarification en fonction de la distance oblige les usagers à payer des taxes proportionnelles à la distance parcourue. Une tarification variable de ce type est la mieux adaptée aux applications étendues. La technologie nécessaire, en plus de l'équipement de perception et de contrôle mentionné ci-dessus, correspond aux Systèmes de positionnement général et des véhicules (GPS et VPS), pour calculer la distance parcourue par les véhicules. Alors qu'elle peut contribuer à la régulation de la congestion, une tarification variable de ce type a souvent pour objectif principal d'engendrer des recettes.

Une démonstration de la tarification selon la distance avec la technologie GPS a été mise en place sur 445 km² à Gothenburg. Son but est de réduire la congestion du trafic, notamment aux heures de pointe, et de diminuer les émissions de gaz à effet de serre.

Pour la tarification de la congestion du trafic, plus le trafic est important, plus le tarif est cher. Cette action implique l'utilisation d'un compteur pour contrôler les volumes.

A Singapour, une tarification routière électronique a été installée, avec plusieurs tarifs aux heures de pointe, capables d'évoluer selon le niveau de congestion. Elle utilise DSRC et les systèmes embarqués pour percevoir les redevances. Cette mesure a réussi à augmenter de 50% la vitesse moyenne des véhicules.

Le trafic aux heures de pointe peut être lissé par des taux de péage variables en fonction de l'heure ou du volume de trafic. Des investigations aux différents carrefours de l'Hudson River, à New York, États-Unis, ont montré par exemple une diminution du volume du trafic aux heures de pointe d'environ 4-7%, ce qui a entraîné une amélioration significative du flux de circulation.

Sur l'autoroute Lille-Paris (France) également, on constate une baisse d'environ 10% aux heures de pointe grâce aux taux de péage variables.

Des mesures de tarification variables peuvent s'avérer meilleures qu'une tarification fixe pour s'attaquer à la congestion du trafic. Une tarification variable incarne un principe de "tarification au

compteur" largement appliquée dans d'autres secteurs. Cependant, des systèmes de tarification variables sont plus difficiles à mettre en œuvre que la tarification fixe et pourraient provoquer une opposition reposant sur la discrimination de prix plus grande qu'ils impliquent.

9.6 Quelle stratégie de gestion de la demande choisir ? Gestion de l'accès, du stationnement ou péage/tarification de la congestion ?

Les zones urbaines représentent davantage que des lieux de passage pour le trafic. Elles concentrent et facilitent des interactions entre les gens et entre les entreprises et, pour cette raison, se sont avérées être des formes d'habitat humain formidablement résilientes et productives.

Comme on l'a constaté dans le chapitre 1, il est d'une importance cruciale que les planificateurs des transports cherchant à solutionner la congestion du trafic urbain gardent à l'esprit les impacts avantageux de l'agglomération parce que ceux-ci contrebalancent généralement les impacts négatifs de la congestion. Les services techniques du trafic peuvent faire des villes "rapides" en optimisant la vitesse et le flux de véhicules dans l'environnement urbain, mais la situation qui en résulterait peut s'avérer préjudiciable aux autres caractéristiques essentielles de zones urbaines performantes (attractivité, habitabilité, densité d'interaction, productivité économique). Les villes "rapides" ne sont peut-être pas les plus productives ou souhaitables et, au contraire, les villes les plus productives/agréables à vivre peuvent ne pas être les plus rapides.

A un certain niveau, il faut parvenir à un équilibre entre les avantages de l'agglomération et les impacts de la congestion si une zone urbaine doit rester une entité dynamique et viable. Cet équilibre dépendra d'un certain nombre de décisions, dont celles qui cherchent à résoudre le problème de la congestion. Toutefois, comme le montrent les chapitres 2 et 5, trouver le "bon" niveau de trafic est un défi lorsque de si nombreuses mesures de régulation de la congestion et du trafic entraînent une augmentation de trafic à moyen et long terme. Une grande partie de ce qui a été invoqué traditionnellement comme des mesures efficaces en réponse à la congestion servent finalement à créer une nouvelle capacité, où à libérer une capacité existante, qui sera éventuellement utilisée par des voyageurs, *si cette capacité n'est pas gérée*. C'est pourquoi les trois stratégies soulignées dans le chapitre précédent ne méritent pas seulement d'être débattues mais sont fondamentalement importantes dans le processus de régulation de la congestion.

Si dans une zone urbaine les responsables municipaux ou la collectivité en général s'intéressent au contrôle efficace de la congestion, la création d'une nouvelle capacité ou la libération d'une capacité existante ne sont *pas un moyen viable pour une solution à long terme* en l'absence de certains mécanismes permettant de garantir les avantages tirés de la nouvelle capacité disponible. Ce rapport a souligné les trois stratégies permettant aux responsables de s'en assurer : gestion de l'accès, gestion du stationnement et tarification au cordon/de la route. Alors que les stratégies de régulation de la congestion devraient impliquer une vaste gamme de mesures adaptées à chaque zone urbaine particulière, les politiques de régulation de la congestion qui *n'incluent pas* une ou plusieurs des trois méthodes de gestion de la demande précitées ne seront probablement pas efficaces sur le moyen et le long terme dans des villes en expansion ou économiquement dynamiques et ne donneront vraisemblablement pas les résultats prévus par les responsables.

Laquelle de ces stratégies les responsables devraient-ils alors choisir ? Devraient-ils mettre en place des régimes d'accès comme en Italie et en Grèce, devraient-ils mettre en place des programmes de gestion du stationnement comme à Paris et Barcelone ou devraient-ils mettre en place des initiatives de tarification comme sur la SR 91 à Los Angeles ou à Londres et Stockholm ?

La réponse, qui n'est pas si surprenante que celà, est qu'ils ne devraient en mettre en place aucune… *seule*.

Chacune de ces mesures joue un rôle important pour permettre des volumes de trafic qui évitent des périodes prolongées de congestion mais la stratégie de déploiement la plus efficace et la plus réaliste pour ces mesures implique de combiner deux de ces méthodes, ou plus, dans des packages intégrés réponse-congestion. Il existe deux raisons principales à cela.

- La première est de combiner ces stratégies, aucune stratégie ne doit supporter seule tout le poids des efforts nécessaires pour aligner le niveau de trafic sur le type de rendement de trafic que les citoyens aimeraient constater.

- La seconde raison pour chercher à combiner celles-ci est que chaque méthode possède ses propres atouts dans la recherche d'une réponse complète à la congestion. Associer celles-ci permet à toutes les stratégies d'être beaucoup plus complètes et souples qu'elles ne le seraient sinon et augmente ainsi leur chance de bénéficier d'un vaste soutien à l'intérieur de la collectivité.

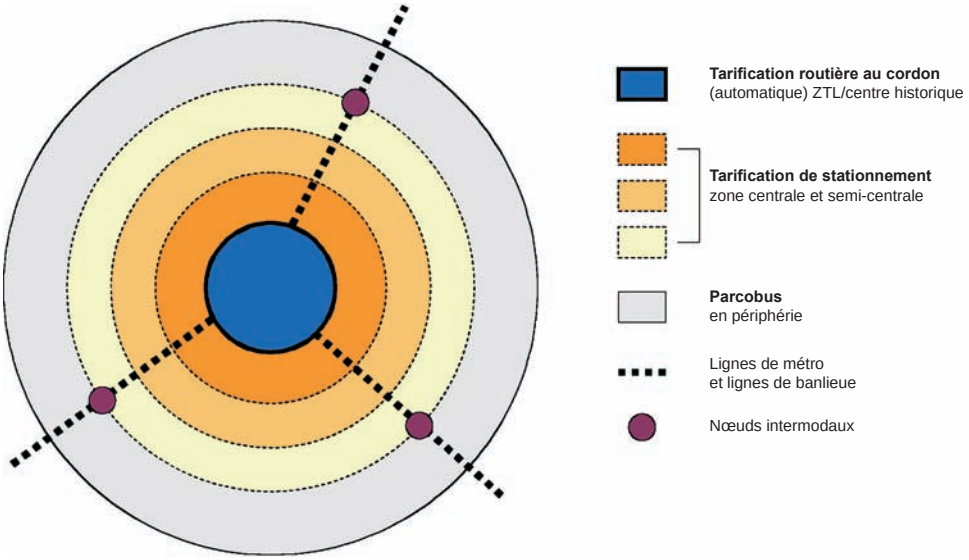
Il serait difficile d'imaginer qu'une stratégie de régulation de la congestion basée seulement sur une tarification ou *seulement* sur des restrictions d'accès ou de stationnement serait politiquement réalisable. En effet, si une seule méthode devait être utilisée, il est vraisemblable que pour permettre un délestage durable de la congestion, elle devrait être excessivement contraignante ou restrictive. Les efforts et le niveau de contrainte pour une seule stratégie seraient si importants qu'ils assureraient son échec. C'est pourquoi, même dans des cas où un des instruments est utilisé d'une manière prédominante (par exemple la tarification au cordon à Londres et Stockholm, des restrictions d'accès dans les villes italiennes, les mesures de tarification variable sur les autoroutes aux États-Unis), d'autres instruments sont également mis en œuvre et jouent un rôle extrêmement important dans la réussite globale de la stratégie. Ces instruments peuvent inclure d'autres mesures de gestion de l'accès/du stationnement ou de tarification de la route ainsi que d'autres mesures plus "traditionnelles" comme des augmentations de capacité, la fourniture de services de transport en commun ou des améliorations de synchronisation signalétique. Ces mesures coordonnées cherchent à proposer des synergies (par exemple entre la tarification routière, la gestion du stationnement et les services de transport en commun) qui permettent à la congestion d'être gérée sans avoir recours à une seule mesure trop contraignante.

Il n'existe pas de méthode qui soit "la meilleure" pour assurer que les avantages tirés d'une capacité augmentée ou libérée soient "garantis à terme". Les mesures non commerciales comme les restrictions d'accès ou les quotas de stationnement sont déterminées en dernier ressort par un processus politique qui énonce dans quel type de ville les habitants souhaitent vivre. D'après une forme d'objectifs partagés et une vision de la zone urbaine, les habitants, par l'intermédiaire de leurs élus et de leur personnel technique, déterminent le niveau de trafic qu'ils souhaitent permettre et quelles autres aires d'agrément interdites aux véhicules ils souhaitent préserver à l'intérieur de leurs villes et déterminent en conséquence les restrictions d'accès ou de stationnement. Ces méthodes présentent l'avantage de prendre en considération un large ensemble de valeurs dont on ne pourrait pas tenir compte facilement en utilisant seulement la tarification des routes ou du stationnement. Cependant, l'inconvénient de cette méthode est qu'elle ne donne pas nécessairement des résultats efficaces sur le plan économique et peut ne pas tenir compte de manière adéquate des souhaits et besoins des "usagers" non-résidents de la ville (par exemple ceux qui se rendent dans la ville ou la traversent) Les mécanismes commerciaux comme la tarification peuvent, lorsqu'ils sont bien conçus, pallier à certains de ces inconvénients. Toutefois il n'est pas évident que les mécanismes commerciaux pratiques puissent tenir compte de toutes les valeurs parfois contradictoires que les habitants de la grande région urbaine souhaiteraient optimiser.

Ainsi, il semble qu'il existe un argument fort pour utiliser deux des méthodes, ou les trois ensemble, telles que décrites dans ce chapitre (en même temps qu'une sélection d'autres mesures de régulation de la

congestion soulignées dans les chapitres suivants) tout comme il semble qu'il soit imprudent de n'utiliser aucune des méthodes soulignées ici – se concentrer sur celles décrites dans les chapitres suivants entraînerait une réaction inefficace de régulation de la congestion -.

Figure 9.9. **Coordination des politiques de régulation de la congestion : le "projet" romain**



Source : Évolution du projet 2000 livrable D3.2.

La municipalité de Rome propose une étude de cas intéressante sur la manière dont la gestion de l'accès et du stationnement peuvent être associés à la tarification et à d'autres mesures afin d'obtenir des résultats durables de régulation de la congestion. Comme cela a été souligné auparavant dans la section 9.1.1. de ce chapitre, Rome a mis en place une zone d'exclusion du trafic relativement simple dans le centre ville. Pour les raisons précitées, cette zone d'exclusion (ZTL) a eu un résultat mitigé (trop de dérogations et un manque de respect – 60% du trafic dans la zone était en infraction!). Afin de lutter contre ces dysfonctionnements dans la première réédition de la ZTL de Rome, la municipalité a décidé de développer un plan de mobilité complet pour Rome, qui moderniserait la ZTL (avec une technologie de reconnaissance automatique de carte et de plaque d'immatriculation) La municipalité a été partagée en cinq cercles à peu près concentriques s'étendant de l'épicentre de forte densité à la périphérie de faible densité (voir figure 9.9). Au fur et à mesure que l'on approche du centre, le stationnement [9] devient de plus en plus restrictif et onéreux, utiliser les transports en commun pour se déplacer est de plus en plus facile et l'accès en voiture au ZTO "historique" est étroitement contrôlé par le programme de restriction automatique de l'accès (IRIDE) mis en place en 2001. Cette réponse combinée a été l'une des raisons à l'origine du succès actuel du programme ZTL réaménagé de Rome.

Résumé du chapitre et considérations politiques : "Verrouiller les bénéfices"

Gestion et limitation de l'accès

- Les zones à trafic restreint sont les modalités de « commande-et-contrôle » disponibles les plus simples mais leur mise en œuvre nécessite clarté et volonté pour donner des résultats.

- On constate que les zones à trafic restreint nécessitent d'être acompagnées de mesures complémentaires. Comme dans le cas de Rome, pour éviter qu'une seule mesure ne porte tout le poids de l'effort de réduction du trafic. Parmi ces mesures complémentaires, on peut envisager le développement de transports publics de haute qualité, une limitation du stationnement et le péage. Toutes apparaissent comme des compléments importants aux restrictions d'accès.

- Lors de la conception d'un système de laissez-passer, des règles claires et homogènes sont nécessaires quant à leur attribution ainsi que des politiques strictes d'application pour éviter les abus.

- *La régulation de la rampe* d'accès est une application spécifique à un lieu d'une méthode de files d'attente, qui limite le taux d'accès au réseau routier principal (en général les autoroutes). Elle peut aussi décourager les conducteurs d'utiliser l'autoroute pour un déplacement court et peut favoriser l'utilisation du covoiturage en consacrant des voies spéciales au covoiturage ou en utilisant des transports en commun prioritaires. En gardant le système des files d'attente hors du réseau autoroutier, la régulation de la rampe d'accès contribue à maintenir le débit en équilibre avec la capacité opérationnelle effective du principal système routier dans ce lieu.

- Une méthode de régulation de la rampe d'accès garantit que les usagers de la route déjà dans le système sont partiellement protégés des retards qui seraient subis par tous les usagers de la route si tous les véhicules arrivant sur la rampe étaient autorisés à pénétrer dans le flux autoroutier. Elle garantit aussi que les nouveaux usagers se présentant eux-mêmes pour accéder au principal réseau routier, par des retards sur la rampe, supportent une plus grande part des coûts de retard impliqués dans leur accès à un système routier déjà encombré.

- Tout en n'étant pas une solution autonome permanente, la régulation de la rampe est une partie importante de la gestion d'un système routier principal encombré, et par conséquent un outil important pour les autorités concernées leur permettant de s'acquitter de leurs responsabilités de gestion des infrastructures.

Gestion et contrôle du stationnement

- La gestion et le contrôle du stationnement sont un moyen d'action politique disponible mais qui semble souvent énormément sous-employé par les autorités cherchant à lutter contre la congestion du trafic. La gestion et le contrôle du stationnement sont importants car ils sont capables de modifier la demande sur une grande échelle.

- Comme le péage et d'autres méthodes de demande, la gestion et le contrôle du stationnement peuvent aider à résoudre le problème de la congestion en réduisant la demande de déplacement vers la zone concernée. En raison de l'importance de la politique à mener et de la flexibilité d'exploitation disponible, le contrôle du stationnement peut aussi être ciblé de manière bien spécifique, dans ce sens qu'il peut être appliqué en fonction du lieu et de l'heure.

- Que le contrôle et la gestion du stationnement soient effectués par le contrôle physique du nombre total de places de stationnement dans une zone donnée – ou par la détermination du prix des places de stationnement pour contrôler la demande – le stationnement impose des limites au choix des usagers et a pour objectif de modifier le comportement des usagers. Ceci contraste avec les mesures relatives à l'offre, comme la fourniture d'une capacité supplémentaire ou l'amélioration des flux de circulation par une réduction des embouteillages, qui encouragent davantage le même comportement.

- Dans de nombreuses villes, il est difficile en pratique d'essayer de lutter contre la congestion du trafic par le contrôle et la gestion du stationnement. Souvent il y a eu un antécédent de changements apportés à la politique du stationnement et des "volte-face" qui ont diminué l'aptitude à développer des politiques de stationnement complètes et régulières actuellement. Il y a souvent une pléthore de conditions et de droits de stationnement intégrés dans le plan d'occupation des sols et les contrôles de construction dans des zones centrales qui traduisent ces changements anticipés. Les difficultés en matière de politique de stationnement ont aussi été accentuées par le nombre d'organismes impliqués dans la politique de stationnement et sa gestion dans les grandes zones métropolitaines. – à la fois le secteur public et le secteur privé.

- Le contrôle du stationnement peut être très efficace pour restreindre la demande de trafic de destination mais toute capacité routière libérée (par exemple pour atteindre des zones centrales) sera vraisemblablement saturée par le trafic attiré d'autres routes par les conditions de déplacement améliorées. De même, le contrôle de stationnement ne sera pas d'une grande aide dans des situations où la demande courante est de déposer ou de prendre des passagers – par exemple des parents emmenant et ramenant des enfants de l'école. Pour toutes ces raisons, la gestion du stationnement en tant qu'outil de lutte contre la congestion du trafic doit être complétée par d'autres mesures (par exemple contrôle d'accès ou péage) pour garantir les résultats souhaités.

- En termes d'acceptabilité publique, le contrôle du stationnement visant à résoudre le problème de la congestion du trafic ne recevra vraisemblablement pas un appui universel. Le fait que les utilisateurs du stationnement soient des automobilistes dont beaucoup apprécient d'utiliser leurs automobiles est une indication de l'opposition potentielle. Les fonctionnaires locaux tenant compte des options alternatives de politique ont tendance à ne pas oublier que les automobilistes sont des électeurs (par exemple pour le gouvernement local). De même, le contrôle du stationnement sera vraisemblablement considéré comme une restriction des droits actuels par certaines parties, comme les propriétaires privés – et une menace pour la viabilité commerciale des entreprises dépendant habituellement d'un stationnement pratique pour les clients.

- Un argument de compensation en faveur du contrôle et de la gestion du stationnement – qui le distingue de la gamme générale de mesures concernant l'offre pour lutter contre la congestion – est que, s'il est obtenu en partie par l'augmentation du prix du stationnement, des recettes supplémentaires seront engendrées. Les recettes engendrées par le péage et le contrôle plus strict du stationnement serviraient par conséquent potentiellement à réduire encore la congestion ou permettre des améliorations complémentaires du transport comme dans les transports en commun.

Péage routier/Tarification de la congestion

- La taxation de la congestion est un des moyens disponibles pour lutter contre la congestion en réduisant les niveaux de trafic sur les routes en périodes d'encombrement.

- La taxation de la congestion peut être introduite en une seule fois sur une grande échelle – ou peut être introduite en plusieurs étapes, en commençant par un péage le long des axes les plus importants ou sur de nouvelles voies construites dans ces axes routiers.

- Un certain nombre de problèmes liés à la politique devront être pris en compte avant toute décision d'installation d'un système de taxation de la congestion.

- Le premier est que, comme toutes les autres mesures de réduction de la congestion, le système de taxation de la congestion devrait être efficace et, impérativement, rentable.

- L'équité est un point très important à prendre en compte. Même si les revenus des taxes sur la congestion sont redistribués aux usagers de la route sous la forme de taxes moindres sur le carburant par exemple, une taxe contre la congestion est de nature à profiter aux gens en fonction de leurs revenus. Les usagers de la route en tant que groupe y gagneraient (le montant du gain de qualité de vie moins les coûts de recouvrement) mais certains gagneraient plus que d'autres.

- Un autre problème est que le péage/la tarification de la congestion présente des problématiques similaires au "contrôle d'accès" (voir ci-dessus) concernant la perte de "droits". Un automobiliste qui a payé une taxe routière générale et une taxe sur le carburant peut s'estimer "en droit" d'utiliser la route sans taxe supplémentaire. Cette perception devra être prise en compte au niveau politique.

- Les produits d'une taxe sur la congestion sont toujours plus importants que le gain social généré par la taxe, c'est-à-dire le coût de la congestion. Si ces produits ne sont pas redistribués aux usagers de la route d'une manière ou d'une autre, les usagers de la route en tant que groupe pourraient percevoir la taxe comme un impôt supplémentaire pour lequel ils ne reçoivent aucun avantage direct ou un avantage direct insuffisant. Si l'argent perçu n'est pas utilisé pour financer des dépenses de transport, les usagers de la route pourraient se considérer eux-mêmes comme des perdants.

- L'expérience a montré que le niveau de soutien pour les péages et la tarification de la congestion dépendait en général de l'usage des fonds collectés. Si les modalités de financement prévoient que les recettes collectées sont destinées à une recette de taxation générale pour affectation par des procédés budgétaires, les schémas de tarification de la congestion routière sont en général dénoncés. Si les modalités de financement prévoient d'utiliser les fonds collectés pour améliorer les transports (par exemple améliorer les transports en commun ou les routes) l'expérience montre une augmentation considérable des niveaux de soutien.

- Un autre avantage de la mise en place d'une tarification de la congestion est que le niveau des taxes et des recettes qui en résultent indiquent, par le mécanisme du marché, à quel endroit des investissements d'infrastructure ou des améliorations possibles des transports doivent être envisagés. Lorsque les recettes collectées peuvent être réacheminées dans les investissements de transport, la taxation de la congestion peut aider à fournir des fonds pour entreprendre des investissements de transport prioritaires (par exemple dans les transports en

commun, l'infrastructure ITS ou les routes). On peut dès lors envisager de réduire les taxes génériques qui prévalent autrement (par ex. : taxe sur les carburants et sur les véhicules).

- Sur des équipements fortement encombrés, l'infrastructure paeut atteindre l'autofinancement par la taxation au coût de revient marginal.

- Le risque encouru par les politiques de tarification est de transférer les flux de trafic sur des routes "gratuites" (par exemple sans péage) et de créer ainsi une nouvelle congestion dans d'autres zones. Il est important par conséquent de planifier des mesures complémentaires comme la modification de l'infrastructure routière, la gestion du trafic, la technologie de l'information ou les transports en commun et la promotion de la réduction de vitesse Ces mesures parallèles peuvent faire mieux accepter le péage et également le justifier aux yeux des gens qui ne peuvent pas se permettre de payer des taxes ou des péages et contribuer ainsi à obtenir l'adhésion du public.

NOTES

1. Ensor 2004 – Nz.

2. William Vickery 1967, Voir Débats de conférence 34 : Perspectives internationales sur la tarification routière, TRB 2005.

3. Lave, 1995.

4. ECMT, RT 135, "Transport Infrastructure Charges and Capacity Choice", 2005.

5. Verhoef, E., in ECMT RT 135, 1995.

6. UK Commission pour le transport intégré, "World Review of Road Pricing: Phase 1 Report", 2006, p. 6.

7. Transport londoniens, Rapports d'estimation des péages 2003-2005, Eliasson, 2006.

8. Raux, C., 2005 et P. Mackie (2005).

9. De très petites parties des centres historiques étaient soumises à des droits de stationnement jusqu'au milieu des années 90. Ce retard était dû en partie à des barrières institutionnelles : notamment les municipalités ne disposaient d'aucune ressource humaine pour faire appliquer la limitation du stationnement à grande échelle. Depuis, les taxes de stationnement sont été systématiquement mises en place dans de nombreuses villes et parfois aussi dans des zones juste à l'extérieur des centres historiques. Toutefois, très peu de taxes sont imposées aux résidents.

10. LES MESURES DE RÉGULATION DE LA CONGESTION QUI LIBÈRENT OU FOURNISSENT DES CAPACITÉS SUPPLÉMENTAIRES

Ce chapitre étudie les nombreuses mesures capables de libérer la capacité existante et de fournir des capacités supplémentaires aux réseaux routiers. Il y a cinq catégories de mesures ; gestion opérationnelle du trafic, transports en commun, gestion de la mobilité, modifications aux infrastructures et construction de nouvelles infrastructures.

10.1 Gestion opérationnelle du trafic

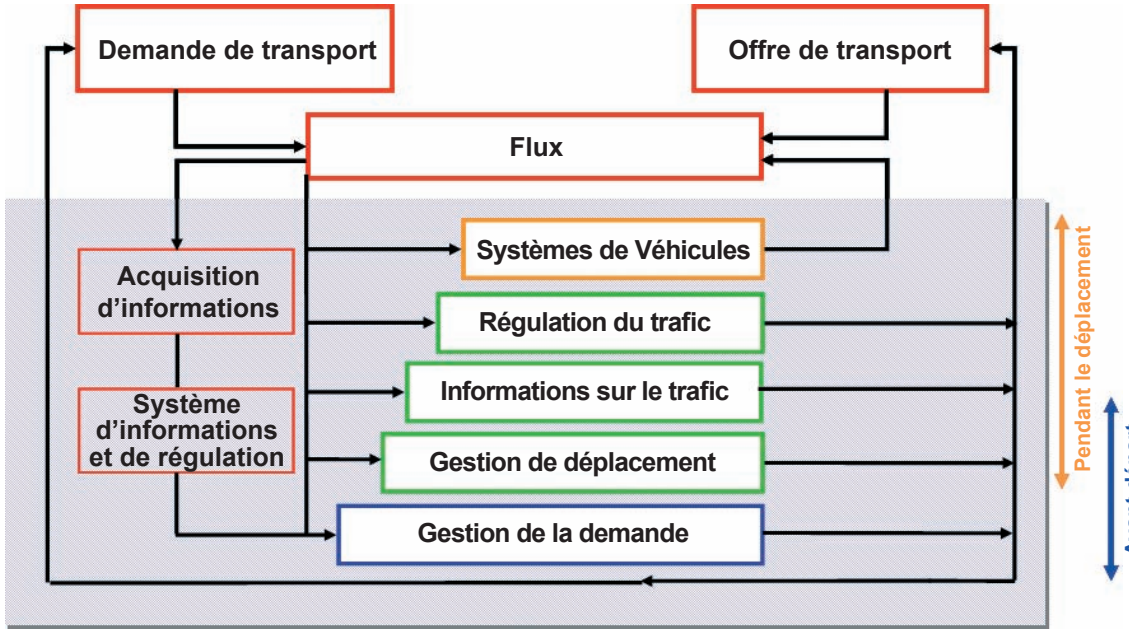
La régulation de la congestion en optimisant l'utilisation des infrastructures existantes est une étape initiale importante à entreprendre avant de passer à d'autres mesures, telles que la construction de nouvelles infrastructures. En effet, beaucoup d'administrations des routes cherchent implicitement ou explicitement à « *tirer le maximum* » de leurs infrastructures. Ce rapport a constaté les problèmes inhérents engendrés par une telle approche, lorsque « *tirer le maximum* » signifie l'utilisation de la totalité de la capacité disponible. Cependant, beaucoup d'administrations regardent la notion de « *tirer le maximum* » comme le moyen de garantir la meilleure performance possible pour leur réseau – ce qui, en termes qualitatifs, est un autre objectif que celui qui consiste à essayer de maximiser son utilisation. Les mesures opérationnelles de gestion de la circulation sont des outils importants qui peuvent aider les gestionnaires à garantir de hauts niveaux de service sur leurs routes et réseaux. Cette approche a déjà fait ses preuves pour libérer les capacités existantes et offrir une plus grande fiabilité.

Les mesures opérationnelles qui améliorent les performances des routes peuvent également créer une demande supplémentaire induite et ainsi réduire une partie des avantages initiaux obtenus. Ceci explique l'importance d'étayer ces mesures avec un système de gestion de la demande de trafic.

10.1.1 L'amélioration des opérations : le cadre des STI

Les Systèmes de Transport Intelligents – typiquement les systèmes dans lesquels des technologies de l'information sont intégrées aux infrastructures et aux véhicules – peuvent améliorer l'efficacité opérationnelle des réseaux routiers. La Figure 10.1 ci-dessous illustre la structure des liaisons entre technologies, infrastructures et véhicules, qui, poussées à l'extrême, pouvaient aboutir à un réseau routier totalement automatisé et auto-réglant. Cependant, à présent, il y a déjà beaucoup d'applications STI capables d'améliorer les conditions de circulation dans les zones urbaines.

Figure 10.1. **Concept fonctionnel des mesures STI**



Source : Busch, F. et al. : Applications STI dans la circulation routière – état actuel et perspectives ; Straßenverkehrstechnik, 06/2004.

10.1.2. Informations sur la circulation routière

Les applications STI peuvent servir à communiquer aux gestionnaires et usagers de la route, etc. des informations sur les conditions actuelles de la route et de la circulation grâce à un certain nombre de vecteurs – ex : panneaux à messages variables, radio, internet, téléphones mobiles, systèmes embarqués, etc. Les usagers peuvent modifier leur choix de déplacement à court terme en réagissant aux informations reçues sur les conditions actuelles de la circulation, et changer de route, de mode de transport ou l'heure de leur déplacement. Selon une étude, les informations routières peuvent réduire ou dévier jusqu'à 4% des déplacements en voiture – principalement par un mouvement vers les transports en commun et, à un degré moindre, par l'annulation des déplacements envisagés. [1]

Des informations routières en temps réel, ou quasi réel, peuvent aider les gestionnaires à gérer la capacité disponible et à réagir aux perturbations en suggérant aux automobilistes des parcours ou modes de transport alternatifs. Elles peuvent également être utilisées comme support technique à d'autres dispositifs, ce qui est le cas pour les informations et opérations concernant les transports en commun ou le collecte électronique de taxes.

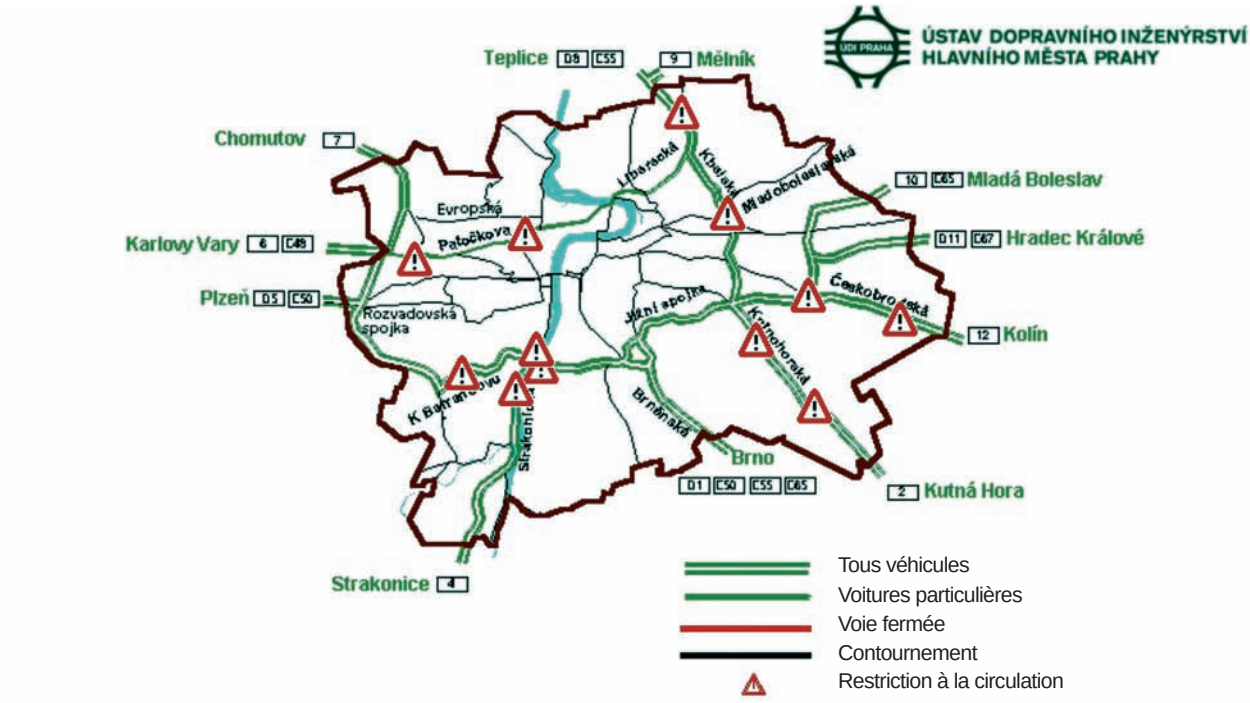
La transmission d'informations routières peut également s'avérer très utile dans les situations de congestion non-récurrente liée aux incidents particuliers, à travers l'amélioration de la détection et des informations requises pour la gestion de tels incidents. Elle peut minimiser la congestion associée et les risques que d'autres accidents aient lieu aux alentours de l'incident d'origine.

Afin de fournir des informations de qualité, il faut que les administrations ou gestionnaires des routes investissent dans des systèmes de surveillance de la circulation (des boucles noyées dans la chaussée ou une forme de contrôle visuel) – cependant plus le réseau est grand, plus le système sera coûteux. Il y a un point d'équilibre entre les efforts employés à réduire les coûts par une réduction de la couverture du réseau et la

valorisation du système par la fourniture d'informations fiables, pertinentes et utiles aux usagers. Cependant, les avantages apportés par la fourniture d'informations routières (surtout en termes des réductions des coûts de congestion et d'incidents) peuvent s'avérer considérables. L'expérience a démontré que ces avantages l'emportent sur les coûts dans les plus grandes agglomérations et dans ce cas, la diffusion d'informations « avant-départ » ou en temps réel est à envisager. Un exemple d'informations « avant-départ » à Prague est donné dans l'encadré 10.2.

A Prague, en République Tchèque, les informations avant-départ sont disponibles par internet (Figure 10.2). Des signaux et tableaux à messages variables donnent des informations courantes sur la congestion, les accidents, la circulation, etc. [2]

Figure 10.2. **Informations avant-départ disponibles sur internet pour les conditions de la circulation à Prague**

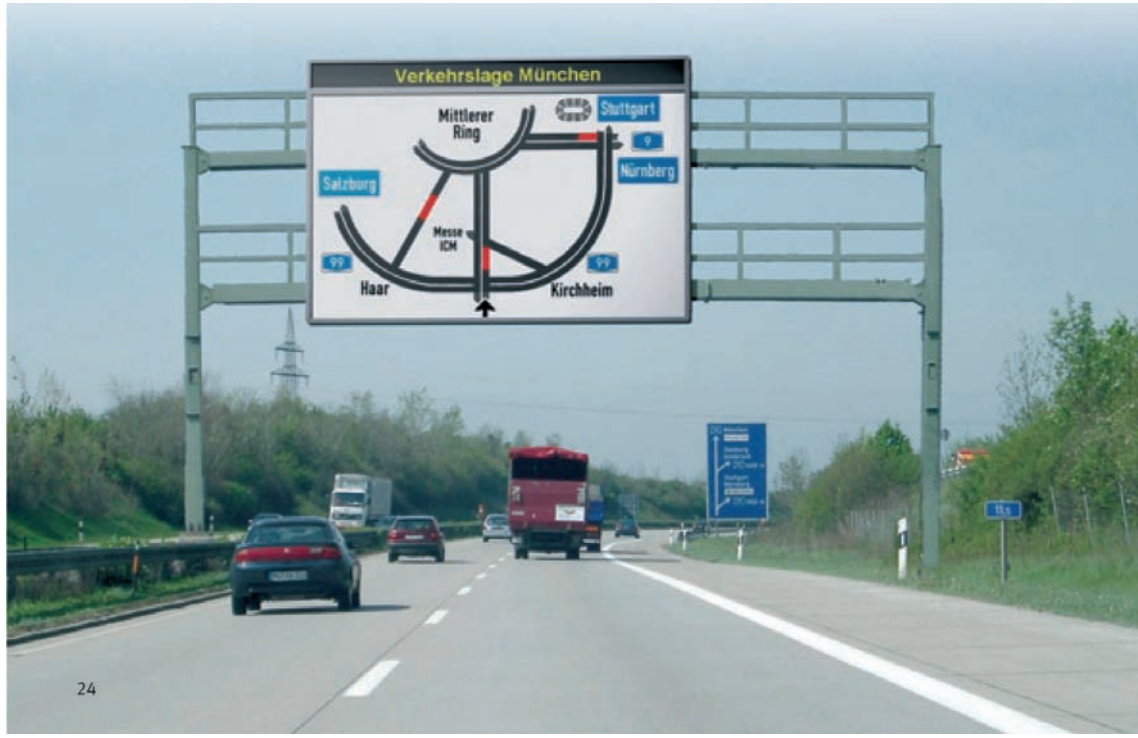


Source : Institut d'Ingénierie des Transports de la Ville de Prague, http://www.udi-praha.cz/2004.

Aux États Unis, par exemple, en appelant le 511, on peut obtenir des informations sur les conditions actuelles de la circulation à travers tout le territoire. [3]

A Munich, L'objectif de NetzInfo est de créer une distribution optimale de la circulation régionale à travers le réseau autoroutier en informant les conducteurs de la situation actuelle et des parcours alternatifs possibles (Figure 10.3).

Figure 10.3. **Informations sur les parcours possibles dans la région de Munich**



Source : Mobinet ; 2003.

En Allemagne, également, le système de contrôle de la circulation RoDIN24 observe passivement les informations sur les données de signalisation dans un réseau de téléphones mobiles afin de fournir des informations anonymes de localisation pour tous les abonnés. Ces informations servent comme source d'information pour une analyse de Floating Car Data (FCD)- données cellulaires flottantes- conçue pour donner des informations routières en temps réel, y compris l'heure d'arrivée estimée pour un parcours donné.

10.1.3 Conseils aux voyageurs routiers avant leur départ

Lorsque les gestionnaires de réseaux possèdent à l'avance des informations sur les événements exceptionnels susceptibles d'avoir un impact sur les flux de circulation dans leurs réseaux (ex : grands événements sportifs ou culturels, périodes de pointe pendant les vacances, etc.), ils peuvent diffuser des conseils et suggérer des parcours alternatifs afin de minimiser les perturbations d'ordre globale. C'est une stratégie importante à déployer dans les zones urbaines car ces types d'événements peuvent dégrader les conditions de circulation de manière considérable. En prévenant les usagers et en les aidant à se préparer d'avance, les administrations des routes peuvent minimiser l'impact de ces types d'événements en encourageant les usagers à retarder ou à reprogrammer leurs déplacements et à prendre d'autres routes ou d'autres moyens de transports.

Bien que les modifications à la circulation créées par les conseils prodigués « avant le départ » sur les événements peuvent être plus importantes que les modifications causées par des informations dynamiques sur le trafic et les déplacements, les avantages globaux en termes de congestion sont considérés comme étant moindres, car, contrairement aux déplacements quotidiens, ces événements restent exceptionnels et se limitent donc à quelques journées par an.

10.1.4. Coordination de la signalisation

Les protocoles de signalisation imposent des règles rigides en ce qui concerne la coordination des flux de circulation à travers des réseaux urbains. A un niveau très élémentaire, les systèmes de feux sont réglés afin qu'ils suivent des cycles « rouge-orange-vert » simples. Ces cycles ne sont pas réactifs à la circulation et, à cause de leur manque de flexibilité, entraînent souvent une sous-utilisation de la capacité existante. La coordination dynamique permet le réglage des temps « verts » en fonction des flux de circulation à un moment précis. Un groupe de feux bien coordonné peut accélérer les flux de circulation de manière significative surtout à travers les intersections qui contribuent le plus à la congestion dans les réseaux urbains à haute densité.

La signalisation coordonnée peut être une stratégie particulièrement efficace sur les routes importantes à des périodes de pointe – mais les villes optent de plus en plus pour une couverture totale de leur réseau. Elle sert également à renforcer la sécurité routière, surtout pour les piétons et les cyclistes, grâce à des boutons-poussoirs offrant un droit de passage à la demande, ou même au moyen de signaux acoustiques pour les personnes aveugles. Enfin, le contrôle de la signalisation peut réduire les périodes d'attente à travers le réseau ou la promotion des transports en commun en donnant la priorité aux bus et trams aux carrefours.

Un élément important à garder à l'esprit, surtout dans les grandes agglomérations comprenant un grand nombre de municipalités différentes, est l'effet potentiel de la « frontière ». En effet, les embouteillages et la congestion peuvent survenir au point de rencontre d'un système de signalisation coordonné et dynamique de signalisation appartenant à une municipalité avec le système statique appartenant à la municipalité voisine, ou même au point de rencontre de deux réseaux dynamiques de signalisation qui ne sont pas coordonnés ensemble. Pour cette raison, une structure régionale dont le but est de coordonner les systèmes dynamiques de signalisation à travers l'ensemble des municipalités composant une agglomération peut apporter beaucoup dans l'amélioration des flux de circulation.

Les réseaux de signalisation dynamiques demandent un haut niveau de coordination et de ressources techniques pour pouvoir fonctionner correctement. Ces systèmes ont besoin d'informations sur la circulation, fournies par les détecteurs placés dans le réseau, et des modèles de flux de circulation pour l'impact des stratégies de contrôle. Ces ressources techniques peuvent être onéreuses mais les avantages qu'elles apportent sont considérables, une fois que le système est en place et opérationnel, car il est capable de modifier automatiquement les stratégies de régulation de la circulation en fonction des niveaux de trafic sans aucune intervention manuelle.

Parce que cette approche à l'amélioration des flux de circulation est bien connue et efficace, beaucoup de grandes villes ont déjà mis un système de gestion dynamique en place. Dans ce cas, il est probable que les gains obtenus au début lors de l'abandon d'un système statique de signalisation ne se reproduiront plus. Cependant, il y a beaucoup de zones périphériques à ces grandes villes qui n'ont pas encore mis un système dynamique en place et où de substantielles améliorations sont encore possibles. En plus, il reste beaucoup de villes de taille moyenne qui ont tout intérêt à mettre en place des systèmes de gestion dynamiques de la circulation.

De même que pour les autres stratégies résumées dans ce chapitre, il est important que les planificateurs envisageant ces systèmes tiennent compte des augmentations de circulation susceptibles d'avoir lieu une fois qu'ils aient amélioré les performances de circulation sur certaines routes de liaison ou à travers le système entier.

En République Tchèque, le système de signalisation rassemble des informations dans des centres intégrés de régulation de la circulation et coordonne les flux de véhicules particuliers, des transports en commun et des piétons.i De même, l'administration des transports de la ville de Sydney fait appel à des systèmes de transports intelligents et sophistiqués, y compris la Sydney Coordinated Adaptive Traffic System (SCATS) – système adaptatif et coordonné des transports de Sydney -, afin de commander et coordonner les feux tricolores, les caméras de télévision à circuit fermé, les panneaux à messages variables et les systèmes automatiques de détection d'incidents à travers la ville de Sydney.

Moscou a augmenté sa capacité disponible de manière considérable par la mise en place du système « START » – surveillance et gestion automatique et centralisée de la circulation. La tâche principale du système est d'augmenter la capacité des rues de la ville et de réduire les retards en coordonnant les feux tricolores. "START" comprend également des caméras vidéo afin de permettre à l'opérateur de surveiller la circulation de près, et des panneaux à messages variables dans les rues pour informer les automobilistes de la situation du trafic dans la ville. Actuellement, plus de 253 feux tricolores dans Moscou présents sur les 122 intersections les plus importantes de la ville sont commandés par le système « START ». Les améliorations sont estimées avoir apporté une augmentation de la capacité du réseau routier de 10 à 12%.

10.1.5. Régulation dynamique de vitesse

Les limites légales de vitesse sont déterminées principalement pour tenir compte de la sécurité. Cependant, la vitesse est un élément crucial à prendre en compte quand on examine l'utilisation de la capacité routière existante et à quel point une densité accrue et des vitesses réduites affectent cette capacité. Sur des routes chargées, des vitesses élevées peuvent contribuer à l'instabilité du flux – les soudaines décélérations, accélérations inégales et différences de vitesses entre les véhicules peuvent toutes déclencher des interruptions de flux. Les vitesses plus basses et plus constantes et des comportements de conduite moins erratiques peuvent tous augmenter les flux de circulation sur les routes tout en évitant ou retardant des interruptions subites de flux.

Les systèmes statiques de régulation de vitesse peuvent être utilisés sur les autoroutes urbaines, tout comme dans d'autres zones urbaines, telles que les zones résidentielles ou les centres-villes où les piétons sont nombreux. La régulation de vitesse peut s'accomplir par la signalisation, la mise en place de ralentisseurs, de chicanes ou de rétrécissements, ce qui encourage les automobilistes à ralentir et à conduire plus prudemment. En revanche, le but de la régulation dynamique de la vitesse est de lisser les flux de circulation en changeant les limites de vitesses par réaction aux données de vitesse et de flux de circulation en temps réel. Les perturbations soudaines dans le flux sont détectées par des capteurs à boucles et les messages appropriés de limitation de vitesse sont affichés sur des panneaux à messages variables à destination des véhicules roulant en amont (cf. figure 10.4).

Tableau 10.1. **Mise en rapport des avantages et les coûts dans la régulation dynamique de vitesse : France**

Milieu	Ratio avantages/ sur moyens publics	Répartition des résultats en (%)….		
		Gains de temps	Sécurité routière	Autres
Urbain dense, Congestion importante	2.1	85	7	8
Urbain diffus, Congestion modérée	1.1	88	7	5

Source : DAEI-SESP Les Comptes des Transports en 2004, Tome 2, Juillet 2005.

Figure 10.4. **Limites variables de vitesse**



La France a entrepris une analyse du rapport avantages-coûts des mesures de régulation dynamique de vitesse et a conclu que ceux-ci sont relativement importants dans les grandes zones urbaines (cf. Tableau 10.1). Ces avantages résultent principalement des gains de temps de déplacement rendus possibles par le lissage des flux de circulation.

Les chiffres allemands signalent qu'en réussissant à stabiliser les flux, la régulation variable de vitesse a réduit de 30% le nombre d'accidents et augmenté de 5 à 10% la capacité. [5]

La réduction de la congestion grâce à la régulation dynamique de vitesse sur les autoroutes françaises

Depuis 1994, l'opérateur Autoroutes du Sud de la France (ASF) réalise des expériences avec la régulation dynamique de vitesse afin de réduire la congestion sur l'autoroute A7 pendant les vacances d'été, une période très chargée.

L'autoroute A7 est une des routes interurbaines les plus fréquentées d'Europe, et atteint souvent le point de saturation pendant les périodes de pointe des congés annuels. Ce couloir nord/sud reliant la partie nord de la France à la Côte d'Azur ainsi qu'à l'Espagne et au Portugal vit une augmentation de flux d'une moyenne journalière de 75 000 véhicules à plus de 110 000 véhicules par jour aux journées de pointe lors des départs et des retours de vacances. Ceci aboutit à des centaines de kilomètres d'embouteillages et des conditions de voyages gravement dégradées sur les chaussées dans les deux sens. Ces niveaux de trafic augmentent également le nombre d'accidents qui ont lieu à cause des conditions de saturation sur l'autoroute.

ASF a développé un système de régulation de la congestion sur l'autoroute qui fait appel à un algorithme destiné à prévenir la congestion. Celui-ci est basé sur des données historiques de flux obtenues par des compteurs à boucle d'induction noyés dans la chaussée. Lorsque l'algorithme détecte un potentiel de « déstabilisation du flux de circulation » (c'est-à-dire quand la courbe vitesse-flux s'approche du sommet critique), un signal d'alarme prévient les centres de contrôle concernés. Les contrôleurs de la circulation vérifient la véracité du signal et activent le système afin d'informer les automobilistes du changement de la vitesse limite dû aux conditions de circulation.

Les usagers sont informés en temps réel de la nouvelle vitesse limite grâce à la radio (sur le très populaire canal d'informations autoroutières), par des pictogrammes de vitesses limites obligatoires (70, 90 ou 110 km/h) montées sur des portiques et avec des panneaux à messages variables positionnés tous les 10 km. (Voir figure ci-dessous). Sur certains portiques équipés de caméras, des panneaux à messages variables affichent les numéros d'immatriculation des véhicules qui roulent trop vite et demandent aux conducteurs de ralentir si leur vitesse dépasse la limite en cours sur la section d'autoroute en question.

Les premières évaluations ont montré que 75% des automobilistes respectaient les vitesses limites. Les sondages en bord de route suggèrent également que le système soit approuvé par une grande majorité de conducteurs, car ils sont confrontés à moins de congestion et moins d'accidents au cours de leur voyage. Des études statistiques en cours semblent indiquer des tendances positives en termes de capacité de circulation et de retard en cas de congestion.

Ce programme a été une réussite. Sur la chaussée nord-sud, l'utilisation de trois vitesses limites ralentissant progressivement la circulation au fur et à mesure que les volumes de trafic augmentent (110 km/h, 90 km/h et 70 km/h – comparées à la vitesse maxi normalement admise de 130 km/h) a réduit la congestion de 40%, les accidents de 20% et a augmenté le flux pendant les périodes de pointe. Ainsi 200 000 heures de congestion ont été évitées, le tout avec un niveau élevé d'approbation de la part des voyageurs.

Sur la chaussée sud-nord, l'expérience s'est également avérée être une réussite. Pendant les périodes de pointes, les embouteillages ont diminué de 16%, les accidents de 50% et le flux a augmenté de 10%. 80% des automobilistes interviewés considèrent qu'ils tirent un bénéfice des réductions des vitesses limites.

La réussite de ces tests a amené d'autres opérateurs autoroutiers à envisager le développement de ce programme sur les autoroutes A9 et A10 et plusieurs villes, notamment Paris et Toulouse, ont étudié la possibilité de mettre en place un système similaire sur leurs autoroutes urbaines afin de réduire la congestion aux heures de pointe.

Source : Schwab (2005), Autoroutes du Sud de la France and www.autoroutes.fr



Limites de vitesse variables sur l'autoroute A7 (France)

10.1.6 Centres d'exploitation (TMC) et de Contrôle (TCC) de la Circulation

Les centres d'exploitation et de contrôle de la circulation sont des outils importants dans la gestion ou le contrôle des flux de circulation à travers tout un réseau métropolitain. Ces centres centralisent les données recueillies automatiquement et manuellement sur les flux de circulation et autres éléments (ex : les infos météo) où tout est analysé afin d'être utilisé pour la régulation dynamique de la circulation (ex : grâce à des panneaux à messages variables). Ces centres peuvent également rassembler physiquement toutes les parties prenantes jouant un rôle dans la performance du réseau. En plus des gestionnaires de réseaux, celles-ci peuvent comprendre les forces de police et les services d'urgence de même que les services de construction et d'entretien des routes. Ces centres sont les plates-formes techniques responsables de la mise en œuvre d'un grand nombre d'actions de gestion de la circulation déjà traitées dans ce rapport (ex : gestion des incidents, informations avant-départ et sur le déplacement, régulation variable des vitesses, etc.). Dans les grandes zones urbaines, ils offrent des retours substantiels sur investissement en évitant ou retardant le début de la congestion et en évitant ou en atténuant autrement les impacts des accidents et des pannes. La France a entrepris une analyse exhaustive des services normalement fournis par ces types de centres et a découvert que les avantages apportés ont systématiquement été de 2 à 4 fois plus grands que les coûts engagés (cf. Encadré 10.2).

Le Centre de Gestion des Transports de Sydney régule la circulation suite à des accidents de la route et fournit aux médias et au public des rapports sur la circulation et les conditions de la route en temps réel. Melbourne prévoit également d'adopter des systèmes de transports intelligents similaires afin d'améliorer les flux de circulation et de maximaliser l'utilisation de l'espace routier disponible.

La SISER, le Service Interdépartemental de la Sécurité et de l'Exploitation de la Route de la région parisienne, est responsable de la gestion dynamique du trafic dans la grande zone urbaine autour de Paris. En coordination avec le centre de régulation de la circulation de Paris, la SISER surveille la circulation sur 850 kilomètres d'autoroutes urbaines et de routes à grande circulation utilisées par 17 millions de conducteurs chaque jour. Quatre sous-centres recueillent des informations provenant de 6000 détecteurs à boucle noyés dans les chaussées et de 800 caméras vidéo, pour les transmettre au centre de gestion SISER où les informations sont diffusées aux usagers de la route grâce à 300 panneaux à messages variables et au très populaire site Web SYTADIN. Ces informations sont également affichées dans beaucoup de parkings et de centres commerciaux ; elles sont incorporées dans les systèmes régionaux de navigation embarquées et elles sont fournies aux opérateurs de téléphones mobiles, qui les offrent comme service à leurs abonnés. Les 189 personnes travaillant au centre contribuent également à réguler les flux de circulation 24 heures sur 24 en informant les usagers des queues et ralentissements et en suggérant des parcours alternatifs. La SISER collabore activement avec la police et les services d'urgence afin de minimiser les perturbations causées par les réactions aux accidents, de même qu'avec les services d'entretien des autoroutes afin de minimiser les retards causés par des travaux.

Encadré 10.2. **Évaluation coûts-avantages des centres améliorés d'exploitation et de contrôle de la circulation en France**

En 2004, l'État français a entrepris une analyse coûts-avantages couvrant plusieurs politiques de régulation de la circulation et a examiné les études coûts-avantages de plusieurs centres d'exploitation de la route. Les résultats de cette analyse ont été publiés dans le rapport sur les Comptes des Transports Nationaux de 2004. Ils révèlent que beaucoup de ces politiques, surtout dans les grandes agglomérations, ont systématiquement fourni plus d'avantages que de coûts. Il a été découvert que ces avantages étaient optimaux quand les différents dispositifs ont été combinés dans les configurations montrées dans le tableau ci-dessous.

Milieu	Ratio Avantages sur Moyens Publics	Répartition des ratios (%)….		
		Gains de temps	Sécurité routière	Autres
Détection Automatique d'Incident (DAI)				
Urbain dense, Congestion importante	{1.8 – 2.6}	*34*	*63*	*3*
Urbain diffus, Congestion modérée	{0.5 – 1.1}	*11*	*88*	*1*
Panneaux à Messages Variables (PMV)				
Urbain dense, Congestion importante	{1.5-1.7}	*78*	*12*	*10*
Urbain diffus, Congestion modérée	{0.8-0.9}	*78*	*12*	*10*
Régulation d'accès (rampes) (RA)				
Urbain dense, Congestion importante	4.7	*85*	*7*	*8*
Urbain diffus, Congestion modérée	2.5	*88*	*7*	*5*
Régulation dynamique de vitesse (RDV)				
Urbain dense, Congestion importante	2.1	*85*	*7*	*8*
Urbain diffus, Congestion modérée	1.1	*88*	*7*	*5*
DAI + PMV				
Urbain dense, Congestion importante	{1.6 – 2.1}	*61*	*32*	*7*
Urbain diffus, Congestion modérée	{0.7 – 1.0}	*60*	*33*	*8*
DAI + PMV + RA				
Urbain dense, Congestion importante	{4.1 – 4.5}	*76*	*16*	*8*
Urbain diffus, Congestion modérée	{2.1 – 2.3}	*78*	*16*	*6*
DAI + PMV + RDV				
Urbain dense, Congestion importante	{3.2 – 3.7}	*72*	*20*	*8*
Urbain diffus, Congestion modérée	{1.6 – 1.9}	*73*	*20*	*6*

Le rapport a également entrepris un examen des avantages et des coûts sur plusieurs dispositifs d'exploitation de la route en milieu urbain dans plusieurs grandes villes de France (Lille, Grenoble, Bordeaux et Strasbourg). Ces dispositifs combinent un certain nombre d'éléments comprenant une grande partie de ceux cités dans le tableau ci-dessus de même qu'un centre de gestion de la circulation. Encore une fois, le ratio avantages-coûts était, sur le long terme (15 ans), largement en faveur de ce type de système de gestion.

(million Euros)	Lille (Allégro)	Grenoble (Gentiane)	Bordeaux (Aliénor)	Bordeaux (Aliénor)
Avantages annuels	12.80	3.65	3.40	1.70
Coûts d'exploitation annuels	3.80	0.95	1.42	0.77
Avantages nets	9.00	2.70	1.99	0.95
Coûts d'investissement	50.40	15.11	16.00	9.70
Taux de rentabilité immédiate	19.6%	17.9%	12.4%	9.8%
NB : Sur la base d'une période de 15 ans à un taux de remise de 4%, les avantages annuels sont supposés augmenter à la même vitesse que le trafic (1,8% par an), à des coûts d'exploitation constants.				

Source : DAEI-SESP (2005) Les Comptes des Transports en 2004.

10.2 La promotion des transports publics

Les transports publics sont souvent décrits comme étant un élément essentiel dans toute politique efficace de régulation de la congestion. Dans beaucoup de cas, ils sont cités comme le premier outil pour traiter la congestion routière. Le concept qui sous-tend ce point ce point de vue est la capacité des transports en commun à transporter efficacement le même nombre de personnes que celui transporté sur la route par des voitures particulières. En effet, les transports publics ont le potentiel de transporter autant, sinon plus, de personnes que les voitures particulières tout en consommant beaucoup moins d'espace routier (dans le cas des systèmes sur rue comme les bus ou les tramways) ou sans consommer d'espace du tout (dans le cas des systèmes hors route comme les métros ou véhicules de surface sur rail). Ainsi, on pense que les politiques qui réussissent à éloigner les usagers de la route vers les transports en commun, réduiront la congestion en diminuant le nombre de véhicules sur la route.

Cependant, comme nous l'avons souvent constaté dans ce rapport, les voyageurs urbains ne resteront pas insensibles au fait que les routes soient devenues moins encombrées et que les temps de déplacement se soient améliorés sur les axes qui ont subi une évolution vers les transports en commun. D'autres conducteurs, les utilisateurs d'autres routes, les conducteurs qui effectuaient antérieurement leurs déplacements à d'autres horaires et les personnes qui précédemment n'auraient même pas effectué de déplacement sur ces axes en prendront note et profiteront des nouvelles améliorations des conditions de circulationi. En fait, les villes où le niveau d'utilisation des transports publics est élevé sont souvent de très grandes villes et une grande partie ont encore de hauts niveaux de congestion sur leurs routes. Néanmoins, de bons systèmes de transports publics dans les métropoles peuvent offrir de meilleurs niveaux d'accès aux endroits à haute densité que ceux permis par les voitures particulières. Dans ce sens, les politiques réussies de transports en commun contribuent en partie à baisser le niveau global de demande du trafic existante et non-exprimée et peut éventuellement libérer une certaine capacité dans le réseau routier existant – ce qui, comme le propose ce rapport, doit être géré convenablement afin de maintenir les avantages obtenus.

Une éventuelle stratégie pour éviter l'effet décrit ci-dessus est d'enlever de l'espace routier aux véhicules particuliers et de le réattribuer aux transports en commun. Ainsi les parcours actuels des transports publics sont agrandis et de nouveaux parcours sont développés sur les routes existantes, réduisant de cette manière la capacité de ces routes d'absorber davantage de trafic hors transports en commun. Les restrictions d'accès (physiques ou réglementaires) garantissent que seuls les transports publics (bus ou tramways) et certains véhicules dispensés (services d'urgence, taxis) peuvent utiliser ces voies. Ainsi, les conditions d'exploitation des transports publics sont améliorées, mais aucune nouvelle capacité de route n'est rendue disponible aux automobilistes. C'est cette stratégie qui, au moins en partie, a été entreprise par la ville de Paris (Voir encadré).

Les politiques de transports en commun bien réfléchies sont une stratégie fondamentale dans la régulation de la congestion. Plus particulièrement, quand les transports publics sont bien secondés par les autorités locales ou par le secteur privé et quand ils offrent un niveau de service similaire à celui auquel les automobilistes étaient habitués auparavant, ils contribuent à maintenir un bon niveau d'accès dans les zones urbaines malgré une baisse dans l'utilisation de la voiture particulière. L'étude effectuée par la CFIT au Royaume Uni sur le programmes de tarification des routes à travers le monde a constaté que la valorisation des transports publics, de même que les investissements correspondants, doivent accompagner tous les dispositifs de restriction ou de gestion de l'utilisation des voitures particulières qui sont mis en place afin de traiter les problèmes de congestion dans les zones urbaines :

> *« L'anticipation des éventuels problèmes de capacité causés par les mesures de restriction sur les voitures est une stratégie importante pour la réussite pratique du projet et pour la perception*

de cette réussite. La fourniture d'améliorations tangibles porte des messages essentiels à l'attention du public en confirmant essentiellement que le but du projet n'est pas d'empêcher les gens de se déplacer (et d'enfreindre les libertés civiles), mais d'encourager une évolution dans le comportement des voyageurs vers des modes de transport plus durables. Le fait de rendre ce propos viable par la fourniture effective de modes de transports pratiques comme alternatives à la voiture avant ou pendant le lancement de tout nouveau système de réallocation des routes s'est révélé comme étant un 'adoucissant' essentiel »[7].

Par exemple, à Athènes, la plupart des efforts menés pour réduire la congestion se concentrent sur l'incitation des voyageurs à ne plus utiliser leurs voitures mais à faire appel aux transports en commun. Le but est de développer un réseau de transports publics, étendu, fiable et de qualité à travers la zone métropolitaine d'Athènes, afin de persuader les voyageurs d'utiliser les transports publics ; le but est d'augmenter la part des transports publics de 32% (aujourd'hui) à presque 50% en 2008. Ces efforts comportent :

- Le développement de deux nouvelles lignes de métro, une nouvelle ligne de chemin de fer vers la banlieue et un nouveau tramway.
- L'achat de 700 nouveaux bus de la dernière génération, roulant avec du GNV.
- Des mesures prioritaires pour tous les modes de transport public de surface (bus, trolleybus, tramways), avec l'emploi de voies réservées et de signalisation prioritaire.
- L'agrandissement de 2 nouvelles lignes de métro récemment mises en service.
- Le développement d'un réseau intégré de transports publics coordonnés capable de transporter tous les passagers à quasiment tous les endroits dans la ville d'Athènes.
- La création de parkings de liaison (park-and-ride) près des stations de métro et des gares routières.
- L'amélioration des performances des réseaux de transits publics (diminution des temps de déplacement, des itinéraires fiables).

Afin de concrétiser le potentiel d'atténuation de la congestion incarné par les transports publics, les voyageurs doivent sentir que l'étendue et la qualité de service fournies sont suffisantes pour qu'ils n'utilisent plus leur propre voiture. L'impact des politiques en faveur des transports publics dépendra du mariage entre l'offre de transport public et les besoins de déplacement du voyageur urbain, de même que leurs attentes en termes de performances, de sécurité et de confort. Si ces attentes ne sont pas satisfaites, les voyageurs sont susceptibles d'opter pour d'autres modes de transport (scooters, motos, vélos) ou éventuellement de changer leur lieu de domicile ou de travail. Par conséquent, les actions prises afin de promouvoir un changement du mode de transport doivent tenir compte des coûts perçus par l'usager, de la facilité et du confort du déplacement effectué dans les transports publics, de même que leur fiabilité et leur sécurité.

Les sections suivantes examinent les actions-clés à entreprendre pour promouvoir les transports publics.

10.2.1 Le développement des Services de transports publics

Les services de transports publics peuvent être développés en termes d'espace (en ajoutant de nouveaux segments et arrêts et de nouvelles lignes) ou par l'augmentation de la fréquence des services. Le développement des services peut également avoir trait à des améliorations en qualité de services dans les transports publics, grâce, par exemple à des systèmes d'informations fournies aux passagers en temps réel. Une autre forme d'amélioration qualitative du service concerne l'augmentation de l'accessibilité aux transports publics pour tous ceux qui ont des difficultés à utiliser ce mode de transport (ex : les handicapés, les personnes âgées et les enfants)[8]. En rendant les transports publics plus attractifs et plus faciles à utiliser, toutes ces mesures ont le potentiel d'attirer de nouveaux passagers et de retenir les passagers existants.

Il y a plusieurs types de transports publics qui correspondent à différents niveaux de trafic et à différentes sortes de déplacement :

- Les chemins de fer lourds sont des systèmes sophistiqués et véloces sur site propre avec peu d'arrêts, qui sont mieux adaptés à la desserte de sites à haute densité sur des lignes importantes.

- Les métros légers servent à adapter les conditions de trafic sur des sites propres ou mixtes dans des zones à densité modérée.

- Les services d'autobus rapides offrent des services de qualité du type métro léger (routes interurbaines, sites propres, véhicules spéciaux à embarquement rapide et des stations avec des plateformes d'embarquement) à des coûts inférieurs. Ces services peuvent alimenter efficacement les zones à haute ou à moyenne densité.

- Les bus utilisent les routes existantes et sont efficaces dans la couverture de zones élargies avec des niveaux de demande diffus. S'ils roulent sur site propre, ils peuvent également servir efficacement les zones urbaines – cependant, quand ils roulent dans des conditions de circulation normales, la congestion environnante peut avoir un impact négatif sur leurs performances.

- Les transports semi-collectifs, couvrant un nombre de services à petite échelle, tels que les taxis subventionnés, les autobus à la demande, les minibus, etc.… répondent bien à des besoins spécifiques pendant les périodes hors pointe ou dans les zones très dispersées.

Il est important que les services correspondent à la demande afin de donner satisfaction aux usagers et de minimiser les coûts pour les opérateurs.

10.2.2 Les structures tarifaires dans les transports publics

Les structures tarifaires des transports publics peuvent avoir une influence sur les usagers. Les prix des billets dépendent du type d'usager (catégorie, fréquence, type de paiement, etc.) ou du type de déplacement (longueur, services, départ/destination, temps, correspondances, etc.).

Les opérateurs des transports publics cherchent à différencier les tarifs de transport en fonction de leurs objectifs. La différentiation des tarifs peut être liée aux points suivants :

- Clients : amélioration de l'accès et de l'usage, agrandissement des options de trajet.

- Financement des transports publics : augmentation des recettes, minimisation des coûts d'exploitation.

- Gestion : amélioration du fonctionnement des transports et de la gestion de la demande (ex : par une tarification 'heures de pointe' et 'hors heures de pointe' sur les transports publics).

- Questions politiques : accroissement de l'équité sociale, amélioration de l'environnement.

Les méthodes de paiement peuvent également influer sur les niveaux d'utilisation des transports publics. Les billets intégrés et leur contrôle électronique facilitent et sécurisent l'utilisation des transports publics. Un certain nombre de zones urbaines élargies ont mené à bien des tests sur l'incorporation des structures de tarifs et de billets intégrés, dont les plus sophistiquées offrent des passes électroniques multimodaux valables sur toute une région.

Dans la République Tchèque, les grandes villes ont inauguré un système intégré de transports publics, rassemblant les opérateurs urbains traditionnels, les opérateurs régionaux d'autobus et les chemins de fer tchèques. Les billets sont compatibles avec tous les services et le système permet d'atteindre beaucoup de destinations régionales en toute simplicité. En effet, les transports publics ont été améliorés par des niveaux plus élevés de fréquence de service, une meilleure information aux usagers et des voies prioritaires aux intersections, de même que des voies réservées pour les bus. [9]

10.2.3 Les améliorations opérationnelles dans les transports publics

Les améliorations opérationnelles dans les transports publics amènent à une hausse de productivité pour les opérateurs et à une amélioration de la fiabilité pour les usagers.

Les performances opérationnelles peuvent également être assurées par la gestion active des fréquences de passage et des horaires. Ceci peut s'accomplir grâce à l'utilisation de voies réservées pour les transports publics, y compris les services d'autobus directs (BRT), et des mesures prises pour les véhicules à haut coefficient de remplissage (HOV), qui donnent la priorité aux bus et aux tramways aux intersections. Les services d'autobus directs – ex : des voies réservées aux bus avec des stations à embarquement rapide – offrent des performances similaires au métro à des coûts bien inférieurs. Ces routes express peuvent servir comme colonne dorsale à des réseaux de bus et de transports semi-collectifs qui offrent des services fiables à haute fréquence, même dans les zones relativement éloignées des centres-villes. Ces mesures tendent à améliorer la fiabilité des temps de déplacement en transports publics qui est un facteur déterminant pour les utilisateurs.

10.2.4 Autres actions en faveur des transports publics

Un des freins pour les nouveaux usagers des transports publics est le manque de compétences intuitives ou de moyens de navigation facile à travers le réseau – en particulier lorsqu'ils regroupent différents opérateurs et modes de transports. Trouver les correspondances et comprendre les changements d'un bus à l'autre, du tram au métro, etc.… peut s'avérer être une tâche très intimidante pour le néophyte. Même pour les usagers expérimentés, les temps d'attente et de correspondance sont souvent perçus négativement. Les systèmes d'information aux voyageurs qui offrent des informations sur les services de transport public et les temps d'attente en temps réel peuvent réduire l'impact négatif de ce temps improductif et aider les voyageurs à s'orienter parmi les différents choix disponibles. Dans ce contexte, la création de plates-formes multimodales avec des connexions faciles entre les différents modes et des zones de transfert sûrs contribuent à réduire les désavantages supportés par les voyageurs à chaque changement de mode des déplacements multimodaux. La mise en place de facilités de stationnement près de ces plateformes peut aider à intégrer les transports privés (la voiture particulière) dans le système des transports publics. Ce type de facilité comprend également :

- Les parkings relais (park-and-ride) : lieux de stationnement dont le coût peut être incorporé dans le billet de transport.

- Les « *dépose-minute* » : espaces réservé aux personnes qui stationnent uniquement quelques minutes afin de déposer ou de chercher des passagers.

- Les parkings à vélos verrouillables.

Ces types d'actions doivent faire l'objet d'une coordination public-privé afin d'avoir toute leur efficacité.

10.2.5 Les informations émises par les transports publics

L'efficacité des informations émises par les transports publics est fonction de leur qualité et du degré de confiance des usagers dans sa véracité. Des systèmes d'information avant-départ et sur-le-trajet peuvent influencer d'éventuels usagers dans leur décision de faire appel aux transports en commun et non à leur propre voiture.

Les systèmes d'information avant-départ pour les transports publics

Les administrations des transports en commun doivent offrir une large gamme d'informations facilement accessibles aux voyageurs potentiels sur comment organiser leur déplacement. Il faut faire attention à ne pas négliger les informations nécessaires aux groupes de voyageurs, peut-être petits en nombre, mais avec des besoins considérables – ex : les personnes aveugles ou malvoyantes doivent avoir accès aux informations aux voyageurs, les utilisateurs de fauteuils roulants doivent pouvoir aller vers des correspondances qui leur sont accessibles, les voyageurs étrangers ont besoin d'aide linguistique, etc.

Le système tchèque d'informations en ligne sur les transports publics intermodaux nationaux, IDOS, système très sophistiqué, offre des informations sur les tarifs, les horaires, et la recherche de panneaux et de correspondances. [10]

Le projet "Stadtinfoköln" offre des informations sur les transports et le trafic dans l'agglomération de Cologne par l'incorporation de sous-systèmes déjà existants avec des nouveaux sous-systèmes conçus pour les usagers de la voirie. Ces informations sont aussi bien d'ordre général (panneaux à messages variables, radio, TV, videotexte, etc.) que des informations ciblées sur des usagers individuels (Internet, téléphone mobile, systèmes de navigation embarqués, etc.).

Les informations sur-le-trajet dans les transports publics

Des informations pendant le déplacement sur les correspondances, les fréquences, les incidents et les retards sont toutes extrêmement utiles aux usagers et peuvent contribuer à augmenter le degré d'attraction et de facilité d'utilisation des transports en commun.

A Dresde, les informations émises par les transports publics via la téléphonie mobile en temps réel permettent aux usagers de faire leurs choix sur leurs déplacements et de programmer leurs déplacements avec des informations disponibles en temps réel.

10.2.6. La priorité aux véhicules des transports en commun

Certains modes de transports en commun – surtout les modes de surface qui utilisent les réseaux routiers (lignes de bus et de trams) peuvent contribuer à la congestion et souffrir de ses conséquences. Dans le premier cas, des couloirs réservés aux arrêts peuvent contribuer à réduire la perturbation des flux de circulation causée par l'embarquement/débarquement de passagers. Dans le deuxième cas, il y a beaucoup de manières de donner aux transports en commun la priorité sur l'ensemble de la circulation aux intersections importantes et sur certains parcours de liaison. Ceci a des répercussions pratiques sur la ponctualité - élément clé dans la qualité globale des transports en commun. La qualité du service dépend du respect des horaires, du temps global du déplacement et de la sécurité.

Par exemple, quelques lignes de tramway dans la République Tchèque ont des voies séparées et certains trams ont leurs propres plateformes sur site propres intégrale. De plus, à beaucoup d'intersections, la priorité est donnée aux trams grâce à des dispositifs de régulation de la circulation. Les feux verts pour les trams sont déclenchés par des détecteurs à boucle noyés dans la chaussée et activés par l'approche du tram. Ce système peut également servir pour les bus et trolleybus, mais sa mise en œuvre est plus complexe si ces véhicules ne roulent pas en sites propres.

Le fait de donner la priorité et un traitement préférentiel des transports publics aux intersections n'augmente peut-être pas en soi-même la capacité du système des transports publics (qui peut être en fonction de la taille et des caractéristiques du parc de véhicules, des correspondances et de la fréquence du service) et n'a peut-être pas d'effet direct sur la diminution des volumes de trafic. Mais il augmente tout simplement la qualité du service public au regard des autres usagers de la route et offre un contraste à leur propre situation. Il est important de fournir des améliorations de services qui peuvent être perçues par tous les usagers de la route. Donner la priorité aux transports publics aux feux tricolores n'est pas à considérer comme une mesure individuelle, mais c'est une démarche très efficace au sein d'un système global d'amélioration des transports publics.

Figure 10.5. **Tramway sur site propre à Prague**



Photo : Antonín Ježek ; 2004.

10.3 La promotion de la gestion de la mobilité

> *« La gestion de la mobilité est d'abord une approche du transport de passagers et du fret qui est orientée en fonction de la demande. Elle implique de nouveaux partenariats et un ensemble d'outils capables d'appuyer et d'encourager un changement d'attitude et de comportement vis-à-vis des modes viables de transport. Normalement, ces outils se basent sur l'information, la communication, l'organisation et la coordination. Il faut donc en faire la promotion."* [11]

Le concept de « la gestion de la mobilité » couvre divers services et mesures d'organisation et de consultation qui permettent aux usagers de changer leurs options de déplacement afin de réduire son impact global. Les communications et les informations sont des éléments importants dans une approche de la gestion de la mobilité puisque souvent le but principal de la démarche est d'aider les personnes à modifier leur choix de mode de déplacement. Les choix de déplacement présents sont examinés et d'autres options sont développées. La gestion de la mobilité concerne également l'apport d'informations sur toute la palette d'options disponibles aux habitants des villes en matière de modes de transports.

La réussite des politiques de gestion de la mobilité est souvent conditionnée au périmètre et à la qualité des informations transmises aux usagers de la route, de même que par l'intensité avec laquelle ces informations sont transmises. Plusieurs études ont confirmé que la communication directe « face à face » est plus efficace afin de changer les choix de modes de déplacement que les informations écrites ou émises par d'autres média. [12] Ce constat a des répercussions importantes sur la manière dont il faut réaliser les campagnes de communication ciblant la congestion et sur le type de structure qui doit les réaliser.

La dernière partie de cette section examinera les différentes mesures de gestion de la mobilité susceptibles d'être utiles dans la régulation de la congestion urbaine.

10.3.1 Le covoiturage

Le terme « covoiturage » sert à décrire deux personnes ou plus qui partagent un véhicule pour faire un seul déplacement. Les entreprises peuvent aider à coordonner le covoiturage parmi leurs employés ou abonnés par des services en ligne qui gèrent les offres et demandes de déplacements ou à des panneaux d'information.

Le covoiturage permet aux usagers de faire des économies sur leurs frais de déplacement et peut avoir un gros impact sur le trafic et la demande pour les places de stationnement. La réussite du covoiturage dépend des facilités ou services annexes donnés aux co-voyageurs (ex : service de location de véhicules, places de stationnement bien positionnées ou voies réservées aux véhicules à coefficient élevés de remplissage) ainsi qu'à un contexte favorable (ex : heures de travail compatibles, densité résidentielle élevée, gestion des places de stationnement, etc.). La réussite définitive de ces mesures dépendra de la facilité qu'auront les co-voyageurs à se rencontrer.

Il existe trois stratégies principales de covoiturage.

Mise en commun des voitures

La mise en commun des voitures implique l'utilisation d'une seule voiture particulière par plusieurs employés pour faire leur déplacement domicile-travail. Les voyageurs peuvent utiliser le même véhicule tous les jours et partager les frais d'utilisation ou mettre en place un tour de rôle des différents véhicules appartenant aux membres du pool. Ce procédé est attractif, car il est similaire à l'utilisation normale d'une voiture particulière et offre des déplacements de porte-à-porte. La coordination entre conducteurs

et passagers peut se faire sur une base ad-hoc ou être facilitée par les services de covoiturage en ligne, les panneaux d'informations internes dans les entreprises ou à travers un service de gestion de la mobilité.

La recherche des opportunités de covoiturage en tant que conducteur ou passager peut couvrir les déplacements locaux (ex: travail ou entraînement) et les déplacements longue distance (ex: départs en weekend). Des études récentes ont révélé que 19% de tous les déplacements en Allemagne sont déjà effectués grâce à des mises en commun, mais, jusqu'en septembre 2002, il n'y avait aucun système public qui proposait de façon simple des possibilités de covoiturage domicile-travail. Aujourd'hui, le système "Pendlernetz NRW" (www.pendlernetz.de) couvre la circulation locale pour des déplacements domicile-travail, tandis que le système "Mitfahrzentrale" (www.mitfahrerzentrale.de) est spécialisé dans les déplacements moins courants à longue-distance ou à des fins touristiques à travers l'Allemagne. [13]

Mise en commun des minibus et le bus-pooling

C'est le même principe qu'avec une voiture sauf que dans ce cas, un minibus remplace la voiture. Le véhicule peut appartenir à l'un des voyageurs, à la société (qui le prête ou le loue à ses employés), ou à une agence externe qui offre un service de covoiturage par minibus. Cette troisième solution devient de plus en plus populaire parce que le concept d'approvisionnement externe soulage l'entreprise d'un fardeau logistique et permet en même temps d'offrir d'autres services associés.

La mise en commun des bus (bus-pooling) couvre des services de bus dédiés spécifiquement aux employés d'une société. Il peut être externalisé ou organisé par la société elle-même.

10.3.2 Les modes de circulation douces

Étant donné qu'en beaucoup de zones urbaines, les déplacements couvrent des distances relativement courtes, le vélo et la marche à pied peuvent jouer un rôle important dans la mobilité urbaine. Pourtant, dans beaucoup de cas, le manque d'infrastructures adéquates et appropriées pour la marche à pied et le vélo peuvent être un frein à l'utilisation de ces modes de transport. Tandis que certains pays ont peu investi dans les facilités piétonnes et cyclistes, les pays qui cherchent à encourager ce mode de transport le font avec difficulté car l'augmentation du trafic routier a réduit l'espace disponible au transport non-motorisé sur les routes urbaines.

Une solution a été la création de trottoirs et pistes cyclables avec des interconnexions dans les zones agréables avec des interfaces sûres par rapport à l'espace routier attribué aux transports plus volumineux et plus rapides. Cependant, les pistes cyclables ne sont pas systématiquement la meilleure solution pour encourager le cyclisme. Avoir des équipements appropriés peut signifier une réallocation d'espace routier aux vélos et la conception de rues qui conviennent davantage à une circulation motorisée lente plutôt que rapide. Le point le plus important dans le développement des modes de transport doux est la sécurité et, dans beaucoup de cas, les pistes cyclables peuvent être encore plus dangereuses que les routes à cause de l'augmentation du nombre d'interfaces « non-standards » entre les routes et les pistes et du nombre important de conflits potentiels avec d'autres utilisations (plus particulièrement les piétons). La signalisation visible et efficace des pistes cyclables, la distribution de plans et l'organisation de lieux de stationnement sûrs et des possibilités de location de vélos aux arrêts de correspondances et dans les centres-villes peuvent toutes contribuer énormément à encourager l'utilisation du vélo dans les centres-villes.

Le développement des transports non-motorisés peut aboutir à une réduction de l'utilisation des voitures, surtout pour les déplacements de moins d'un kilomètre et c'est une stratégie à relativement bas coût qui peut également offrir des avantages secondaires pour la santé. Cependant, il faut se rappeler que le vélo et la marche

à pied ne sont pas systématiquement des options possibles pour tous les petits déplacements urbains réalisés par les résidents. Une raison est que beaucoup de ces petits déplacements sont liés à d'autres déplacements plus longs faisant partie de chaînes de déplacements complexes. Par exemple, un travailleur peut avoir un déplacement de seulement 4 kilomètres pour aller au travail et ensuite rentrer chez lui, mais il peut également souhaiter avoir sa voiture afin de faire des courses pendant la journée ou après le travail, de déposer ses enfants le matin et d'aller les chercher dans l'après-midi ou d'accompagner les membres de sa famille à des activités dans l'après-midi ou la soirée. Même si le déplacement domicile-travail est facile à réaliser en vélo, la voiture reste le mode de transport préféré pour aller au travail dans ce cas, parce qu'il convient mieux pour effectuer d'autres déplacements à réaliser pendant la journée avant de rentrer à la maison.

Les politiques qui cherchent à encourager le cyclisme et la marche à pied doivent clairement cibler les déplacements qui peuvent s'adapter le plus facilement à ce mode de transport ou examiner autrement le moyen d'enlever les barrières à l'utilisation de ces modes de transport. Une mise en œuvre réussie de ces politiques demande également une politique cadre d'intégration du cyclisme et de la marche à pied au niveau urbain régional et même au niveau national [14] avec des liens vers les politiques d'aménagement du territoire.

Les objectifs de la Stratégie Nationale pour le Développement du Cyclisme de la République tchèque sont la création d'un environnement sûr pour les cyclistes et les autres usagers de la route et des espaces urbains plus propres et plus silencieux. Le développement du vélo est considéré comme un mode de transport équivalent aux autres et qui fait intégralement partie du système des transports. À Prague, un grand réseau de pistes cyclables doit couvrir 450 km.

En Allemagne, des vélos de location sont proposés par le Deutsche Bahn dans certaines grandes villes. Les vélos sont positionnés tout autour du centre-ville. Un feu vert clignotant indique que le vélo est disponible. « Call-a-Bikes » (vélos de location par appel téléphonique) peuvent être loués, et retournés, à tous les carrefours principaux simplement par appel téléphonique avec paiement par carte de crédit (cf. Figure 10.6). Des systèmes similaires sont également disponibles dans de nombreuses villes comme Lyon, Bruxelles et Vienne.

Figure 10.6. **Parc de stationnement de vélos "Call a bike"**



Source : www.call-a-bike.de.

Le développement des transports en commun et des modes de transport doux ne suffit pas à réduire la congestion. Cependant ces deux concepts peuvent représenter un élément important dans la stratégie de régulation de la congestion, surtout en combinaison avec d'autres mesures comme les politiques de tarification ou de contrôle d'accès.

10.3.3 La gestion de la mobilité en entreprise

Les stratégies de Gestion de la Mobilité en Entreprise cherchent à encourager des voyages domicile-travail, d'affaires et de clientèle viables et elles sont mises en application par les sociétés privées ou les administrations publiques. Généralement les initiatives GME cherchent à améliorer les impacts des déplacements engendrés par les grandes sociétés ou les groupes de sociétés. Ces initiatives ciblent plus particulièrement les déplacements des employés et des clients/visiteurs. L'employeur est impliqué directement dans les stratégies GME car elles représentent le « moyen de communication » principal pour atteindre les employés.

- L'outil principal utilisé pour planifier et mettre en œuvre les mesures GME – et en faire une post-évaluation – est le *Plan de Mobilité*. En général, un Plan de Mobilité comporte :

- Une analyse de la situation actuelle et du contexte général (ex : la structure existante des déplacements, la qualité d'accessibilité du site avec les divers moyens de transports, le contexte législatif et réglementaire).

- La création d'objectifs (en termes de changement du mode de transport ou de réduction du nombre de véhicules occupés par une seule personne).

- La définition de l'ensemble des mesures à appliquer.

- La définition des responsabilités concernant l'application de chaque mesure retenue.

- Le plan d'application de ces mesures.

- Les méthodes et le plan de travail destinés à évaluer et contrôler l'impact des mesures appliquées.

Par exemple, le plan de mobilité de l'hôpital Rijnstate à Arnhem (environ 2 350 employés) a été développé en coopération avec le conseil d'administration de l'hôpital. Le plan de mobilité a entraîné une augmentation de 22.5% des déplacements domicile-travail par les transports en commun et le nombre de personnes utilisant le covoiturage a augmenté de 3.1%. 1.6% des voyageurs s'est mis à venir en vélo et en deux ans l'utilisation de voitures avec une seule personne à bord a diminué. [15]

Un autre exemple est celui de Nokia à Bochum, Allemagne, qui emploie environ 2 600 personnes. Avant l'initiative GME, il n'y avait pas de desserte du site par les transports en commun. Un partenariat public-privé a été lancé afin d'améliorer l'accessibilité du site. Il a été cofinancé par diverses sociétés et organisations : Verkehrsverbund (Association des Transports), Deutsche Bahn (Chemins de fer allemands) et Nokia elle-même. Ce partenariat a abouti à l'extension du réseau ferré au site Nokia et à la modernisation du parc de matériel roulant. Ces évolutions ont contribué à la création de lignes directes desservant l'usine, des temps de trajet plus courts, la mise en place de services pendant le weekend, une augmentation de fréquence aux heures de pointe et des améliorations aux stations tout le long du parcours.

On a également donné à Nokia la possibilité de faire de la publicité à bord des wagons, ce qui représente un « plus » supplémentaire et offre un gain considérable de couverture médiatique. Désormais, il y a une gare qui s'appelle « Nokia ». Le nombre de voyageurs utilisant le chemin de fer a plus que quadruplé. [16]

Vorarlberger Medienhaus est une maison d'éditions autrichienne qui emploie 300 personnes et qui a réussi la mise en œuvre de son plan de GME. Le lieu d'implantation de la société et les pratiques de travail favorisaient l'utilisation de la voiture particulière : « localisation en rase campagne », horaires de travail irréguliers, stationnement facile et pas de transports en commun. 75% des employés utilisaient leur voiture pour aller au travail. Le plan de déplacement, lancé par un petit groupe d'employés, visait à réduire l'utilisation de la voiture particulière parmi les employés. L'introduction de pistes cyclables et de chemins piétonniers, un accord signé avec l'opérateur des transports publics pour qu'il développe ses services à proximité de la société et des campagnes d'information ont entraîné une diminution de 15% de l'utilisation des voitures particulières. De plus, le plan tend à rehausser l'image de la société. [17]

10.3.4 La dématérialisation des transports

Aujourd'hui, l'informatique et les réseaux de communication modernes permettent le transfert de grandes quantités de données qui, dans le temps, obligeaient les particuliers ou les professionnels à se déplacer physiquement. Cette « dématérialisation » de données et, par conséquent de déplacements a le potentiel d'entraîner une réduction de trafic privé et professionnel. Les services E-commerce – entre sociétés ou entre sociétés et particuliers – représentent un domaine privilégié pour son potentiel de dématérialisation. Parmi les exemples d'utilisation du e-commerce par les particuliers, se trouvent :

- Les services bancaires en ligne : transactions électroniques par internet.
- Le téléshopping, les courses en ligne : le shopping électronique par Internet. Ceci induit la livraison des marchandises par des véhicules de transport de fret. Normalement le trafic de marchandises permet des groupages et, par conséquent, le niveau de circulation devient moindre quand on le compare avec le shopping traditionnel. Cependant, il produit une hausse des livraisons de marchandises dans les zones urbaines qui sont susceptibles d'avoir un impact sur les niveaux de congestion.

Parmi les exemples d'utilisation du e-commerce par les professionnels, on peut trouver :

- Les vidéoconférences et vidéo-présentations.
- Le télé-diagnostique et l'entretien à distance : utilisé en informatique et dans l'industrie automobile.

Pourtant, globalement, il n'est pas toujours évident que ces types de pratiques aient réellement diminué le nombre total de déplacements. Il est possible qu'elles aient seulement permis aux personnes et aux entreprises de remplacer certains déplacements par d'autres et d'accomplir globalement davantage de tâches.

10.3.5 Le changement de comportement en termes de mobilité

Plusieurs initiatives ont démontré qu'à partir du moment où les automobilistes sont sensibilisés aux problèmes actuels et futurs de la circulation, ils deviennent plus ouverts à l'idée de changer, à un certain degré, leur propres choix en termes de mobilité. Ceci est encore plus vrai si les automobilistes sont conscients des

problèmes environnementaux liés à l'utilisation excessive de la voiture et s'ils sont ouverts à l'idée de changer leur comportement en fonction de ces inquiétudes. Lorsqu'on leur donne des informations adéquates et ciblées sur les options de déplacement à leur disposition, ces automobilistes sont capables de réduire l'utilisation de leur voiture en faveur des transports en commun, du vélo ou de la marche à pied ou modifier leur manière d'utiliser leur voiture afin de réduire au minimum les impacts qu'ils ont sur l'environnement.

Les écoles

Tandis que tous les pays OCDE/CEMT possèdent des systèmes formels pour que leurs citoyens puissent devenir compétents dans le fonctionnement et l'utilisation des véhicules motorisés (permis, connaissances des lois sur la circulation et le code de la route, etc.), on ne peut pas dire la même chose en ce qui concerne les autres modes de transport. La plupart des pays ou les régions urbaines offrent peu de formation effective concernant les compétences requises pour se déplacer dans les zones urbaines avec les transports en commun, le vélo ou la marche à pied. « L'éducation à la mobilité » pour ces modes de transport est encore et toujours un processus informel et ad hoc, laissé principalement aux bons soins des voyageurs eux-mêmes. De plus, beaucoup d'enfants qui utilisaient jadis les transports en commun, le vélo ou la marche à pied sont actuellement transportés en voiture par leurs parents, en partie à cause de la perception par ces derniers des dangers créés par l'augmentation de la circulation routière.

Une approche formalisée faite dans l'école face aux déplacements urbains qui font appel aux transports en commun, au vélo ou à la marche à pied, à une période où les enfants sont en train de développer leur propre comportement vis-à-vis de la mobilité, peut apporter beaucoup pour assurer l'équilibre entre les différents modes de transport dans une agglomération. Il est possible d'adjoindre cette forme d'éducation en mobilité aux autres formes plus traditionnelles de formation à la sécurité routière.

Les campagnes dans les médias nationaux, régionaux et locaux

Les plans nationaux de médias peuvent également contribuer à sensibiliser les résidents urbains face aux implications globales de l'utilisation excessive des voitures en ville. Même si les campagnes n'ont pas d'impact immédiat sur les flux de circulation, elles peuvent servir comme base pour le travail de fond nécessaire à provoquer des changements de comportement vis-à-vis de la mobilité à plus long terme, à l'instar de beaucoup de campagnes de changement social ou de santé par le passé. Au niveau régional et local, il est peut-être utile d'envoyer aux automobilistes des messages ciblés et « applicables » concernant leur travail. Ces opérations peuvent encourager l'utilisation des modes alternatifs de transport dans des conditions locales spécifiques.

Perth était la première ville australienne à introduire un programme destiné à changer le comportement des automobilistes vis-à-vis de la mobilité : TravelSmart (Roulez malin). Il a été testé dans la partie sud de Perth en 1997. L'objectif du programme TravelSmart était de provoquer un changement durable dans le comportement des automobilistes pour les éloigner de la logique « une voiture/un occupant » vers d'autres modes de déplacement (transports en commun, marche à pied et vélo), une utilisation plus intelligente de la voiture (covoiturage) et dans certains cas, l'élimination du trajet domicile-travail par le télétravail. Aujourd'hui, nombre de programmes de changement de comportement vis-à-vis de la mobilité, y compris TravelSmart ont été mis en application par différents gouvernements régionaux en Australie. A Perth, le programme TravelSmart a pu occasionner régulièrement jusqu'à 10% d'augmentation dans l'utilisation des transports en commun, des déplacements à vélo et de la marche à pied avec une diminution correspondante de l'utilisation de la voiture et du nombre de kilomètres parcourus.

10.4. Les modifications aux infrastructures existantes

Après avoir exploré les options rentables permettant d'augmenter l'efficacité des routes existantes, les autorités doivent envisager les possibilités de modification aux infrastructures existantes susceptibles d'augmenter la capacité routière aux heures de pointe. Cette capacité est à gérer de la même manière que toutes les autres capacités qui viennent d'être libérées ou créées. Les modifications aux infrastructures existantes peuvent s'avérer particulièrement utiles pour traiter les goulots d'étranglement et autres perturbations locales dans les flux de circulation. Elles peuvent également se montrer utiles dans le rééquilibrage de la répartition de l'espace routier parmi les différents modes de transport.

10.4.1 La réaffectation de l'espace routier

Dans certains cas, la congestion peut survenir à cause d'une combinaison incompatible ou conflictuelle de différents types de véhicules dans le même espace routier (ex : quand la circulation de transit se mêle aux services de livraison aux arrêts fréquents et aux bus et trams – là ou chaque catégorie de véhicule possède sa propre configuration de déplacement qui entre en conflit avec celles des autres catégories). Dans certaines zones urbaines, les administrations ont cherché à réduire ces conflits en réaffectant le trafic en fonction du type de véhicule ou de déplacement. Cette démarche a mené, par exemple, sur les routes à grande circulation à la réservation des contre-allées à la circulation locale et des voies centrales au trafic de transit.

Dans d'autres exemples, on trouve que l'espace routier est réaffecté au détriment de la voiture particulière vers les bus et les trams, afin d'empêcher ces derniers d'être bloqués dans les embouteillages. Dans ces cas, les administrations ont cherché à réduire la quantité d'espace disponible aux voitures en faveur d'une augmentation d'espace réservé aux bus, aux trottoirs et aux pistes cyclables. La réaffectation des espaces routiers peut également servir à sécuriser les intersections ou à élargir les trottoirs. Et la vitesse peut être diminuée par le rétrécissement de la largeur des voies de circulation. [18]

À Paris, la réaffectation d'une partie de l'espace routier en faveur des bus sur les lignes de la « petite ceinture » a augmenté leur fiabilité et réduit leur temps de trajet. L'attrait de ces lignes a été augmenté, ce qui a entraîné une croissance de fréquentation de 40%. [19]

Pourtant, il faut aborder ces concepts de ségrégation du trafic avec prudence – surtout dans les zones urbaines à haute densité dans la mesure où ils risquent d'accentuer excessivement la fonction transport de l'espace routier au détriment de toutes ses autres fonctions si vitales à la vie urbaine. L'augmentation de l'espace alloué aux transports en commun peut paraître sensée dans bien des cas à condition que les transports en commun restent une alternative viable et qualitativement valable à la voiture particulière. Sinon, elle risque d'augmenter les niveaux de congestion sans pour autant fournir d'autres avantages tangibles. De même, les programmes de ségrégation des différentes catégories d'usagers vers leurs propres voies réservées peut mener à des couloirs de circulation à grande vitesse au sein des zones urbaines qui seraient susceptibles de diminuer toutes les fonctions hors transport pourtant essentielles des rue urbaines (espaces sociaux, terrasses de cafés, façades de magasins, aires de jeux pour enfants, etc.). Les rues à sens unique, les interdictions de tourner et autres mesures similaires ne sont pas toujours faciles à rendre compatibles avec l'objectif de créer un environnement urbain de qualité destiné à améliorer la qualité de vie des piétons et des cyclistes. Il y a des limites d'application de telles mesures, car elles risquent d'entrer en conflit avec certains autres intérêts d'ordre plus global.

10.4.2 Modifications à la chaussée et à la conception géométrique

Les modifications réalisées sur la conception géométrique d'une route peuvent avoir un impact important sur les flux de circulation. La conception géométrique prend en compte les caractéristiques physiques de la route, de son niveau prévisionnel d'utilisation et de divers autres aspects parmi lesquels : son alignement horizontal et vertical, le nombre de voies, les emprises et le volume du trafic. La congestion peut être liée à une conception de chaussée inappropriée. Dans ce cas, il faut modifier la conception géométrique de la section de route afin d'améliorer sa qualité et sa sécurité et s'assurer que des lacunes de conception ne sont pas responsables de la congestion. La reconstruction géométrique comporte les élargissements de voie, la création de voies à circulation lente dans les montées, destinées aux poids lourds, et l'élimination de courbes serrées. Le fait de changer ces paramètres est susceptible d'augmenter le flux de circulation et d'augmenter la sécurité pour des coûts modérés.

10.4.3 Les systèmes à inversion de voies

Les systèmes à inversion de voies sont utiles dans les cas où, chaque jour, il existe un changement significatif de la direction du flux dominant de la circulation. Les systèmes à inversion de voies fonctionnent en permettant aux automobilistes d'utiliser des voies communes, dont la direction change en fonction de l'heure et du flux dominant (cf. Figure 10.7). Cette démarche est réalisée en coordonnant l'affichage sur la route et sur des portiques au-dessus de chaque voie afin de donner des directions précises au trafic pour qu'il utilise la voie appropriée en fonction de la demande du trafic au moment en question. Ce dispositif est particulièrement utile sur les routes passant sur des ponts ou dans des tunnels, c'est-à-dire aux endroits où il est impossible d'ajouter des voies supplémentaires. Un autre domaine d'application sont les zones de travaux où la capacité est temporairement limitée. Le désavantage principal à ce type de dispositif est le problème de signalisation et de sécurité. Par exemple, la voie utilisée alternativement dans les deux sens peut être signalée par la mise en place de barrières mobiles. Il est également important de gérer la zone de transition à l'entrée ou à la sortie des voies à circulation alternée afin d'éviter des problèmes de congestion liés à une réduction locale de capacité.

Figure 10.7. **Système à inversion de voies**



Source : SIEMENS AG.

L'affectation variable de l'espace de voirie et d'autres espaces publics

La notion d'affectation variable, ou réaffectation, de l'espace de voirie à différents flux, usages ou usagers est au cœur de la réflexion sur les possibilités de modification des infrastructures existantes pour réduire la congestion. Cette affectation peut prendre plusieurs formes :

- Une route peut être affectée
  - en permanence à une catégorie d'usagers (par exemple les autobus, les véhicules à fort taux d'occupation, les poids lourds, les vélos, etc.) ou
  - à des usages différents selon l'heure de la journée (par exemple l'utilisation des voies d'autobus pour le stationnement la nuit, les voies réversibles et la circulation alternée, les voies ouvertes aux heures de pointe seulement, etc.).
- L'affectation des voies peut également varier dans l'espace (les zones de dépassement à intervalles réguliers sur une route à trois voies par exemple).
- Il est possible aussi de diversifier l'usage d'une voie de manière permanente ou presque (par exemple en autorisant la circulation de certaines catégories de véhicules, notamment des taxis, sur une voie habituellement réservée aux autobus). [a]
- A l'inverse, certaines petites villes d'Allemagne, des Pays-Bas et du Royaume-Uni ont fait des expériences de désaffectation de la voirie afin qu'elle soit utilisée par différentes catégories de véhicules et d'usagers, créant ainsi dans les faits des conditions identiques pour tous les usagers de l'espace public.i

Cette partie du rapport fait ressortir plusieurs de ces approches, en particulier lorsqu'il s'agit de modifications de l'utilisation des infrastructures existantes. Néanmoins, si l'on réfléchit à la modularité des routes très en amont de la phase de leur construction, il est possible d'imaginer un espace qui, sans être complètement modulaire, pourrait l'être beaucoup plus que ce n'est le cas de nos jours. Des recherches sont actuellement menées dans ce sens, notamment en ce qui concerne le marquage variable de la voirie (par exemple aux Pays-Bas). De fait, il est possible de concevoir des voies, surtout en zones urbaines et périphériques, adaptables avec beaucoup plus de finesse qu'aujourd'hui, et en fonction de la demande.

Source : Adapté à partir de Nouvier, J. (2004)

a. Initialement conçue par l'ingénieur de la circulation Hans Monderman pour des zones rurales en Hollande, cette démarche a été reprise par un certain nombre de petites villes et quelques quartiers urbains. Leur motivation principale n'était pas de réduire la congestion (qui, souvent, ne posait pas de problème grave dans les petites villes rurales concernées), mais d'améliorer la sécurité, paradoxalement en mélangeant toutes les catégories d'usagers de la route, y compris les piétons et les cyclistes. D'après les données empiriques obtenues de ces premières expériences, cette méthode accroît la sécurité car les voitures ralentissent quand elles entrent dans un environnement où les règles de circulation ne sont pas signalisées et où l'espace de voirie est partagé par tous les usagers.

10.4.4 Les rues à sens unique

Lorsqu'il y a de grands volumes de trafic et peu d'espace disponible, on peut créer des rues à sens unique afin d'augmenter la capacité de passage et rendre le minutage des feux tricolores plus simple. Cette mesure peut être particulièrement efficace aux intersections afin de simplifier les changements de direction et d'éviter les conflits entre les voitures et les piétons. Il est particulièrement adapté lorsqu'il existe d'autres rues parallèles qui peuvent servir pour transporter les flux de circulation venant en sens inverse, ce qui permet des niveaux élevés d'accessibilité dans les deux sens.

10.4.5 Intersections

Les intersections sont souvent une cause de congestion, puisque plusieurs flux venant de différentes directions convergent vers un espace limité. L'amélioration du fonctionnement des intersections peut atténuer la congestion et accroître la sécurité tout en réduisant les conflits entre les véhicules et avec les cyclistes et les piétons.

Les opérations à effectuer sur les intersections afin d'atténuer la congestion ou d'éviter sa survenue comprennent :

- La conception géométrique, afin de coordonner les changements de sens et d'éviter les conflits.
- Les interdictions de tourner, afin d'éliminer les conflits avec d'autres automobilistes en train de tourner.
- Les lignes de direction à l'arrivée, qui déterminent la manière dont les usagers accéderont à l'intersection, afin de renforcer la sécurité.
- Les séparations de niveau, la séparation physique des flux afin d'atténuer la congestion et d'améliorer la sécurité ; ce dispositif est utilisé pour les flux élevés et les problèmes de sécurité qui y sont associés.
- La gestion de la signalisation, qui contribue à son tour à un meilleur fonctionnement.

10.4.6 La reclassification des routes

Le fait de changer la catégorie d'une route (ex : de locale à collectrice, à grande circulation ou inversement) peut également s'avérer utile dans un plan de régulation de la congestion. Cependant, il faut tenir compte de tous les impacts en amont et en aval à travers le réseau causés par ce type de changement. Avant de changer la catégorie d'une route, il faut entreprendre certaines démarches destinées à valoriser la qualité du réseau existant (trottoir, signalisation, gestion, services, etc.) pour atteindre les caractéristiques requises par le nouveau type de route.

10.5 La construction de nouvelles infrastructures

La création de nouvelles capacités routières, en agrandissant les routes existantes ou en construisant de nouvelles routes, est un choix extrêmement coûteux dans les zones urbaines à haute densité et elle peut avoir des impacts défavorables sur l'environnement urbain. En revanche, elles sont peut-être les seules options capables d'offrir une atténuation durable à la congestion – à condition que la nouvelle capacité soit correctement gérée.

10.5.1 L'agrandissement des chaussées

L'agrandissement d'une route peut atténuer le trafic sur d'autres routes et augmenter l'accessibilité globale. Cet agrandissement peut concerner la construction de nouvelles routes ou la création de nouvelles voies, passages surélevés, tunnels ou ponts. Il faut des méthodologies bien éprouvées et complètes d'évaluation coûts-avantages pour s'assurer que les coûts de construction de la nouvelle route soient inférieurs aux coûts imposés par la congestion elle-même et que le coût de construction des nouveaux équipements soit moindre du coût requis pour déployer d'autres stratégies capables d'offrir les mêmes avantages. Un élément susceptible de compliquer encore plus les choses peut être le fait que les responsabilités de l'administration des routes soient limitées aux investissements dans les routes ou aux décisions de gestion de la circulation, qui empêchent ces administrations de pouvoir envisager de manière adéquate les autres moyens de régulation de la congestion. Par exemple, dans beaucoup de cas, des financements réservés uniquement à la construction routière et non-disponibles pour d'autres mesures peuvent préjuger des conséquences des politiques de régulation de la congestion.

La construction routière peut néanmoins s'avérer être une stratégie très efficace pour répondre à la congestion, lorsque les conditions énumérées ci-dessus sont rassemblées – ce qui est particulièrement vrai dans les zones où les réseaux routiers sont sous-développés ou incomplets.

10.5.2 La construction de voies pour véhicules à coefficient élevé de remplissage (VCER)

Certaines zones urbaines ont mis en place des voies réservées aux véhicules contenant deux passagers ou plus, afin de réduire le nombre de véhicules dans le réseau avec une seule personne à bord. Parfois, ces voies sont également disponibles aux taxis et bus. Les utilisateurs de ces voies connaissent une réduction de leurs temps de trajet et une augmentation de la fiabilité de ces temps – ce qui, quand il s'agit des passagers des bus, peut être une incitation à utiliser les transports en commun. Lorsqu'elle réussit, cette mesure permet le transport d'un plus grand nombre de personnes le long d'une route sans forcément augmenter le nombre de véhicules. Elle est particulièrement efficace lorsqu'elle est combinée à des services de parking relais (park-and-ride), à la priorité aux feux tricolores, et l'accès gratuit aux rampes d'accès contrôlés et aux voies de péage.

En général, les voies VCER demandent la présence d'au moins deux occupants dans un véhicule, mais les réglementations locales peuvent stipuler des taux de remplissage plus élevés. Ces règles sont affichées clairement le long des voies réservées aux VCER et la réussite de ce système est en grande partie fondée sur la mise en application efficace et crédible de ces règles. Pourtant, les voies VCER ne sont pas forcément une réponse appropriée à toutes les situations. En effet, elles ont un plus grand impact sur les parcours de liaisons des réseaux urbains d'autoroutes constamment sujets à de hauts niveaux de congestion[20]. Les voies VCER sont encore plus efficaces lorsqu'elles sont combinées aux systèmes de péage de congestion (Voir ci-dessous) sur certaines voies, qui font payer des taux variés en fonction des niveaux de congestion sur les voies et routes parallèles.

10.5.3 La Construction de voies de péage pour des véhicules à coefficient élevé de remplissage VCER (High Occupancy Toll or HOT)

Comme nous l'avons vu dans le chapitre 8, les voies de péage à haute occupation sont des voies VCER où les véhicules transportant une seule personne sont susceptibles d'être taxés aux heures de pointe. En général, le montant du péage varie en fonction de l'heure ou du niveau de circulation sur les voies qui ne sont pas à péage. Les usagers peuvent faire le choix entre les voies à usage général ou les voies HOT où l'on paie pour avoir de meilleures conditions de circulation. Les systèmes HOT les plus sophistiqués permettent un péage variable en fonction de la demande, ils communiquent des taux de péage instantanés au moyen de panneaux à messages variables et font appel à des systèmes de paiement automatique.

Les trois périphériques de la zoné métropolitaine de Tokyo

La construction des périphériques dans la zone métropolitaine de Tokyo a pris du retard par rapport à la croissance de la demande. Cette situation provoque une congestion très sévère car toute la circulation régionale doit être dirigée à travers les rues très chargées de la zone urbaine de Tokyo afin de passer d'un côté de la ville à l'autre. A cause du retard de construction des périphériques, environ 60% du trafic au centre du réseau « Metropolitan Expressway » est constitué de trafic de transit. La construction des périphériques va atténuer la congestion routière causée par le trafic de transit.

En plus de la construction de périphériques dans les zones urbaines, des efforts ont été faits afin d'éliminer les goulots d'étranglement par la prise de mesures efficaces aux intersections et lieux d'étranglement. Ces mesures comportent des mesures à long terme, telles que la construction de contournements et des mesures à court terme telles que l'élargissement des voies, etc. Dans un cas spécifique, le projet de séparation des niveaux à l'intersection entre la Route Nationale 357 et la boucle 7 a abouti à une augmentation de la vitesse de circulation pendant l'heure de pointe du matin d'un coefficient temps-vitesse de 8.



Source : Ministère japonais de Sols, Infrastructures et Transports.

Aux USA, sur la I-15 FasTrak à San Diego, les VCER voyagent gratuitement et tous les véhicules à un seul occupant paient. Sur la SR 91Express Lane à péage dans l'Orange County, les VCER sont assujettis à des montants réduits de péage. A Houston, les VCER 3 (contenant trois personnes ou plus) peuvent rouler gratuitement sur la Katy Freeway et la Northwest Freeway QuickRide, tandis que les VCER 2 sont taxés.

Une seule voie de péage pour les VCER possède une capacité inférieure aux voies HOT multiples. La capacité du Quickride sur la Houston I-10 Katy Freeway avec des équipements d'inversion de flux sur une seule voie est maintenue à 1500 véhicules par heure et par voie. La SR 91 Express Lane possède deux voies dans chaque direction et opère dans des conditions acceptables avec des flux d'environ 1800 véhicules par heure et par voie. [21]

10.5.4 La Construction de Parkings

Étant donné l'importance du nombre de places de stationnement disponibles dans l'évaluation des flux de circulation en ville (cf. chapitre 8), les autorités ont parfois intérêt à agrandir ou à modifier l'offre de places de stationnement dans la zone urbaine. Ceci peut concerner la construction de nouveaux équipements de parking à péage.

Une étude ex-ante/ex-post de la gestion des places de stationnement à Vienne a conclu que la mise en place du système a nettement amélioré les conditions de stationnement. Une réduction drastique du nombre de voitures garées sur les voies de circulation (environ 78%, de véhicules mal garés en moins) a permis l'augmentation du taux d'occupation des places de parking auparavant sous-employées. les flux de circulation se sont également améliorés du fait de l'enlèvement systématique des véhicules mal garés. Parmi d'autres facteurs, il y avait également une nette diminution des temps passés à la recherche d'une place de stationnement (réduction d'environ 20%) et du kilométrage (une réduction d'environ 18%). [22]

10.6 Les packages de mesures

Aucune des mesures individuelles décrites dans ce chapitre ne peut servir comme base efficace pour la régulation durable de la congestion. Le déploiement de politiques de régulation de congestion efficaces sur le long terme doit être la conséquence d'un plan raisonné qui cherche à combiner les mesures les plus prometteuses pour prendre en compte l'ampleur et la portée du défi posé par la circulation urbaine. En général, ces plans comportent :

- Les études pour analyser la situation et définir les objectifs.
- Les choix des mesures et des partenaires les plus aptes à traiter le problème.
- Les informations aux usagers.
- La mise en application des mesures.
- Une évaluation des avantages et inconvénients de la mesure et de ce qui peut être amélioré.

La manière dont ce plan est mis en œuvre dépend en grande partie des circonstances locales, mais beaucoup d'exemples de méthodes de planification existent à travers la zone OCDE/CEMT pour réguler la congestion.

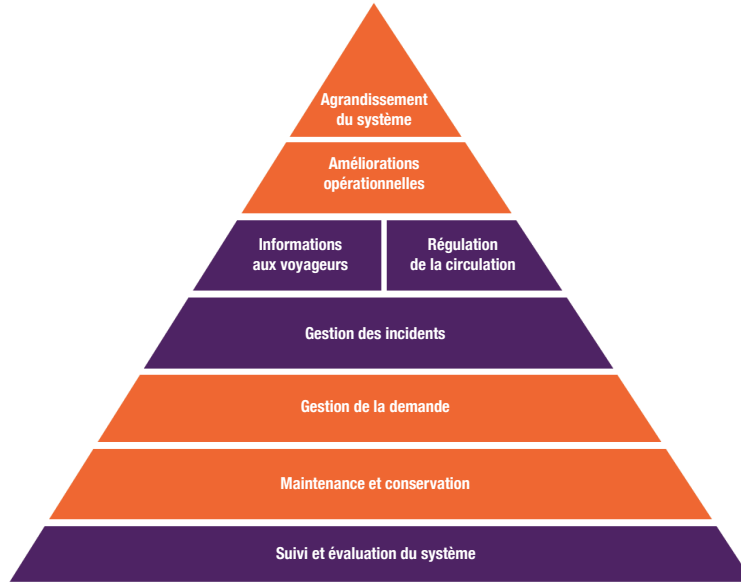
Dans l'état de Californie, le California Center for Innovative Transportation offre une approche exhaustive basée sur un plan de gestion des axes. Cette approche rassemble les agences régionales et locales et les autorités de régulation de la congestion pour atténuer la congestion le long de larges axes urbains selon une hiérarchie d'actions illustrée en figure 10.9. [23]

Le projet de la ville de Cologne *Stadtinfoköln* (cf. Figure 10.10) combine diverses approches pour l'atténuation de la congestion. Beaucoup de services et outils utilisés dans le projet sont novateurs, ex :

- La mise en réseau des distributeurs de tickets de stationnement et l'application de nouveaux algorithmes afin de déduire le taux de places de stationnement libre dans les rues.
- La mesure des temps de trajet en ligne pour les voitures au sein des villes.

- La comparaison des temps et des coûts de déplacement réels entre voitures particulières et transports en commun.
- Pronostics à court terme de la circulation et des possibilités de stationnement dans la ville.
- De nouvelles approches dans le domaine d'évaluation économique. [24]

Figure 10.8. **Démonstration du Plan de Gestion des Axes**



Source : California Center of Innovative Transport, 2005.

Figure 10.9. **La combinaison des informations sur le trafic multimodal et les déplacements**



Source : Projet Stadtinfoköln, 2002.

La région métropolitaine de Portland aux USA a lancé un plan destiné à intégrer l'utilisation des sols et la planification des transports afin de réduire la dépendance vis-à-vis de l'automobile et de coordonner les investissements de transport avec l'utilisation des sols. La politique de gestion de la circulation de la ville de Portland comporte les éléments suivants :

- Stationnement : quotas, taxes de stationnement pour les employeurs, taxes réduites pour le covoiturage.
- Plans de déplacement : pour toutes sociétés employant plus de 50 personnes.
- Modes de transport alternatifs : amélioration des conditions de transit, traitement préférentiel pour le covoiturage, équipements pour les circulations douces.
- Des mesures non-liées aux transports : promotion du télétravail, horaires flexibles. [25]

Les principes d'aménagement des villes ont été étudiés à Portland au sein du projet LUTRAQ. Ce projet vise à augmenter les densités autour des routes de transports en commun et à développer des formes de circulation douce et de transit au moyen de politiques d'utilisation des sols et de transports. LUTRAQ planifie l'aménagement urbain dans des zones d'activités mixtes et le long des itinéraires des transports en commun. Elle prévoit également l'agrandissement des équipements de transports publics, semi-collectifs et non-motorisés ainsi que des redevances de stationnement pour les personnes qui conduisent seules. Dans ce projet, l'aménagement urbain favorise les circulations douces et le développement des transports publics dans les zones d'activités mixtes afin de réduire le besoin d'effectuer des déplacements ailleurs. Les avantages de ces actions seraient une diminution du nombre de véhicules à un seul occupant, une augmentation des modes de transport public et de circulation douce, l'atténuation de la congestion avec une accessibilité améliorée et un meilleur environnement. [26]

L'incorporation de différentes mesures dans un grand ensemble renforce l'efficacité de chaque mesure individuelle. Par exemple, les avantages cumulés de différentes mesures peuvent comprendre le développement de nouveaux financements, ce qui est le cas là où les péages sur certains axes contribuent aux investissements dans de nouvelles infrastructures. Un autre exemple est le rôle joué par des équipements « park-and-ride » - de stationnement incitatif – dans la valorisation des transports publics. En effet, des motivations supplémentaires peuvent contribuer à rendre une mesure plus acceptable par le public comme c'est le cas quand l'amélioration de l'offre et de la qualité des transports publics rend les péages routiers plus acceptables. Enfin, l'intégration concerne également l'association de politiques à court et à long terme. Les mesures à court terme doivent aborder des problèmes urgents sans pour autant entraver ou influencer les actions à long terme.

NOTES

1. SRU (2005).

2. Institut d'Ingénierie des Transports de la Ville de Prague (2004).

3. Projet JTRC, L'atténuation de la congestion routière aux États-Unis.

4. Institut d'Ingénierie des Transports de la Ville de Prague (2004).

5. BMVBW, Systèmes de régulation des flux de circulation sur les autoroutes allemandes – situation actuelle et perspectives futures.

6. Par exemple, une étude sur l'impact de l'ouverture de ligne Oakland-San Francisco dans le San Francisco Bay Area Rapid Transit (BART) System a découvert que la déviation immédiate de 8 750 déplacements étaient suivie de 7 000 nouveaux déplacements en voiture – ce qui a grandement diminué les avantages en termes de réduction de congestion apportés par la nouvelle ligne de métro. (Sherret, A. 1975, Impacts Immédiats en termes de déplacements sur le Transbay BART. Rapport no. TN 15-3-75 pour USDOT.

7. Commission britannique sur les transports intégrés, "Revue mondiale des péages routiers, Rapport Phase 1", 2006.

8. Pour une revue de ces mesures, voir « L'amélioration de l'accessibilité aux transports publics pour tous : Un guide des bonnes pratiques », CEMT, 2006.

9. Institut d'Ingénierie des Transports de la Ville de Prague (2004).

10. Le système d'informations est disponible sur http://www.idos.cz.

11. MOSAIC/MOMENTUM Consortia (1999).

12. Beckmann, K. J. ; Wehmeier, T. (2004).

13. Pendlernetz NRW (2005).

14. CEMT, 2004, « Politiques nationales de promotion du cyclisme ».

15. Müller, G. (2001).

16. Gestion de la mobilité en Europe (2005).

17. Table ronde CEMT 121, La gestion des choix de déplacements domicile-travail du personnel au niveau des entreprises.

18. Bauhardt, C. (2005).

19. Bauhardt, C. (2005).

20. TRB – Comité des voies VCER (2005).

21. Département des Transports U. S., Administration des routes fédérales. Un guide pour le développement des voies HOT (2005).

22. Parkraumbewirtschaftung Wien (2005).

23. California Center of Innovative Transport (2004).

24. Atelier CEMT/OCDE, Dublin, (1999).

25. Institut des Ingénieurs des Transports, « Une boîte à outils pour atténuer la congestion routière et améliorer la mobilité ».

26. Institut des Ingénieurs des Transports, « Une boîte à outils pour atténuer la congestion routière et améliorer la mobilité ».

11. STRATÉGIES DE RÉPONSE A LA CONGESTION : MISE EN ROUTE DU PROCESSUS DE DÉCISION

Ce chapitre décrit comment mettre en place des réponses à la régulation de la congestion. Il identifie certains problèmes types qui peuvent détourner ou faire échouer les processus décisionnels. Ce chapitre donne des conseils sur la formulation des stratégies de régulation de la congestion et, en particulier, sur le choix d'une combinaison d'instruments et sur les processus décisionnels nécessaires à leur mise en œuvre. [1]

11.1.1 Dispositions institutionnelles et responsabilité globale

S'attaquer à la congestion requiert une méthode intégrée à plusieurs niveaux et par conséquent un cadre de planification et de prise de décision à plusieurs niveaux. Ce type de méthode intégrée doit couvrir cinq niveaux importants comprenant :

- L'intégration opérationnelle des différentes entreprises du réseau des transports.
- L'intégration stratégique entre des instruments affectant différents modes et entre ceux impliquant une infrastructure, une gestion, des informations et une tarification.
- Une intégration politique entre les transports et l'occupation des sols.
- Une intégration structurelle des agences et organismes gouvernementaux avec différentes responsabilités en matière d'intégration de transport et politique.
- Et, si possible, une intégration entre, d'une part, les transports et l'occupation des sols et d'autre part, des domaines politiques comme la santé et l'éducation.

S'attaquer à la congestion nécessite un plan – un plan qui prenne en compte la complexité du problème de la congestion, un plan qui aborde l'étendue géographique des déplacements et un plan qui implique les acteurs institutionnels et privés concernés dans toute la zone urbaine. Par exemple, le projet de rapport de Victoria [2] recommandait des changements institutionnels comme : un rôle plus important pour les transports en commun, un seul budget de transport et des critères communs d'évaluation de projet.

11.1.2 Aspects dynamiques des relations entre le transport et l'occupation des sols

La congestion est impactée par la politique d'occupation des sols. Les politiques de régulation de la congestion des transports doivent tenir compte des relations entre le transport et l'occupation des sols. Le problème clé dans ce processus décisionnel est qu'il est très difficile d'anticiper la manière dont ces changements se produiront et le délai pendant lequel ils se produiront. Cependant, à moins que des changements dynamiques n'y soient intégrés, la base sur laquelle sont prises les décisions pourrait s'avérer à terme être totalement inappropriée. L'un des exemples est l'évaluation des économies de temps de déplacement comme résultat

d'une augmentation des vitesses (par exemple le développement d'autoroutes urbaines). A plus long terme, la situation résultant d'un déplacement à plus haute vitesse peut très bien être un étalement des pourtours de la zone urbaine, des lieux de travail et d'habitation, avec éventuellement, des temps de déplacement similaires résultant de déplacements sur de plus longues distances à des vitesses supérieures.

11.1.3 Coordination des mesures concernant la route et les transports en commun

La congestion sur les routes ne peut pas être traitée isolément. Elle doit être abordée en même temps que l'occupation des sols et systématiquement dans les réseaux routiers et de transport en commun. Cependant, avec des administrations en charge des routes et des transports en commun/transports ferroviaires fonctionnant séparément dans de nombreux endroits, et différents niveaux de perception de recettes et de ressources sur la route et le rail, il s'avère souvent extrêmement difficile de coordonner les mesures concernant la route et les transports en commun.

Dans de nombreux pays membres et dans plusieurs zones métropolitaines, les systèmes de transport en commun susceptibles d'avoir une capacité adaptée à la demande ne sont tout simplement pas disponibles. Bien sûr, le manque de transports en commun adaptés est souvent l'un des facteurs contribuant à la pression exercée pour l'utilisation de la voiture et l'extension de la congestion excessive sur les routes en premier lieu.

11.1.4 Perception de recettes, financement de projets et aspects fiscaux

Presque toute mesure visant à réduire la congestion a un cout et certaines portent des couts particulièrement élevés. La mesure dans laquelle les autorités territoriales ont le pouvoir d'imposer un certain type de taxe ou d'impôt dépendra de la structure fiscale nationale, qui diffère selon le pays. Le problème délicat de la désignation de l'autorité responsable des recettes et la répartition de celles-ci peuvent parfois dérailler certaines stratégies de la gestion de la congestion – notamment celles basées sur le péage urbain. Dans certains cas, la répartition de la recette de ces systèmes de péages a été difficile à traiter. Les ministères des finances sont généralement hostiles à tout établissement de lien direct (affectation) entre les recettes engendrées et des dépenses spécifiques (par exemple sur les transports). Toutefois, les collectivités ne supporteront souvent la tarification de la route ou de la congestion que si le gouvernement garantit que les recettes engendrées sont réinvesties dans l'amélioration des transports en commun.

11.1.5 Consultation de la collectivité et participation des parties prenantes

La consultation du public est une étape essentielle et souvent obligatoire avant que certaines mesures visant à réduire la congestion décisions officielles puissent être prises (par exemple des plans de zonage ou la construction de nouvelles infrastructures routières). Si de nombreuses agences publiques et entreprises de transport connaissent déjà ces processus de consultation participative, il n'est pas forcement certain que ceux-ci s'étendent d'une manière compréhensible à toute l'étendue géographique de la zone urbaine. Il est en effet difficile de consulter efficacement et d'impliquer les parties prenantes lorsque le sujet nécessite de prendre en compte tant de matières complexes, allant des objectifs politiques de haut niveau, aux systèmes d'occupation des sols et des transports, aux différents niveaux de gouvernement et à une diversité de groupes d'intérêts réclamant des aides ou avantages. En ce domaine, Londres offre un exemple à suivre à travers la consultation étendue qui a accompagné la mise en place de son péage urbain.

11.1.6 Prise de risque politique

Les stratégies de régulation de la congestion sont susceptibles d'impliquer une prise de position par le Gouvernement dans une direction ou une autre. Alors que les stratégies proposées peuvent avoir une

base tout à fait logique et sont susceptibles d'être très efficaces pour obtenir de meilleurs résultats à plus long terme, elles peuvent sembler très risquées à court terme au gouvernement en place qui doit prendre ces décisions. Le Ministère du moment est chargé d'identifier les priorités et de faire des propositions pour les dépenses de transport. Mais en de nombreux cas, il doit tenir compte du financement substantiel probablement nécessaire pendant plusieurs années avant que les avantages puissent être largement perçus par la collectivité. La tentation est grande de se focaliser que sur les mesures dont les retours sont immédiats plutôt que sur celles dont les effets se feront sentir bien après que l'administration actuelle ait quitté ses fonctions. Ces risques peuvent être contrés par une large consultation et une mise en œuvre réfléchie de telles mesures ainsi que montre l'exemple de Londres.

11.2 Eléments communs des processus décisionnels

11.2.1 Intégration et coordination des responsabilités en matière de régulation de la congestion

Chacune des mesures soulignées dans le chapitre précédent a son propre niveau d'impact correspondant à un certain niveau de gestion de la planification et de la prise de décision, des politiques d'aménagement urbain aux opérations routières quotidiennes. L'expérience a montré que pour qu'une méthode fonctionne, dans la plupart des cas elle doit comporter des mesures appartenant à plusieurs de ces niveaux de responsabilité, de telle sorte que des synergies puissent être développées pour atteindre les objectifs de la régulation de la congestion et surmonter les obstacles.

S'attaquer à la congestion requiert une méthode intégrée à plusieurs niveaux et par conséquent un cadre de planification et de prise de décision à plusieurs niveaux. Plus le problème de la congestion est complexe, plus les niveaux de responsabilité à incorporer dans cette méthode sont élevés. Et plus le niveau de responsabilité impliqué est élevé, plus le champ d'application est large pour la planification et la prise de décision dans le processus de politique de régulation de la congestion.

Une intégration réussie des différentes influences politiques est indispensable au succès des grandes stratégies de régulation de la congestion. L'intégration peut être conçue à cinq niveaux différents :

- L'intégration opérationnelle des différents services et informations, par exemple dans les transports en commun (dont les structures tarifaires) et la gestion du trafic.
- L'intégration stratégique entre les instruments touchant différents modes et entre ceux qui impliquent l'infrastructure, la gestion, l'information et la tarification.
- L'intégration politique entre les transports et l'occupation des sols.
- L'intégration organisationnelle des agences et organismes gouvernementaux avec différentes responsabilités en matière de transport.
- L'intégration politique, et éventuellement organisationnelle, entre les transports et l'occupation des sols d'une part et d'autres domaines politiques comme la santé, l'éducation et la société d'autre part.

Des stratégies efficaces de régulation de la congestion dans de vastes zones urbaines incorporeront en général plusieurs de ces niveaux d'intégration, voir tous.

L'intégration au niveau stratégique peut contribuer à obtenir des avantages qui découlent de l'utilisation d'instruments complémentaires les uns des autres. Cependant, le fait que certains des instruments puissent

avoir des impacts contraires sur certains groupes d'usagers constitue une difficulté. Un choix judicieux d'autres instruments peut contribuer à équilibrer les pertes et les profits et, le cas échéant, à dédommager les perdants. Pour toutes ces raisons, un ensemble d'instruments sera probablement plus efficace qu'un instrument unique. Ainsi, une synergie peut être obtenue entre des instruments conduisant à une situation où l'ensemble des avantages du package de régulation de la congestion est supérieur à la somme de ses composants.

11.2.2 Intégration des stratégies de régulation de la congestion dans une politique plus vaste en matière de transport

Des stratégies efficaces de régulation de la congestion devraient être incorporées dans une stratégie de transport intégrée plus large. La manière dont est formulée la politique dépend des circonstances locales et nationales. Ces stratégies concernent les réponses opérationnelles de terrain au problème de la congestion et peuvent prendre en compte d'autres objectifs pouvant avoir une influence indirecte sur la congestion.

Dans de nombreuses parties de l'Europe, par exemple, les objectifs importants de politique en matière de transport urbain peuvent être caractérisés par les quatre éléments suivants :

- Réduction des besoins de déplacement actuels et futurs.
- Réduction du nombre de déplacements en voiture.
- Amélioration du système des transports en commun.
- Amélioration du rendement du réseau routier en général.

Dans certaines parties d'Amérique du Nord et d'Océanie, en grande part à cause de leurs différents contextes d'occupation des sols, le but n'est pas tant de réduire les besoins de déplacement actuels et futurs ou de réduire le nombre de déplacement en voiture par principe mais plutôt de réduire les impacts de l'(auto)mobilité sur l'environnement et la société.

Quels que soient les objectifs supérieurs de la politique des transports, il est rarement logique de ne tenir compte que de la partie régulation de la congestion à cause des interdépendances entre celle-ci et les autres parties de la politique des transports. La formulation d'une stratégie de réponse à la congestion devrait par conséquent être considérée comme "interconnectée" avec la formulation d'une stratégie de transport (plus ou moins) vaste.

11.3 Méthodes décisionnelles et contexte

Le guide d'utilisation PROSPECTS [3] identifie trois méthodes décisionnelles distinctes susceptibles d'être adoptées pour traiter des politiques durables en matière de transport et d'occupation des sols.

- Les méthodes guidées par une vision impliquent habituellement un individu ou un comité ayant une opinion déterminée sur les mesures nécessaire pour améliorer les transports et l'occupation des sols dans la ville. L'objectif est alors de les mettre en œuvre aussi efficacement que possible.

  La mise en place du Programme de péage urbain à Londres peut être considéré comme un bon exemple d'une méthode "guidée par une vision", il en est de même pour le développement des célèbres réseaux de métro léger autour de Karlsruhe et de plusieurs systèmes de tramways qui ont été mis en place dans des villes françaises.

- Des méthodes guidées par un plan impliquent la spécification des objectifs et des problèmes à résoudre, parfois dans le cadre d'une vision, et l'adoption d'une procédure ordonnée identifiant les solutions possibles à ces problèmes et sélectionnant celles qui donnent les meilleurs résultats. Les méthodes guidées par un plan peuvent prendre deux formes principales :

  Dans la véritable méthode guidée par les objectifs, des objectifs vastes (ou plus détaillées) sont d'abord spécifiés, en général par l'administration locale ou ses membres élus. Ceux-ci servent ensuite à identifier les problèmes en évaluant si les conditions actuelles ou anticipées permettent ou non, en l'absence de nouvelles mesures politiques, d'atteindre les objectifs. Cette méthode a été adoptée dans de nombreuses études de transport intégrées. Dans certains cas, cette liste de problèmes a ensuite constitué la base de discussions avec les membres élus ou le public pour savoir s'ils perçoivent les problèmes différemment. Si c'est le cas, ceux-ci servent alors à redéfinir les objectifs afin qu'ils correspondent à leur préoccupation.

  L'autre méthode axée sur les problèmes est de commencer à définir des types de problème et d'utiliser les données sur les conditions actuelles (ou prévues pour l'avenir) afin d'identifier quand et où surviennent ces problèmes. Les objectifs sont découlent de manière implicite des problèmes analysés qui peuvent toutefois ne jamais être vraiment constatés. Cette méthode a le mérite d'être facile à comprendre. Cependant, elle dépend de manière cruciale de l'établissement au départ d'une liste exhaustive des problèmes potentiels. Si des types particuliers de problème (comme l'accès aux pôles d'emplois) ne sont pas identifiés parce que des objectifs sous-jacents (l'accessibilité) n'ont pas été pris en considération, la stratégie qui en résulte aura un impact partiel. Il est probablement encore sage de vérifier avec les responsables politiques et le public que la totalité des problèmes a été identifiée.

- Les méthodes guidées par un consensus impliquent des discussions entre les parties prenantes pour essayer de parvenir à un accord sur chacune des étapes du processus. Dans l'idéal, un accord est nécessaire sur les objectifs à poursuivre et leur importance relative ; les problèmes à résoudre et leur gravité ; les instruments politiques à prendre en considération et leur bien-fondé ; le choix d'instruments politiques qui permettent le mieux d'atteindre l'objectif ; et la façon dont ils devraient être combinés dans une stratégie globale et, enfin, mis en œuvre. En pratique, une grande partie de la réalisation d'un consensus se concentre sur le choix d'instruments politiques mais elle peut être considérablement améliorée si l'on tient compte aussi bien des objectifs que des problèmes.

La méthode la plus courante utilisée dans les villes européennes est un mélange de processus décisionnels guidés par un plan et guidés par un consensus, les méthodes les moins courantes sont celles qui tendent soit vers un processus décisionnel guidé par une vision, soit vers un processus décisionnel guidé par un plan.

Toutefois, chacune des méthodes connaît quelques problèmes évidents.

- Une méthode guidée par un consensus peut entrainer du retard et de l'inaction à moins qu'un accord durable puisse être atteint rapidement.

- Une méthode guidée par un plan peut devenir anormalement dépendante de planificateurs professionnels qui peuvent perdre de vue les besoins des politiciens et des partenaires.

- Une méthode guidée par une vision est crucialement dépendante de l'individu portant la vision. Si il ou elle quitte le bureau, il peut s'avérer très difficile d'éviter d'abandonner complètement la stratégie.

Il n'existe pas de réponse simple à la question « quelle méthode serait la mieux adaptée à la formulation d'une stratégie et dans quelles circonstances spécifiques » ?

Un critère évident semble être la répartition institutionnelle des responsabilités et des pouvoirs discrétionnaires dans la zone métropolitaine à considérer, en d'autres termes : le degré de compatibilité entre le périmètre géographique de la stratégie à mettre en œuvre et les responsabilités et pouvoirs de l'autorité chargée de mettre en place le processus de formulation de ladite stratégie.

Ce n'est que si les problèmes de la congestion et leurs solutions possibles demeurent inclus dans les limites d'une compétence territoriale que les décisions concernant les stratégies de réponse à la congestion et leur mise en œuvre pourront être du ressort d'un seul organisme public (par exemple une municipalité). Cependant, dans la plupart des cas, les problèmes et/ou les solutions de congestion comporteront un élément "d'obligation juridictionnelle" et par conséquent requerront la collaboration entre les différentes autorités et organismes publics.

Mais même s'il existe une autorité avec des pouvoirs et des responsabilités suffisamment grandes pour s'adapter au périmètre géographique du problème de la congestion et de sa stratégie de réponse, cette autorité peut être influencée fortement par des autorités voisines, par d'autres organismes territoriaux et par des organisations ou gouvernements nationaux ou territoriaux (par exemple européens). Toute autorité subira de surcroît inévitablement l'influence des entreprises, des écologistes, des usagers des transports, du grand public et celle que les médias peuvent avoir sur le processus décisionnel.

On peut trouver dans le Manuel de gestion durable du trafic élaboré par le centre de recherche sur les transports Dutch AVV, un exemple utile d'une architecture de processus décisionnel, axée sur "les processus de plus faible niveau de planification" Ce manuel décrit une architecture de processus permettant de parvenir à un accord parmi les opérateurs du réseau dans une région (et parmi les parties prenantes) sur les stratégies coordonnées de la gestion du trafic, à tous les niveaux du réseau, afin d'optimiser l'utilisation de la route à travers tout le réseau.

11.3.1. Cadres institutionnels

Il est important que des cadres institutionnels nationaux servent de support à la définition et à la mise en œuvre de politiques de transport intégrées à l'échelle géographique appropriée [4]. Plusieurs pays ont reconnu le besoin de créer des organismes publics avec des pouvoirs appropriés. Certains pays ont favorisé la création d'organismes publics territoriaux qui seraient responsables de définir et de superviser la mise en œuvre de ces politiques intégrées.

"Les précurseurs" des années 70 se sont concentrés sur la coordination des transports en commun dans les régions métropolitaines (par exemple les "Verkehrsverbunde" allemandes et suisses). Depuis, d'autres éléments moteurs, comme la nécessité d'un développement économique territorial coordonné sont devenus de plus en plus importants pour la création de ces organismes publics. Cependant, puisque chaque pays a sa propre organisation gouvernementale et sa propre "culture" politique, souvent profondément enracinées dans son histoire nationale, les responsabilités et les pouvoirs de ces organismes publics, ainsi que leur forme gouvernementale, tendent à différer d'un pays à l'autre Par exemple, ces organismes publics peuvent avoir ou ne pas avoir de responsabilité directe dans les opérations de transport en commun ou les mesures de tarification. Dans certains cas, ces responsabilités reposent sur d'autres niveaux gouvernementaux, par exemple la responsabilité des chemins de fer nationaux ou des systèmes de tramways locaux, mais aussi celle de la taxation des propriétaires de voiture et de l'utilisation de la voiture. A l'heure actuelle, le secteur privé joue aussi souvent un rôle plus actif dans les transports en commun et les décisions de tarification.

11.3.2 Participation des parties prenantes

Une large participation peut contribuer à garantir que la gamme complète des objectifs soit prise en compte. Cela peut donner une meilleure compréhension des problèmes de transport, aider à générer des solutions innovantes et être un facteur clé pour gagner le soutien et l'acceptabilité publiques du mélange final de politiques nécessaire à la mise en place d'une stratégie de transport. La participation peut épargner du temps et de l'argent plus tard dans le processus, en particulier au stade de la mise en œuvre. Les objections potentielles devraient alors avoir été minimisées en tenant compte des problématiques des différents protagonistes.

Initiative d'Inzell

En septembre 1995, des hauts fonctionnaires et des responsables politiques de la ville de Munich ont rencontré des représentants de BMW et des dirigeants des différents groupes d'intérêts de la station de ski bavaroise d'Inzell. L'objectif de cette première "table ronde" – secrète – était de chercher s'il était possible de parvenir à un discours "gagnant-gagnant" sur le développement de la région de Munich en général, et plus particulièrement de l'organisation des transports. La réunion d'Inzell avait pour objectif de ressusciter la coopération entre la ville et le constructeur de voitures et d'intégrer d'autres participants dans ce nouveau discours sur l'avenir de la mobilité à Munich après l'initiative manquée "zone bleue pour Munich" de BMW. Ce projet, lancé par BMW en 1989, associait un aménagement total du centre ville en zones piétonnes avec une réorganisation complète du trafic dans le reste de la ville. A l'origine, l'impact de ce discours sur la gestion du débit de transport a été gêné par le fait que le conseil municipal a été choqué de ce que le constructeur de voiture s'immisçait dans la planification stratégique – préoccupation clé du gouvernement.

Pour les experts, les réunions d'Inzell sont considérées comme un énorme succès. Jamais encore la ville de Munich n'était parvenue à une coopération aussi vaste impliquant des protagonistes de milieux aussi variés et s'occupant de problèmes politiques aussi controversés que la circulation. Il y a plus, l'effort de coopération a permis une rénovation conceptuelle dans un très bref laps de temps. Le processus d'Inzell a généré un nouveau message. Il tranche par rapport aux positions existantes en matières d'intérêts et de perception des problèmes. La redéfinition des problèmes et la création simultanée de nouvelles perspectives pour les différentes parties intéressées a été considérées comme un tournant bénéfique par la plupart des participants.

Depuis les premières réunions, sous les auspices du "cercle d'Inzell" les travaux sur différents sujets permettant une coopération, ont été poursuivis par des équipes opérationnelles, jusqu'à ce qu'ils soient prêts à être mis en œuvre et insérés dans le processus politique officiel. La 6ème réunion d'Inzell s'est tenue en juin 2005.

Note : d'après des citations de ''Democracy in the Risk Society ? Learning from the New Politics of Mobility in Munich". (1999, Maarten Hajer & Sven Kesselring, article in Environmental Politics, 1999, no. 3, pp.1-23); et de "Never walk alone ! Processes, Results and Purposes of an innovative and successful mobility partnership in Munich" Martin Schreiner, Reiner Knäusl, Landeshauptstadt München; document présenté à l'ECOMM 2004, Lyon

L'implication des parties prenantes peut se faire à différents niveaux :

- Diffusion d'informations : processus à voie unique pour tenir informés les personnes ayant un intérêt dans la stratégie.

- Consultation : lorsque l'on collecte l'opinion des parties prenantes et du grand public, dans des étapes particulières de l'étude et que les résultats sont rentrés dans la formulation de la stratégie.

- Décider ensemble : lorsque les parties prenantes deviennent des décideurs et travaillent avec les décideurs politiques et les professionnels pour formuler la stratégie.

- Agir ensemble : lorsque les parties prenantes sont également impliquées dans la mise en œuvre de la stratégie. Les partenariats publics-privés sont un exemple de cette méthode.

- Soutenir les groupes de parties prenantes indépendantes : lorsque la ville permet aux groupes d'intérêts de la collectivité de développer leurs propres stratégies.

Lorsque l'on cherche l'apport et la coopération des différents protagonistes, il est important d'inclure les groupes qui n'interagissent pas directement sur la congestion mais peuvent être impactés par les décisions prises.

Différents niveaux de prise de décision correspondent aux différentes étapes du développement d'une stratégie de gestion de la congestion.

Les protagonistes à impliquer peuvent se répartir en différents groupes, tels que :

- Les chefs des partis politiques/les décideurs politiques.

- Les pouvoirs publics et les agences impliqués dans l'exploitation du réseau de transport.

- Les pouvoirs publics et les agences impliquées dans l'exploitation d'autres réseaux d'infrastructures publiques (distribution de l'électricité, distribution de l'eau, système des égouts, télécom, etc.).

- Les utilisateurs du système de transport et leurs groupes d'intérêts : compagnies de transport, entreprises de transport en commun mais bien sûr également les usagers de la route individuels, les associations de cyclistes, etc.

- Les organisations et les sociétés qui profitent de l'accès facile à leurs locaux ou qui souffrent d'un accès difficile. salariés, boutiques et sociétés d'import-export, sociétés de fabrication mais aussi propriétaires immobiliers et groupes d'intérêts qui les représentent : associations industrielles, chambre de commerce etc.

- Groupes d'intérêts représentant les intérêts de l'environnement et d'autres citoyens.

- Le grand public.

Il est souhaitable de favoriser la participation de toutes les parties concernées par la politique de gestion de la congestion à chaque étape principale. Une fois invitées à participer, il est important de bien délimiter les rôles et responsabilités de chacun et définir ensemble la portée de leur contribution. Un autre objectif important serait de parvenir à un accord sur les mesures à prendre dans les étapes suivantes du

processus, comme l'établissement d'objectifs, la détermination du champ d'application et l'organisation de l'analyse du problème.

Mobil 2010, Stadtentwicklungsplan Verkehr Berlin

Le processus d'analyse du plan de développement du trafic de la ville de Berlin, commence en 2000, il a été accompagné d'une Table ronde comprenant 20 représentants des groupes d'intérêts concernés (entre autres des parlementaires et des conseillers régionaux) et des protagonistes ainsi qu'un comité scientifique. Analyse, objectifs et concepts politiques n'ont pas été développés dans la méthode traditionnelle "descendante" et discutés ensuite ; chaque mesure a été discutée dans la Table ronde, qui a joué le rôle d'un groupe de consultation de la collectivité. Le rôle du comité scientifique était d'assurer la qualité des méthodes et des techniques appliquées pendant le processus. Cette implication continue de la Table ronde et du comité scientifique ont provoqué un élargissement de la perception du problème qui a permis de tenir compte d'une large diversité de points de vue.

11.3.3 Consultation de la collectivité

Le but de ce rapport n'est pas d'entrer dans le détail des formes et des méthodes de consultation publique, on dispose à ce sujet d'un vaste choix de documents. Les occasions les plus appropriées dans le courant d'un processus décisionnel sont évidemment la première et la dernière phase du processus. Lors de l'analyse d'une stratégie de congestion, des sessions de consultation spéciales avec des usagers ou des citoyens ont produit des résultats de valeur en ce qui concerne la perception des problèmes, la définition des objectifs et la conception de solutions alternatives.

Il est essentiel pour toutes ces formes de consultation publique que les participants aient conscience du rôle véritable qu'ils ont à jouer et de la bonne prise en compte des sujets qu'ils mettent en avant, si tel n'était pas le cas, ce serait une menace pour obtenir le soutien public dans les phases ultérieures.

Wilmington, Delaware, Stratégie de régulation de la congestion

Le Conseil de planification de la région de Wilmington (WILMAPCO) est une organisation de planification métropolitaine chargée de répondre aux besoins de planification fédérale des transports. Pour ce faire, WILMAPCO a conçu un "Système de régulation de la congestion" (CMS – voir chapitre 3) qui aborde systématiquement la congestion comme une partie de l'ensemble du processus de planification régionale. Le processus commence par une évaluation du rendement du système à l'aide des mesures suivantes : Rapport volume/capacité (route et transport en commun), niveau de service aux intersections et pourcentage sous la vitesse limite. "Ces mesures sont évaluées pour quatre scénarios différents d'occupation des sols/de croissance développés par le processus de planification régionale. Le CMS évalue des stratégies de résolution de la congestion, en donnant priorité à la gestion de la demande, puis aux opérations routières et enfin à des compléments de capacité. Les impacts du système résultant de la croissance prévue au niveau de l'économie, de la population et de l'emploi servent également à donner la priorité aux stratégies de limitation. Des recommandations sont ensuite évaluées et hiérarchisées dans le plan de transport régional à long-terme."

Sources : http://www.wilmapco.org/cms/2005%20CMS%20FINAL.pdf and USDOT, FHWA http://ops.fhwa.dot.gov/publications/lpo_ref_guide/prim0407.htm.

11.4 Parvenir à des points de vue partagés parmi les protagonistes sur les objectifs et les problèmes

Si un problème doit être perçu comme “la différence entre ce que vous avez et ce que vous voulez”, il peut être difficile de définir ce problème si vous n’avez pas encore étudié “ce que vous voulez”. Cependant, dans la réalité, il est souvent plus facile de définir “ce que vous ne voulez pas” que d’avoir une idée précise sur vos objectifs et en matière de congestion ceci n’est pas obligatoirement différent.

Dans le cas de la congestion, l’attention de plusieurs protagonistes se porte de manière compréhensible sur les impacts négatifs des routes encombrées. Les entreprises soulignent que la congestion leur coûte de l’argent, les particuliers ont le sentiment que la congestion leur vole du temps qu’ils pourraient passer de manière plus utile – ou du moins plus agréablement – et les élus municipaux ont le sentiment que la congestion entrave la vitalité économique et les perspectives de croissance de leur ville. Toutes sont des préoccupations valables et de ce fait la formulation du problème relatif à la congestion est en général “s’en débarrasser”. Pour un certain nombre de raisons soulignées dans les chapitres 1 et 5, ceci peut être un but trop simpliste et trop optimiste. Une meilleure approche pourrait être de ne pas se concentrer sur les points négatifs (“se débarrasser de la congestion”) mais sur les points positifs (“rendre la ville aussi attractive, dynamique et agréable à vivre que possible dans la mesure de nos moyens”).

C’est pourquoi dans les meilleures méthodes embrassant un champ d’application plus large et qui impliquent un groupe plus vaste de protagonistes, la méthode “orientée vers le problème” s’est avérée utile pour parvenir à des opinions partagées parmi ces protagonistes, même s’ils ont une perception différente de ce qu’est le “véritable problème”.

Dans cette méthode, l’élaboration approfondie d’objectifs et de cibles doit faire partie de l’analyse du problème. Notamment si l’analyse du problème est un effort participatif des différents protagonistes, la compréhension approfondie des problèmes contribuera à donner une perception plus convergente des problèmes et également des objectifs plus convergents – ou du moins : une meilleure identification des divergences quant aux objectifs à atteindre.

Une possibilité pour obtenir un vaste choix d’options et un meilleur résultat est de mettre en concurrence les équipes opérationnelles. Ce n’est pas inhabituel dans des projets destinés à la “conception”. Mais il existe peu d’exemples qui aboutissent à des stratégies de réponse à la congestion.

Les objectifs de plus haut niveau définis ci-dessus indiquent les directions dans lesquelles devraient être développées les stratégies de réponse à la congestion. Cependant, ce sont encore des concepts abstraits et il est donc difficile de mesurer leur rendement effectif. Des objectifs plus quantitatifs peuvent être spécifiés par des séries d’indicateurs pouvant être soit généraux, soit spécifiques et pouvant servir également à identifier les problèmes. Par exemple, les nombres d’accidents mesureraient l’objectif global de sécurité ; les emplacements dépassant un seuil de pollution mesureraient une partie de l’objectif environnemental. Ce type d’indicateur est souvent appelé indicateur de résultat en ce qu’il mesure une partie du résultat d’une stratégie.

Il est également possible de définir des indicateurs d’apport, qui mesurent ce qui a été fait (par exemple la longueur des voies de bus mises en œuvre) et des indicateurs de processus, qui décrivent comment réagit le système de transport (par exemple le nombre d’usagers des bus). Alors que ceux-ci peuvent être utiles pour comprendre ce qui est arrive, ils sont moins utiles pour évaluer le rendement car ils ne révèlent rien au sujet de l’impact sur les objectifs clés. Pour être efficaces, les indicateurs de résultats doivent être exhaustifs, en ce qu’ils couvrent l’ensemble des objectifs, transmettent suffisamment d’informations aux décideurs et sont sensibles aux changements survenant dans les stratégies testées.

Que la méthode appliquée soit "guidée par un objectif réel" ou "orientée vers le problème", dans les deux cas les premières questions à poser pour déterminer ensuite les objectifs et les cibles de la stratégie devraient être :

- Que voulez-vous que le système modifie ?
- Où ? et Quand (heure de la journée/semaine/mois/année) ?
- Pour quels groupes cibles spécifiques ?
- Et définis en quels termes/indicateurs de :
  - Fiabilité ?
  - Temps de déplacement moyen à ne pas dégrader ?
  - Capacité "totale" mesurée en nombre de véhicules ?
  - Nombres de déplacements de passagers à modifier ?

Concilier les opinions divergentes en matière de politique des transports – le "Comité Luteijn"

L'un des exemples réussis de rassemblement des protagonistes autour d'objectifs commun en matière de politique des transports est donné par la région de Haaglanden (la zone métropolitaine autour de La Haye) aux Pays-Bas A l'automne 2002, une alliance entre les protagonistes publics et privés, rassemblés dans ledit "Comité Lutijn" (surnommé ainsi du nom de son président), s'est engagée à établir une stratégie de fiabilisation de l'accessibilité à toutes les concentrations d'activités économiques dans cette zone. Dans ce but, les participants se sont engagés à mettre en place une définition commune des problèmes au moyen d'un processus durant lequel ont été menées en parallèle deux analyses de problèmes, l'une sous la supervision de protagonistes publics, l'autre sous la supervision de protagonistes privés. Il en est résulté des conclusions convergentes sur les problèmes et leur urgence, un ensemble partagé d'objectifs et en outre un programme largement soutenu de mesures qui, depuis 2003, a été géré par l'équipe opérationnelle baptisée « SWINGH ».

Discuter des indicateurs en début de processus va également permettre d'affiner la définition des objectifs et ouvre donc la voie à un accord sur lesdits objectifs.

11. 5 En ce qui concerne le domaine d'application

La définition du domaine d'application d'une stratégie visant à réduire la congestion doit prendre en compte les aspects suivants :

- La zone d'étude : parties du (des) réseau(x) à prendre en considération, juridictions à inclure et l'échelle géographique.
- La gamme des politiques et des mesures facultatives à disposition.
- Savoir si le sujet principal doit simplement porter sur "le déplacement" ou également sur le fret.

- L'horizon temps et savoir si la stratégie doit surtout générer des résultats à court terme ou également proposer une perspective plus structurelle pour le réseau à plus long terme.

- Savoir si le sujet principal porte sur "l'amélioration des accès aux emplacement" (c'est-à-dire des sites ou des zones spécifiques) ou sur "l'amélioration du niveau de service sur des parties spécifiques du réseau".

11.5.1 Zone d'étude

Dans les zones métropolitaines, la congestion est rarement un problème "à liaison simple". Le considérer comme cela peut sembler logique si l'on considère tout d'abord le problème comme une question de maintien du niveau de service au niveau local. Toutefois, surtout dans les zones métropolitaines où les réseaux sont interconnectés, l'interdépendance entre réseaux est importante. Même si le problème semble se concentrer sur un emplacement (par exemple un pont trop étroit), les impacts affectent d'autres parties du réseau et très souvent d'autres réseaux interconnectés. Et les véritables causes des problèmes peuvent aussi se trouver n'importe où. Il est important de choisir le domaine d'application de la stratégie appropriée aux causes des problèmes à résoudre, comme à toutes les parties des réseaux susceptibles d'être affectées par les solutions possibles.

Même si cela semble évident, des limites juridictionnelles peuvent agir comme une barrière psychologique ou même institutionnelle. Trop souvent, les opérateurs de réseaux ont tendance à chercher des solutions aux problèmes de congestion seulement à l'intérieur des limites de leur juridiction, surtout "pour ne pas trop compliquer les choses". Élargir le domaine d'application à d'autres réseaux signifie aussi impliquer d'autres opérateurs de réseaux et leurs parties prenantes (par exemple les gestionnaires de réseaux locaux et les élus).

"Adopter le point de vue de l'usager" s'est avéré fournir un argument de poids aux définitions du domaine transfrontalier. Les usagers de nos systèmes de transport se déplacent *de porte à porte* ; ils jugeront le rendement du système de transport – et les personnes qui en sont responsables – par la façon dont le système s'adaptera au comportement de déplacement qu'ils souhaitent. Ils ne veulent certainement pas être ennuyés par des problèmes de compétence d'un quelconque opérateur.

Appliquer la philosophie du "porte à porte" implique ce que l'on peut appeler un "changement de paradigme" car cela nécessite une méthode intégrée, orientée vers le client et également orientée vers le service afin de s'adapter au déplacement, que ce soit en voiture, en transport en commun ou par d'autres modes de transport et/ou par une combinaison de ceux-ci. Elle rend évidente mais également gratifiante la collaboration et la coordination entre les opérateurs et les autres protagonistes et permet très souvent d'écarter des obstacles pour le voyageur par une meilleure collaboration entre agences et opérateurs. Ces "solutions gagnant-gagnant" sont d'un accès facile, ce qui constitue un motif supplémentaire pour s'engager dans une collaboration plus étroite.

L'analyse des problèmes dans le cadre du "processus Luteijn" dans la région de Haaglandern, mentionnée dans la section 6.4, a révélé plusieurs problèmes plutôt faciles à résoudre avec des effets gagnant-gagnant. Par exemple, une meilleure coordination de la gestion du trafic entre les opérateurs de réseaux dans des axes routiers spécifiques mais aussi une harmonisation des stratégies de dégivrage des routes entre agences. étaient les problèmes à résoudre en priorité dans le lot de mesures développé.

11.5.2. Élargissement du domaine d'application des réponses "traditionnelles" apportées à la régulation de la congestion

Les méthodes de gestion de la demande et autres mesures cherchant à gérer l'accès aux routes ou au stationnement n'ont pas fait partie "traditionnellement" de l'ensemble de mesures déployées pour traiter la congestion et pourtant leur nécessité est maintenant comprise par de nombreux operateurs de réseaux routiers et de nombreuses autorités locales. Il est important de préciser au début du processus décisionnel pourquoi les mesures de gestion de la demande font partie du lot de réponses afin d'empêcher que des controverses ne surviennent par la suite. De telles controverses pourraient notamment survenir lors de l'étude d'options comme la tarification des places de stationnement ou de l'usage de la route, ou la limitation de l'accès à certaines zones ou rues.

L'identification des groupes cibles qui seront impactés par les mesures de gestion de la demande ainsi que l'évaluation de la contribution de ces groupes cibles au problème subjectif de la congestion devraient également faire partie de la phase de définition du problème.

Inclure la gestion de la demande dans les stratégies de réponse à la congestion entraînera souvent l'implication de d'avantage de protagonistes dans le processus décisionnel. Par exemple, la régulation ou la tarification des places de stationnement publiques peuvent être des mesures puissantes de réponse à la congestion parce qu'elles influenceront la demande de déplacement et par conséquent le nombre de voitures sur la route. Mais ces politiques peuvent ne pas être très efficaces si elles ne tiennent pas compte des installations de stationnement privées exploitées de manière commerciale dans la zone.

En ce qui concerne la gestion de la demande en zone urbaine, le transport de marchandises et la distribution de marchandises méritent une attention spéciale. En effet, gérer la demande de déplacement passagers signifie la plupart du temps influencer le comportement de déplacement individuel, dans le cas des transports de marchandises cela signifie influencer les processus de logistique et de production. Par conséquent, inclure les "marchandises" dans une stratégie de réponse à la congestion signifie aussi faire intervenir un nouvel ensemble de protagonistes et d'intérêts commerciaux.

11.5.3 Horizon temps : court terme contre long terme ?

La stratégie doit-elle surtout générer des résultats à court terme ou devrait-elle aussi offrir au réseau une perspective plus structurelle à plus long terme? La réponse à cette question est importante car elle déterminera la gamme d'options à prendre en considération. Les options qui demandent de plus longues périodes de réalisation (par exemple la révision d'un plan de territoire) peuvent rester en dehors du domaine d'investigation si la priorité est donnée aux résultats à court terme. Ce choix dépend partiellement de la façon dont la stratégie doit être incorporée dans le cadre de planification.

Cependant, à chaque niveau de ce cadre, il sera possible de déterminer des objectifs à court-terme. Et si le développement de la stratégie nécessite un effort participatif, obtenir ces résultats à court terme – notamment s'ils ont des effets positifs pour les usagers ou le grand public – permettra d'obtenir un soutien et d'encourager cette collaboration, parce que cela montrera aux parties prenantes et au grand public que les premiers efforts ont produit de premiers résultats positifs.

11.6 Comment les conditions institutionnelles d'encadrement influenceront-elles stratégies et solutions ?

Il est important d'être conscient du degré de dépendance entre le résultat de la stratégie de réponse à la congestion et les conditions institutionnelles d'encadrement, susceptibles d'influencer le résultat du processus décisionnel ou de l'efficacité des solutions. La répartition des responsabilités et des pouvoirs discrétionnaires concernant la gestion du réseau est un facteur important qui peut ou non servir de support à la création de conditions favorables à la mise en œuvre d'une stratégie de régulation de la congestion. La principale responsabilité de la gestion du réseau routier peut incomber à plusieurs acteurs à travers le territoire urbain. Dans la plupart des zones métropolitaines, les mécanismes de coordination entre ces agences ont déjà été mis en place. Examiner attentivement le degré de coordination révèlera toutefois très souvent des manques importants qui exigent une optimisation supplémentaire. Par exemple, de nombreuses mesures destinées à améliorer l'utilisation de la route dépendent du respect des règles par les usagers de la route, des limitations de vitesses, de la réglementation du stationnement etc. Par conséquent, leur succès dépend aussi de l'application, c'est-à-dire de la coopération de services et agences comme la police et le ministère de la justice. Mais ceux-ci ne verront pas le domaine de la gestion de la congestion comme étant l'une de leurs principales responsabilités. La coordination entre ces acteurs doit se faire à un niveau suffisamment élevé afin de surmonter ces obstacles.

11.6.1 Distorsion introduite par les institutions

De nombreuses stratégies de réponse à la congestion sont influencées par des erreurs inhérentes à l'organisation qui ont une incidence non négligeable sur leur résultat.

Les conditions de financement par exemple peuvent provoquer un "biais" vers certaines solutions, en particulier si les sources budgétaires d'investissement dans l'infrastructure ne sont pas les mêmes que les sources budgétaires des mesures d'optimisation de l'usage, de la gestion du trafic, de l'entretien ou des opérations. Il est peut être plus facile de garantir le financement d'une option plutôt que d'une autre, bien que cette dernière puisse donner un meilleur résultat.

Une erreur similaire peut être provoquée par la méthode spécifique de l'analyse coûts-avantages mise en œuvre pendant le processus décisionnel. Ceci dépend des éléments qui doivent être pris en compte et du poids attribué à chacun de ces éléments mais aussi du degré auquel les facteurs et les impacts plus difficiles à quantifier sont pris en compte (voir encadré).

Erreur inhérente à l'évaluation des transports :
Exemples d'une étude de petits projets par rapport aux grands projets au Royaume Uni

Une étude de l'évaluation des petits projets par rapport aux grands projets au RU a découvert qu'il existait quelques erreurs induites dans des techniques courantes d'évaluation qui défavorisent certaines mesures parmi les plus efficaces. Cette étude soulignait que de nombreux projets plus petits, dont la rentabilité et l'impact cumulés auraient été meilleurs que leurs plus grandes contreparties, ont disparu à cause de ces erreurs induites. Plusieurs formes spécifiques d'erreur ont été décrites dans l'étude, dont deux sont examinées ici.

Proportionnalité de l'effort d'évaluation :

Au cœur de l'évaluation des transports il existe un jeu de calculs valorisant en termes financiers les économies de temps de déplacement, d'accidents et les coûts de fonctionnement résultant de

l'application d'un programme et comparant ceux-ci à son coût de mise en œuvre. Le coût de réalisation de cette évaluation complète n'est pas proportionnel à la taille d'une initiative de sorte que, souvent, cette appréciation essentielle n'est pas faite pour de plus petits programmes. Au lieu de cela, une évaluation préliminaire plus succincte est effectuée, avec deux difficultés principales :

- Le travail paraît moins impressionnant.
- Les raccourcis utilisés peuvent en réalité défavoriser ce programme.

La solution est d'assurer qu'une méthode d'évaluation est utilisée dont le coût monétaire et en ressources est une proportion suffisamment petite du coût de mise en œuvre du programme et qui ne défavorise pas en elle-même le programme.

Le problème de la prédominance de la "vitesse"

Dans la partie officielle de la plupart des analyses coûts-avantages, notamment des schémas routiers, une grande partie, voir une très large majorité des avantages estimés correspond à la valeur économique des très grandes quantités de temps que le schéma doit faire gagner aux usagers de la route.' Cependant, dans les grands programmes, beaucoup de ces économies de temps ont été fortement exagérées, à l'origine à cause d'oublis et fréquemment aussi du fait de la sous-estimation du trafic supplémentaire induit par le programme, ce qui diminue les avantages espérés. Face à un grand projet promettant de grands avantages – même irréalistes – en terme de la vitesse et un petit programme qui ne fait pas ce type de promesses, on aura une tendance à choisir la promesse.

- Même dans les plus grands projets, la promesse de millions d'heures économisées peut en général faire économiser non pas "des millions d'heures" mais des "milliards de secondes" (voir chapitre 4, discussion sur les petites augmentations d'économies de temps par rapport aux grandes augmentations d'économies de temps). En principe, des méthodes d'évaluation traditionnelles devraient favoriser ces petits programmes locaux qui font gagner une grande quantité de temps à un plus petit nombre de personne mais paradoxalement le contraire semble souvent se produire : une voie de bus sera décrite comme faisant gagner une minute ou deux à quelques centaines de personnes respectivement et cela semble peu alors qu'un programme routier ne sera pas décrit comme faisant gagner une seconde ou deux à quelques milliers de personnes respectivement et la comparaison n'est donc pas faite.

- Les économies de temps promises ou prévues sont valorisées par l'application d'une "valeur de temps" qui, on l'espère, va augmenter proportionnellement au revenu à l'avenir. Ceci a tendance à compenser le principe selon lequel des promesses éloignées dans le futur devraient être actualisées (en appliquant un taux d'actualisation) ce qui actualiserait sinon encore plus rapidement les bénéfices à long terme. Cela tend à réduire l'avantage relatif souvent offert autrement par de petits programmes, capables de générer des bénéfices plus rapidement.

- Un problème peut-être encore plus important est que plusieurs petits programmes n'ont pas pour objectif de réaliser des économies de temps. En réalité ils peuvent même générer l'effet inverse – non pas en tant qu'effet secondaire accidentel involontaire mais parce qu'ils doivent améliorer la sécurité ou la perception de la sécurité, ou la qualité de vie dans une zone résidentielle où le trafic est moins envahissant, et agir ainsi implique de réduire délibérément la vitesse des véhicules. Le

problème ici est que les pertes de temps de déplacement sont ensuite inclues dans une évaluation comme un calcul "scientifique" mesuré, bien compris qui entre dans le résultat avantages-coûts, alors que les objectifs de la totalité de l'exercice peut se perdre dans les parties qualitatives "non scientifiques" et non mesurées de l'évaluation. La fiabilité, par exemple, n'est presque jamais valorisée financièrement, même si la plupart des personnes pensent qu'elle le mérite plus que la vitesse.

Les solutions suivantes peuvent prévenir cette forme d'erreurs :

- Chaque fois que les économies totales de temps sont transmises, pour n'importe quel type de programme, elles devraient toujours être accompagnées d'un tableau ou d'un diagramme montrant comment le temps de déplacement de porte à porte des utilisateurs est modifié (en plus ou en moins) de moins de 1 seconde, 1-5, 5-10 etc.

- Les évaluations d'économies de temps pour les usagers de la route en général devraient toujours inclure une quote-part pour des évolutions destinées aux piétons et aux cyclistes. les calculs provenant d'un modèle les excluant sont susceptibles d'être subjectifs.

- Lorsque l'objectif réel d'un programme est de ralentir le trafic, ce ralentissement ne devrait pas être exprimé comme une "perte" de temps devant être compensée par les bénéfices mais comme un bénéfice. On peut ajouter que ce dernier biais n'est pas seulement un problème pour les petits programmes. L'évaluation des grands programmes devrait aussi avoir une approche plus nuancée de la vitesse et des économies de temps de déplacement.

Source : Adapté de : Goodwin, P., "Valuing the Small : Counting the Benefits.

11.6.2 Aborder le contexte fiscal

Les possibilités et les limitations d'utilisation de la taxation diffèrent selon les pays. La taxation de la congestion peut sembler en être l'exemple le plus évident, mais n'est pas nécessairement l'option la plus appropriée. Les taxes liées au lieu de travail (l'imposition du lieu de travail, le versement transport), un système plus sophistiqué pour les taxes de stationnement ou pour les taxes d'occupation des sols peuvent aussi être des instruments utiles.

En France, la possibilité d'imposer un "versement de transport", une taxe imposée dans les villes en fonction du nombre de salariés, s'est avéré être un important facteur de succès pour le financement des systèmes de transports urbains innovants qui sont apparus dans les villes françaises ces dernières années.

Aux Pays-Bas, les taxes visant le stationnement sur rue n'étaient pas considérées comme un outil puissant pour les villes de taille moyenne, jusqu'à ce que les contraventions pour dépassement de temps de stationnement aient été intégrées dans le système d'imposition comme une taxe municipale et de ce fait comme une source importante de financement pour le contrôle de la politique de stationnement.

11.6.3 Mise en application

Étant donné que de nombreuses mesures destinées à améliorer l'utilisation de la route dépendent du respect des règles par les usagers de la route, leur succès dépend aussi de *l'application*, c'est-à-dire de la

coopération de services et agences comme la police et le ministère de la justice. Les possibilités de mise en application seront influencées par des facteurs culturels nationaux et les attitudes des gens par rapport "au respect de la loi".

11.6.4 Implication du secteur privé

Il est important d'impliquer le secteur privé dans la solution. Les conditions institutionnelles favorables à l'établissement de partenariats publics-privés (PPP) aideront à y parvenir. Cela permet aussi de générer des fonds supplémentaires pour des solutions optimales. Dans de nombreux cas, les autorités territoriales ont déjà établi un bilan des PPP, notamment à des fins de développement foncier. Cependant, le bilan des PPP liés au transport peut être limité au développement de garages de stationnement ou de routes interurbaines à péage. Seuls quelques pays, comme le Japon et le Royaume Uni, ont mis en place une tradition de PPP pour les systèmes de transport urbain et un cadre adapté de soutien institutionnel.

11.7 Priorités

Une partie du processus de régulation de la congestion consiste à déterminer quelles sont les priorités d'action des différents acteurs, à quels horizons temps et quelle combinaison de mesures utiliser. Les priorités varieront selon les acteurs et les mesures envisagées. Les acteurs individuels vont généralement s'attacher à déterminer quel ensemble de mesures est susceptible d'apporter les bénéfices les plus importants et éviter les plus fortes nuisances pour chacun d'entre eux. Se concentrer sur les bénéfices en termes de fiabilité offre l'opportunité d'accéder à de telles demandes pour un large éventail d'usagers.

Le coût des mesures choisies est d'importance cruciale -- quel est l'ensemble de mesures le moins onéreux et cependant le plus efficaces à déployer pour mieux gérer la congestion ? Comme évoqué au chapitre 5, les protagonistes doivent être honnêtes, et partager dans l'idéal une idée commune de ce qu'ils entendent par "coût" et ce qu'ils entendent par "avantage". Par exemple, des vitesses de déplacement accrues peuvent être considérées comme un avantage pour certains (usagers de la route) et un inconvénient pour d'autres (par exemple les résidents du bord de la route ou les services métropolitains de l'urbanisme concernés par l'étalement urbain).

De nombreuses autorités locales en sont venues à la conclusion qu'il pouvait être meilleur de se concentrer sur l'optimisation de l'usage du réseau existant a priori plus rentable que de construire une nouvelle capacité sachant qu'une pression sera exercée pour le faire dans tous les cas sur toute nouvelle infrastructure. Cependant, s'accorder sur ce que signifie exactement "optimisé" est le point central d'une mise en œuvre réussie des stratégies de réponse à la congestion. Dans certains cas, comme pour l'optimisation du débit par exemple, "l'optimisation" peut aller à l'encontre des objectifs de régulation de la congestion.

Résumé du chapitre

- S'attaquer à la congestion requiert une méthode intégrée à plusieurs niveaux et par conséquent un cadre de planification et de prise de décision à plusieurs niveaux.
- Former un ensemble cohérent de mesures requiert une réelle adéquation entre le cadre institutionnel - y compris les pouvoirs et les responsabilités des différents services - et lla dimension des problèmes de congestion actuels et à venir. La congestion ne respecte pas les frontières administratives. Le problème s'étend à travers les frontières géographiques. Il dépasse les institutions. Il déborde

des routes à grande capacité sur les réseaux locaux. “Eradiquer” la congestion d’une partie du système de transport peut simplement transférer le problème sur une autre partie du réseau routier. Cependant, quels que soient les objectifs supérieurs de la politique des transports, il est rarement logique de ne tenir compte que de la partie régulation de la congestion du fait des interdépendances entre celle-ci et les autres volets de la politique des transports.

- Un premier aspect du développement d’une stratégie est de mesurer l’ampleur du problème et d’assurer la réponse institutionnelle appropriée. Lorsqu’il existe des forums spécialisés dans le développement durable en milieu urbain, ceux-ci peuvent déjà offrir des bases solides pour faire avancer le développement des stratégies.

- Un point important dans la mise en place d’un processus de décision adéquat est de faire correspondre le périmètre juridictionnel de l’autorité compétente avec le périmètre géographique du problème à traiter.

- Il faut, dans cette démarche, tenir compte à la fois des zones “sources” de la congestion et du lieu où se manifestent les problèmes de congestion. Par exemple, si plus de 25% du trafic vient de la région plus vaste au-delà de la région urbaine, ceci peut plaider en faveur d’un engagement régional.

- L’importance et la répartition des ressources financières disponibles pour la gestion de la congestion peuvent souvent dévier les bénéfices. Par exemple, si l’obtention de capitaux d’investissement est plus facile que le financement de dépenses de fonctionnement, les constructions nouvelles seront favorisées en regard de solutions de gestion des réseaux. Lors des premières étapes de la définition d’une stratégie de traitement à la congestion, il ne faut pas surtout pas rejeter les mesures qui ne relèveraient pas de modes de financements connus.

- Une large participation aux consultations peut permettre d’assurer que l’ensemble des points de vue et intérêts a été pris en compte. Ceci peut permettre une meilleure compréhension des problèmes de transports, aider à faire éclore des solutions innovantes et sera un facteur clé vers une acceptation par le public des mesures finalement mises en place. La participation peut permettre d’économiser du temps et de l’argent dans la suite du processus notamment lors de la phase de mise en œuvre du fait que les objections potentielles auront été traitées en prenant en compte les inquiétudes des différentes parties prenantes en amont.

- Les ambitions sont toujours susceptibles de dépasser les ressources disponibles. Par conséquent il est essentiel que les autorités cherchent à hiérarchiser leurs interventions. Des stratégies de régulation de la congestion efficaces et durables doivent énoncer clairement les critères utilisés dans ce processus de hiérarchisation et, autant que possible, garantir une acceptation partagée de ces critères.

- Le coût de l’évaluation des méthodes utilisées dans les projets de gestion de la congestion, tant en termes de financements que de ressources est suffisamment faible au regard de l’ensemble de la mise en œuvre des mesures retenues pour ne pas créer de biais à l’encontre de celles-ci.

- Entre un grand projet qui prévoit une augmentation importante des vitesses et une mesure plus modeste, le premier est trop souvent préféré. En principe, les méthodes en usage pour l’évaluation ne devraient pas créer de biais défavorable aux petits projets locaux qui offrent un gain de temps très appréciable à un nombre d’usager plus réduit.

- Certains schémas de gestion du trafic ne devraient pas viser une amélioration des temps de transports mais au contraire la fuir au profit d'une amélioration de la sécurité et de la qualité de vie des riverains. Elles peuvent également rechercher une plus grande fiabilité des temps de transports sans impacter pour autant leur durée. Le processus de décision doit éviter toute prévention a priori contre des mesures de ce type.

NOTES

1. Ce chapitre s'appuie sur des travaux accomplis dans l'initiative européenne PROSPECTS (www.ivv.tuwien.ac.at/?id=2550), en particulier sur les conclusions qui ont été diffusées dans le Decision Maker's Guidebook (Mai, A. et al (2005) et sur la base de connaissances KonSULT (knowledgebase on Sustainable Urban Land use and Transport - www.elseviersocialsciences.com/transport/Konsult) sur l'utilisation durable des espaces urbains et les transports. PROSPECTS a été menée dans le cadre du programme Villes de demain et patrimoine culturel de la Commission européenne. En particulier, le Guide fournit des conseils sur les éléments qui sont importants à prendre en compte lors de la réflexion sur la conception de processus de décision. Bien qu'orienté vers le niveau supérieur de planification de l'utilisation des espaces urbains et des stratégies de transport, il est également utile pour toute personne qui est impliqués au niveau opérationnel.

2. VCEC (2006).

3. May, A. *et al* (2005).

4. Voir également : Mise en oeuvre de politiques durables de déplacement urbain. Messages clés destinés aux gouvernements, ECMT, (2002).

RÉFÉRENCES

ACEA (2004), *Basic Survey on Congestion in Europe*, European Automobile Manufacturers Association, Brussels.

Ahrens, A. (2000), "Market Segmentation as a Result from TU Dresden's Continuous Travel Data Collection (SrV) and Related EVA Travel Demand Modelling", working paper for the THINK-UP workshop: *Segmentation of Passenger Markets – Users*,(14 December, 2000, Dresden, Germany).

AHUA (2004), *Unclogging America's Arteries: Effective Relief for Highway Bottlenecks 1999-2004"*, America Highway Users Alliance, Washington, D.C.

AirPARIF (2001), *Etude et évaluation des emissions de polluants atmosphériques liées au traffic routier en Ile-de-France*, Study undertaken by AirPARIF the Ile de France Region DRIRE, Paris, France.

Albert, G. and Mahalel, D. (2006), "Congestion Tolls and Parking Fees: A Comparison of the Potential Effect on Travel Behavior", *Transport Policy*, Vol. 13, Issue 6, pp. 496-502.

Armelius, H. and Hultkrantz, L. (2006), "The Politico-Economic Link between Public Transport and Road Pricing: An Ex-Ante Study of the Stockholm Road-Pricing Trial", *Transport Policy*, Vol. 13, Issue 2, pp. 162-172.

Arnott, R. (2001), "The Economic Theory of Traffic Congestion: A Microscopic Research Agenda", presented to the Workshop on Environmental Economics of the CESifo Venice Summer Institute (Venice, July 18-19, 2001).

Arnott, R. and Inci, E. (2005), "An Integrated Model of Downtown Parking and Traffic Congestion", N*BER Working Paper Series*, National Bureau of Economic Research, Working Paper 11118, Cambridge, MA.

Arnott,R.(1994), "Alleviating Traffic Congestion: Alternatives to Road Pricing", *Working Paper No.282*, Department of Economics, Boston College, Boston.

ATC (2004), *National Guidelines for Transport System Management in Australia*, Australian Transport Council, Canberra, Australia.

Atkins, S. and Cairns, S. (2002), *Reallocating Roadspace: An Update of Case Study Evidence and Related Research*, ESRC TSU Working Paper, Transport Studies, University College London, London, United Kingdom.

Banks, J. (2006), "Effect of Time Gaps and Lane Flow Distributions on Freeway Bottleneck Capacity", Paper Submitted to the 85th Annual Meeting of the Transportation Research Board, *TRB 2006 Annual Meeting CD-ROM*, Washington, D.C.

Bassan, S. *et al* (2006), "Time Dependent Analysis of Density Thresholds on Congested Freeways", Paper Submitted to the 85th Annual Meeting of the Transportation Research Board, *TRB 2006 Annual Meeting CD-ROM*, Washington, D.C.

Bates, J. and Whelan, G. (2001), *Size and Sign of Travel Time Savings*, Working Paper 561, Institute for Transport Studies, University of Leeds, Leeds, United Kingdom.

Bates, J. *et al* (2001), "The Valuation of Reliability for Personal Travel", *Transportation Research Methodological*, Vol. 37e, No. 2-3, pp 191-230.

Bauhardt, C. (2005),"Verkehrsplanung in Paris – Technische, organisatorische und politische Neuordnung des öffentlichen Stadtraums", *Internationales Verkehrswesen* Vol. 57, No. 6, pp. 259-262.

Beckmann, K. and Wehmeier, T. (2004), *Evaluation verkehrspolitischer Maßnahmen und Konzepte*, Schlussbericht zum BMVBW-Forschungsprojekt Nr. 70.0693/2002/.

Bertini, R. (2005a), "You are the Traffic Jam: An Examination of Congestion Measures", Submitted to the 85th Annual Meeting of the Transportation Research Board, *TRB 2006 Annual Meeting CD-ROM*, Washington, D.C.

Bertini, R. (2005b), "Congestion and Its Extent", in D. Levinson and K. Krizek (eds.), '*Access to Destinations: Rethinking the Transportation Future of our Region'*, Elsevier, Amsterdam, The Netherlands.

Bertini, R. and Cassidy, M. (2002), "Some Observed Queue Discharge Features at a Freeway Bottleneck Downstream of a Merge", *Transportation Research Policy and Practice*, Vol. 36a, Issue 8, pp. 683-697.

Bertini, R., Hansen, S. and Bogenberger, K. (2005), "Empirical Analysis of Traffic Sensor Data Surrounding a Bottleneck on a German Autobahn." *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, No. 1934, Transportation Research Board, Washington, D.C., pp. 97-107.

Bertini, R.L., Boice, S. and Bogenberger, K.(2006), "Dynamics of Variable Speed Limit System Surrounding a Bottleneck on a German Autobahn." *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, No. 1978, Transportation Research Board, Washington, D.C., pp. 149-159.

Blythe, P. (2005), "*Congestion Charging: Technical Options for the Delivery of Future UK Policy"*, Transportation Research Policy and Practice, Vol. 39a, Issues 7-9, pp. 571-587.

Boarnet, M. and Chalermpong, T. (2002), *New Highways, Induced Travel and Urban Growth Patterns: A "Before-and-After" Test*, Working Paper UCI-ITS-WP-02-8, Institute of Transportation Studies, University of California-Irvine, Irvine, California.

Boately, P.; Evans, G. and Werner, R. (2005), "Commuting Stress: Psychophysiological Effects of a Trip and Spillover into the Workplace", *Transportation Research Record*, Journal of the Transportation Research Board N. 1924, TRB, Washington, pp. 112-117.

Bonsall P., and Kelly, C., (2005), "Road User Charging and Social Exclusion: The Impact of Congestion Charges on at-risk Groups", *Transport Policy*, Vol. 12, N. 5, Oxford, pp. 406-418.

Bonsall, P. *et al* (2005), "The Differing Perspectives of Road Users and Service Providers", *Transport Policy*, Vol. 12, Issue 4, pp. 334-344.

Bovy, P. (2001), "Traffic Flooding the Low Countries: How the Dutch Cope with Motorway Congestion", *Transport Reviews*, Vol.21, No. 1, pp. 89-116.

Bovy, P. and Hoogendoorn, S. (2000), "Ill-Predictability of Road Traffic Congestion", in Bell, M. and Cassir, C. (eds.), *Reliability of Transport Networks*, Research Studies Press, Baldock, United Kingdom, pp. 43-53.

Bremmer, D *et al* (2004), "Measuring Congestion: Learning from Operational Data", *Transportation Research Record*, Transportation Research Board, N. 1895, pp.188-196.

Brilon, W. (2000), "Traffic Flow Analysis Beyond Traditional Methods", *Proceedings of the Fourth International Symposium on Highway Capacity (June 27–July 1, 2000, Maui, Hawaii)*, Transportation Research Board, Washington D.C., pp. 26-41.

Brilon, W., Geistefeldt, J., Regler, M.(2005), "Reliability of Freeway Traffic Flow: A Stochastic Concept of Capacity", *Proceedings of the 16th International Symposium on Transportation and Traffic Theory (College Park, Maryland, July 2005)*, pp. 125 – 144.

Browne, M. *et al* (2001), *Home Deliveries in the United Kingdom*, report for the Freight Transport Association, Transport Studies Group, University of Westminster, London, United Kingdom.

Brownstone, D. and Small, K. (2005), "Valuing Time and Reliability: Assessing The Evidence from Road Pricing Demonstrations", *Transportation Research Policy and Practice*, Vol. 39a, Issue 4, pp. 279-293.

Brownstone, D. *et al*, (2003), "Drivers' Willingness-to-Pay to Reduce Travel Time: Evidence From the San Diego I-15 Congestion Pricing Project", *Transportation Research Policy and Practice*, Vol. 37a, Issue 4, pp. 373-387.

Bunn, M. and Savage, G. (2003), *Integrated Traffic Management and Emergency Response: Success Factors*, University Transportation Center for Alabama (UTCA), UTCA Report no. 01101, Huntsville (AL).

Busch, F. et al. (2004), "ITS applications in Road Traffic – State of the Art and Prospects", *Straßenverkehrstechnik*, 06/2004.

Button, K. (2004), "The Rationale for Road pricing: Standard Theory and Latest Advances", in Santos, G. (ed.), *Research in Transportation Economics Volume 9: Road Pricing Theory and Evidence*, Elsevier, Amsterdam, pp. 3-25.

Button, K. (2004), *Road Pricing: Final Report*, Intelligent Transportation Center, School of Public Policy, George Mason University, Fairfax (VA).

Cairns, S. and Goodwin, P. (2002), *Traffic Impact of Highway Capacity Reductions: What Transport Professionals Think*, ESRC TSU Working Paper, Transport Studies, University College London, London, United Kingdom.

Cairns, S., *et al* (1998), *Traffic Impact of Highway Capacity Reductions; Assessment of the Evidence*, Landor Publishing, London, United Kingdom.

Calamante, M. and Di Serio, S. (2005), "Rome Access Control: 5 Years' Experience", presentation to the Information Management Policy Assessments for City Transport Systems (IMPACTS) Conference (17-18 March, 2005, Amsterdam).

CALTRANS (1999), *California Life-Cycle Benefit/Cost Analysis Model*, Booz Allen and Hamilton, Inc.

Cao, X. and Mokhtarian, P. (2005), "How do Individuals adapt their Personal Travel? A Conceptual Exploration of the Consideration of Travel-Related Strategies", Transport Policy, Vol. 12, Issue 4, pp. 199-206.

Carlson, K. *et al* (2006), "Waiting Tolerance: Ramp Delay vs. Freeway Congestion", *Transportation Research Traffic Psychology and Behaviour*, Vol. 9f, Issue 1 , pp. 1-13.

Cassidy, M., Anani, S. and Haigwood, J. (2002), "Study of Freeway Traffic Near an Off-Ramp", *Transportation Research Policy and Practice*, Vol. 36a, Issue 6, pp. 563-572.

CCIT (2006), *Corridor Management Plan Demonstration: Final Report*, CCIT Task Order 3, California Center for Innovative Transportation, University of California at Berkeley, Berkely, California.

CFIT (2005), *World Cities Research: Final Report on World Cities*, UK Commission for Integrated Transport, *http://www.cfit.gov.uk/docs/2005/worldcities/*

CFIT (2006), *World Review of Road Pricing, Phase 1: Lessons for the UK*, UK Commission for Integrated Transport, *http://www.cfit.gov.uk/docs/2006/wrrp/wrrp1/*

Chao, C., Kwon, J. and Varaiya, P. (2005), "An Empirical Assessment of Traffic Operations", in Mahmassani, H. (ed), '*Transportation and Traffic Theory: Flow, Dynamics and Human Interaction (Proceedings of the 16th International Symposium on Transportation and Traffic Theory)*', Elsevier, Amsterdam.

Chen, A., Ji, Z. and Recker, W. (2001), *Travel Time Reliability with Risk-Sensitive Travelers*, Working Paper UCI-ITS-WP-01-09, Institute of Transportation Studies, University of California-Irvine, Irvine, California.

Chen, C. Jia, Z. and Varaiya, P. (2001), "Causes and Cures of Traffic Congestion", *Control Systems Magazine - IEEE*, Vol. 21, No. 6, pp. 26-32.

Chen, C., Skabardonis, A. and Varaiya, P. (2003), "Travel Time Reliability as a Measure of Service", *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, No. 1855, pp. 74-79.

Cherrett T., McDonald M. (2002), «Traffic Composition During the Morning Peak Period: Implications for Urban Traffic Management Systems», *European Journal of Transportation and Infrastructure Research*, Vol. 2, No. 1, pp. 41-55.

Chin, S.M. *et al* (2004), *Temporary Losses of Highway Capacity and Impacts on Performance: Phase 2*, Oak Ridge National Laboratory, ORNL/TM-2002/3, Oakridge (TN).

Choocharukul, K., Sinha, K. and Mannering, F. (2004), "User Perceptions and Engineering Definitions of Highway Level of Service: An Exploratory Statistical Comparison", *Transportation Research Policy and Practice,* Vol. 38a, Issues 9-10, pp. 677-689.

Chung, K., Rudjanakanoknad, J. and Cassidy, M. (2007), "Relation between Traffic Density and Capacity Drop at Three Freeway Bottlenecks", *Transportation Research Methodological,* Vol. 41b, Issue 1, pp. 82-95.

Cirillo, C. and Axhausen, K.W. (2006), "Evidence on the Distribution of Values of Travel Time Savings from a Six-Week Diary", *Transportation Research Policy and Practice,* Vol. 40a, Issue 5, pp. 444-457.

Coifman, B. (2003), "Identifying the Onset of Congestion Rapidly with Existing Traffic Detectors", *Transportation Research Policy and Practice,* Vol. 37a, Issue 3, pp. 277-291.

Coifman, B. *et al* (2006), "A Pilot Study into the Impacts of Lane Change Manoeuvres on Congested Freeway Segment Delays", Paper Submitted to the 85th Annual Meeting of the Transportation Research Board, *TRB 2006 Annual Meeting CD-ROM,* Washington, D.C.

COMPETE (2007), *COMPETE Final Report: Analysis of the Contribution of Transport Policies to the Competitiveness of the EU Economy and Comparison with the United States,* ISI Fraunhofer Institute Systems and Innovation Research, Karlsruhe.

CPRE (2006), *Beyond Transport Infrastructure: Lessons for the Future from Recent Road Projects: Full Report,* Campaign to Protect Rural England (CPRE) and the Countryside Agency, London.

DAEI-SESP (2005), *Les Comptes des Transports en 2004 Tome 2 : Les Dossiers d'Analyse Economique des Poliotioques Publiques des Transports*, Direction des Affaires Economiques et Internationales, Bureau d'Analyse Economique de Synthèse et de Prévision, Ministère des Transports, de l'Equipement, du Tourisme et de la Mer, Paris.

DAEI-SESP (2006), "Le Systeme Sytadin fait Gagner du Temps aux Franciliens", *Notes de Syntheses du SESP,* No. 161, Direction des Affaires Economiques et Internationales, Bureau d'Analyse Economique de Synthèse et de Prévision, Ministère des Transports, de l'Equipement, du Tourisme et de la Mer, Paris.

Daganzo, C.F., Cassidy, M.J. and Bertini, R.L. (1999), "Possible Explanations of Phase Transitions in Highway Traffic." *Transportation Research Policy and Practice,* Vol. 33a, No. 5, Elsevier, pp. 365–379.

De Borger, B. and van Dender, K. (2002), *Transport Tax Reform, Commuting and Endogenous Values of Time,* Working Paper UCI-ITS-WP-02-2, Institute of Transportation Studies, University of California-Irvine, Irvine, California.

De Jong, G *et al* (2006), "Impact of the E-Economy on Traffic and Traffic-Related Indicators in Urban Areas", Paper Submitted to the 85th Annual Meeting of the Transportation Research Board, *TRB 2006 Annual Meeting CD-ROM,* Washington, D.C.

De Jong, G. and Gunn, H. (2001), "Recent Evidence of Car Cost and Time Elasticities of Travel Demand in Europe", *Journal of Transport Economics,* Vol. 35, Part 2, pp. 137-160.

De Palma, A. and Fontan, C. (2000), *Enquête MADDIF : Multimotif Adaptée à la Dynamique des Comportements en Ile de France*. DRAST research report, Paris, France.

De Palma, A. and Lindsey, R. (2006), "Modelling and Evaluation of Road Pricing in Paris", *Transport Policy*, Vol. 13, Issue 2, Modelling of Urban Road Pricing and its Implementation, pp. 115-126.

De Palma, A., Lindsey, R. and Niskanen, E. (2006), "Policy insights from the urban road pricing case studies", *Transport Policy*, Vol. 13, Issue 2, pp. 149-161.

Denant-Boèmont, L. *et al* (2002, *Les Modèles Structurels de Congestion : Une Etude Experimentale*, French Ministry for Infrastructure, Transport and Housing, Paris, France.

DFT (2001), *Perceptions of and Attitudes to Congestion*, United Kingdom Department for Transport, www.dft.gov.uk/pgr/statistics/datatablespublications/att/perceptionsofandattitudestoc5124

DFT (2003), *Value of Travel Time Savings in the UK: Summary Report*, United Kingdom Department for Transport, http://www.dft.gov.uk/pgr/economics/rdg/valueoftraveltimesavingsinth3130

DFT (2004a), *Attitudes to Roads, Congestion and Congestion Charging*, United Kingdom Department for Transport, www.dft.gov.uk/pgr/statistics/datatablespublications/att/attitudestoroadscongestionan5120

DFT (2004b), *Attitudes to Road Pricing*, United Kingdom Department for Transport, www.dft.gov.uk/pgr/statistics/datatablespublications/att/attitudestoroadpricing

DFT (2004c), *Feasibility Study of Road pricing in the UK - Full Report*, United Kingdom Department for Transport, www.dft.gov.uk/pgr/roads/roadpricing/feasibilitystudy/studyreport/feasibilitystudyofroadpricin4002

DFT (2004d), *Transport and City Competitiveness - Literature Review*, United Kingdom Department for Transport, www.dft.gov.uk/pgr/scienceresearch/social/transportandcitycompetitiven1934

DFT (2005a), *Attitudes to Congestion on Motorways and other Roads*, United Kingdom Department for Transport, www.dft.gov.uk/pgr/statistics/datatablespublications/att/attitudestocongestion

DFT (2005b), *Perceptions of Congestion: Report on Qualitative Research Findings*, United Kingdom Department for Transport, www.dft.gov.uk/pgr/roads/tpm/congestion/perceptions/perceptionsofcongestionrepor4026

DFT (2005c), *Tackling Congestion and Pollution: the Government's First Report*, United Kingdom Department for Transport, www.dft.gov.uk/pgr/roads/tpm/congestion/tacklingcongestionandpolluti4028

DFT (2005d), *Analysis of Congested Networks*, United Kingdom Department for Transport, www.dft.gov.uk/pgr/roads/tpm/congestion/analysisofcongestednetworks

DFT (2005e), *Response of Traffic to Increased Road Capacity, A Review of Seven Before-and-After Studies*, United Kingdom Department for Transport, London.

DFT (2006a), *Experiences of Congestion and Attitudes to Road Pricing*, United Kingdom Department for Transport, www.dft.gov.uk/pgr/statistics/datatablespublications/att/experiencesofcongestionandat5122

DFT (2006b), *Journey Time Variability: Modelling and Appraisal of Journey Time Variability*, United Kingdom Department for Transport, www.dft.gov.uk/pgr/economics/rdg/jtv/ir/journeytimevariabilitymodell3093

Dong, J., Mahmassani, H. and Lu, C-C. (2006), "How Reliable is this Route?: Predictive Travel Time and Reliability for Anticipatory Traveler In formation Systems", Paper Submitted to the 85th Annual Meeting of the Transportation Research Board, *TRB 2006 Annual Meeting CD-ROM*, Washington, D.C.

Dowling, R. *et al* (2003), "Methodology for Measuring Recurrent and Non-Recurrent Traffic Congestion", Paper Submitted to the 83rd Annual Meeting of the Transportation Research Board, *TRB 2004 Annual Meeting CD-ROM*, Washington, D.C.

Downs, A. (1992), *Stuck in Traffic: Coping with Peak-Hour Traffic Congestion*, The Brookings Institute (Washington, D.C.) and the Lincoln Institute of Land Policy (Cambridge, MA).

Downs, A. (2004), *Still Stuck in Traffic: Coping with Peak-Hour Traffic Congestion*, Brookings Institute Press, Washington, D.C.

Drewe, P. (2004), *What About Time in Urban Planning and Design in the ICT Age?*, Working Paper – Design Studio 'The Network City', Faculty of Architecture, Delft University of Technology, Delft, The Netherlands.

ECMT (1998), *Infrastructure-Induced Mobility: Report of Round Table 105*, European Conference of Ministers of Transport, Paris.

ECMT (1999), *Traffic Congestion in Europe: Report of Round Table 110*, European Conference of Ministers of Transport, Paris.

ECMT (2002), *Implementing Sustainable Urban Travel Policies: Key Messages for Governments*, European Conference of Ministers of Transport, Paris, France.

ECMT (2004), *National Policies to Promote Cycling*, European Conference of Ministers of Transport, Paris, France.

ECMT (2005), *Time and Transport: Report of Round Table 127*, Joint Transport Research Centre of the OECD/ECMT, European Conference of Ministers of Transport, Paris.

ECMT (2006), *Reducing NOx Emissions on the Road*, European Conference of Ministers of Transport, Paris, France.

ECMT (2006b), *Improving Public Transport Accessibility for All: A Guide to Good Practice*, European Conference of Ministers of Transport, Paris, France.

ECMT (2007), *Transport Infrastructure Charges and Capacity Choice: Report of Round Table 135*, Joint Transport Research Centre of the OECD/ECMT, European Conference of Ministers of Transport, Paris.

ECMT (2007b), *Cutting Transport CO_2 Emissions: What Progress?*, European Conference of Ministers of Transport, Paris, France.

Eliasson, J. (2006), *Cost-Benefit Analysis of the Stockholm Congestion Charging System*, Transek, AB, Stockholm, *www.stockholmsforsoket.se/upload/Sammanfattningar/English/Cost-benefit%20analysis%20of%20the%20Stockholm%20Trial%20v2.pdf*

Eliasson, J. and Mattsson, L-G. (2006), "Equity Effects of Congestion Pricing: Quantitative Methodology and a Case Study for Stockholm", *Transportation Research Policy and Practice*, Vol. 40a, Issue 7, pp. 602-620.

Ensor, M. (2002), "Methodology to Assess the Benefits of Improved Trip Reliability: Final Report", TRANSFUND, Wellington, N.Z.

Ensor, M. (2004), "A Procedure for Evaluating the Trip Reliability Benefits from Individual Roading Projects", *Conference Proceedings of the Second International Symposium on Transport Network Reliability* (20-24 August, 2004, Christchurch, N.Z.), pp. 168-173.

Ensor, M. (2004a), "Searching For Trip Time Reliability Benefits", Technical Note presented to the *Traffic Management Workshop 200*4 Technical Conference, IPENZ Transportation Group, (5-8 September 2004, Wellington, N.Z.).

Evans, A. (1992), "Road Congestion: The Diagrammatic Analysis", The Journal of Political Economy, Vol. 100, No. 1, pp. 211-217.

Evans, A. (1993), "Road Congestion Pricing: When is it a Good Policy?", *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol. 26, No. 3, pp. 213-243.

FHWA (2001), *On-Time Reliability Impacts of Advanced Traveler Information Services (ATIS): Washington, D.C. Case Study Final Report*, United States Federal Highway Administration, Washington, D.C.

FHWA (2003), *A Guide for HOT Lane Development*, United States Federal Highway Administration, Washington, D.C.

FHWA (2004a), *Mitigating Traffic Congestion: The Role of Demand-Side Strategies*, United States Federal Highway Administration, Washington, D.C.

FHWA (2004b), *Monitoring Urban Roadways in 2002: Using Archived Operations Data for Reliability and Mobility Measurement*, United States Federal Highway Administration, Washington, D.C.

FHWA (2004c), "Traffic Congestion and Reliability: Linking Solutions to Problems", United States Federal Highway Administration, Washington, D.C.

FHWA (2005a), *Induced Traffic: Frequently Asked Questions*, United States Federal Highway Administration, Washington D.C., *http://www.fhwa.dor.gov/Planning/itfaq.htm*.

FHWA (2005b), *Traffic Congestion and Reliability Final Report: Trends and Advanced Strategies for Congestion Mitigation*, United States Federal Highway Administration, Washington, D.C.

FHWA (2006a), *Traffic Incident Response Practices in Europe*, United States Federal Highway Administration, Washington, D.C.

FHWA (2006b), *Travel Time Reliability: Making It There On Time, All The Time*, United States Federal Highway Administration, Washington, D.C.

Finlay, H. and O'Mahony, M. (2003), "Impact of Traffic Congestion on Trade and Strategies for Mitigation", Paper Submitted to the 83rd Annual Meeting of the Transportation Research Board, *TRB 2004 Annual Meeting CD-ROM*, Washington, D.C.

Fontana, M. (1999), "Car-Free Areas and Pedestrianisation for Traffic Management: The Experience of Five Italian Towns", Paper presented to the *ECMT/OECD Workshop on Managing Car Use For Sustainable Urban Travel* (1-2 December, 1999, Dublin, Ireland).

Frey, H.C., Rouphail, N. and Zhai, H. (2006), "Speed- and Facility-Specific Emission Estimates for On-Road Light-Duty Vehicles based on Real-World Speed Profiles", Paper Submitted to the 85th Annual Meeting of the Transportation Research Board, *TRB 2006 Annual Meeting CD-ROM*, Washington, D.C.

Frölich, P. (2003), *Induced Traffic: Review of the Explanatory Models*, Paper presented at the 3rd Swiss Transport Research Conference (Ascona, March 203), Institute for Transport Planning and Systems, Zurich.

Fujito, I. *et al* (2006), "Effect of Sensor Spacing on Performance Measure Calculations", *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, No. 1945, Transportation Research Board, Washington, D.C., pp. 1-11.

Ghosh, A. (2001), *Valuing Time and Reliability: Commuters' Mode Choice from a Real Time Congestion Pricing Experiment*, Thesis Dissertation, University of California-Irvine, Irvine.

Gissel, S. (1998), *Issues in the Valuation of Travel Time Changes*, Paper presented to Trafikdage pa Aalborg Universitet (August 24-25, 1998, Aalborg, Denmark).

Glaisser, E. and Kahn, M. (2003), *Sprawl and Urban Growth*, Working Paper 9733, National Bureau of Economic Research, Cambridge, Massachusetts.

Glaisser, E. and Kohlhase, J. (2003), C*ities, Regions and the Decline of Transport Costs*, Discussion Paper 2014, Harvard Institute of Economic Research, Harvard University, Cambridge, Massachusetts.

Glaister, S and Graham, D. (2002), *Review of Income and Price Elasticities of Demand for Road Traffic: Final Report*, Centre for Transport Studies, Imperial College of Science, Technology and Medecine, London, United Kingdom.

Glaister, S and Graham, D. (2005), "An Evaluation of National Road User Charging in England", *Transportation Research Policy and Practice*, Vol. 39a, Issues 7-9, pp. 632-650.

Glaister, S. and Graham, D. (2006), "Proper Pricing for Transport Infrastructure and the Case of Urban Road Congestion", *Urban Studies*, Vol. 43, No. 8, pp. 1395-1418.

Golob, T. and Regan, A. (2001), "Impacts of Highway Congestion on Freight Operations: Perceptions of Trucking Industry Managers", *Transportation Research Policy and Practice*, Vol. 35a, pp. 577-599.

Golob, T. and Regan, A. (2004), *Traffic Conditions and Truck Accidents on Urban Freeways*, Working Paper UCI-ITS-WP-04-3, Institute of Transportation Studies, University of California-Irvine, Irvine, California.

Golob, T., Recker, W. and Alvarez, V. (2004), "Freeway Safety as a Function of Traffic Flow", *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 36, Issue 6, pp. 933-946.

Goodwin P. and Noland R. (2003), "Building New Roads Really Does Create Extra Traffic: A Response to Prakash et al.", *Applied Economics*, Vol. 35, No. 13, pp. 1451-1457.

Goodwin, P. (2004), *The Economic Costs of Road Traffic Congestion*, Discussion Paper published by the Rail Freight Group, ESRC Transport Studies Unit, University College London, London.

Goodwin, P. (2006), "Induced Traffic Again. And Again. And Again", *Local Transport Today*, no.450, 24 August, 2006, London.

Goodwin, P., Dargay, J. and Hanly, M. (2002), *Review of Income and Price Elasticities in the Demand for Road Traffic: Final Report*, ESRC Transport Studies Unit, University of London, ESRC TSU Publication 2002/13, London.

Goodwin, P., Dargay, J. and Hanly, M. (2004), "Elasticities of Road Traffic and Fuel Consumption with Respect to Price and Income: A Review", *Transport Reviews*, Vol. 24, No. 3, pp. 275-292.

Grant, M. and Fung, C. (2006), "Congestion Management Systems: Innovative Practices for Enhancing Transportation Planning", Paper Submitted to the 85th Annual Meeting of the Transportation Research Board, *TRB 2006 Annual Meeting CD-ROM*, Washington, D.C.

Haakana, M. (ed) (2004), *Proceedings of the Second OSCAR (Optimised Expert System for Conducting Environmental Assessment of Urban Road Traffic) End User Workshop*, Finnish Meteorological Institute (September 2004, Tuusula, Finland).

Hajer, M. and Kesselring, S. (1999), "Democracy in the Risk Society? Learning from the New Politics of Mobility in Munich", *Environmental Politics*, No. 3, pp.1-23.

Hamer, R *et al.* (2005), *The Value of Reliability in Transport: Provisional Values for the Netherlands Based on Expert Opinion*, Report TR-240-AVV, AVV – Transport Research Centre of the Dutch Ministry of Transport, Rotterdam, The Netherlands.

Handy, S. (2002), "Smart Growth and the Transportation-Land Use Connection: What Does the Research Tell Us?", Paper presented to New Urbanism and Smart Growth: A Research Symposium (May, 3 2002, University of Maryland, USA).

Hanson, S. and Schwab, M. (1995), "Describing Disaggregate Flows: Individual and Household Activity Patterns", in Hanson, S. (ed.), *The Geography of Urban Transportation*, Guilford Press, New York.

Harrington, W., Krupnick, A. and Alberini, A. (2001), "Overcoming Public Aversion to Congestion Pricing", *Transportation Research Policy and Practice*, Vol. 35a, Issue 2, pp. 87-105.

Hau, T. (1992), "Economic Fundamentals of Road Pricing: A Diagrammatic Analysis", *Policy Research Working Paper Series*, No. 1070, The World Bank, Washington, D.C.

Hensher, D. (2001), "Measurement of the Valuation of Travel Time Savings", *Journal of Transport Economics and Policy*", Vol. 35, Part 1, pp.71-98.

Hensher, D. and Button, K., eds.(2000), *Handbook of Transport Modelling*, Elsevier Science Ltd., Amsterdam.

Hensher, D. and King, J. (2001), "Parking Demand and Responsiveness to Supply, Pricing and Location in the Sydney Central Business District", *Transportation Research Policy and Practice*, Vol. 35a, Issue 3, pp. 177-196.

Hensher, D. and Puckett, S. (2006), "Congestion and Variable User Charging as an Effective Travel Demand Management Instrument", *Transportation Research Policy and Practice*, In Press.

Hensher, D.A, and Puckett, S.M, (2005), "Road User Charging: The Global Relevance of Recent Developments in the United Kingdom", *Transport Policy*, Vol. 12, N. 5, Oxford, pp. 377-383.

Hills, P. (1993), "Road Congestion Pricing: When is it a Good Policy? A Comment", *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol. 26, pp. 91-99.

Holguin-Veras, H. *et al* (2006), "The Impacts of Time of Day Pricing on the Behavior of Freight Carriers in a Congested Urban Area: Implications to Road Pricing", *Transportation Research Policy and Practice*, Vol. 40a, Issue 9, pp. 744-766.

Hollander, Y. (2006), "Direct versus Indirect Models for the Effects of Unreliability", *Transportation Research Policy and Practice*, Vol. 40a, Issue 9, pp. 699-711.

Hong, K. and Szeto, W. (2005), "Road Pricing Modelling for Hyper-Congestion", *Transportation Research Policy and Practice*, Vol. 39a, No.s 7-9, pp.705-722.

Hwang, K-Y. and Lee, S. (2005), "Restore Cheonggye Stream in the Downtown of Seoul: Impacts of a Serious Loss of Road Capacity on Traffic Conditions and Travel Behaviour", Paper Submitted to the 84th Annual Meeting of the Transportation Research Board, *TRB 2005 Annual Meeting CD-ROM*, Washington, D.C.

Hyman, G. and Mayhew, L. (2002), "Optimizing the Benefits of Urban Road User Charging", *Transport Policy*, Vol. 9, Issue 3, pp. 189-207.

ITE (1997), *A Toolbox for Alleviating Traffic Congestion and Enhancing Mobility*, Institute for Transportation Engineers, Washington, D.C.

Jaensirisak, S., Wardman, M. and May, A. (2005), "Acceptibility of Road Pricing Schemes", *Transport Economics and Policy*", Vol. 39, Part 2, pp.127-153.

Kawanura, K., and Mahajan, S. (2005), "Hedonic Analysis of Traffic Volumes on Property Values", *Transportation Research Record*, Journal of the Transportation |Research Board N. 1924, TRB, Washington, pp.69-75.

Kelly, A. and Clinch, P. (2006), "Influence of Varied Parking Tariffs on Parking Occupancy Levels by Trip Purpose", *Transport Policy*, Vol. 13, Issue 6, pp. 487-495.

Kerner, B. (2004), *The Physics of Traffic: Empirical Freeway Pattern Features*, Engineering Applications, and Theory, Springer, Berlin Germany.

Kerner, B. *et al* (2001), "Methods for Tracing and Forecasting Congested Traffic Patterns", *Traffic Engineering and Control*, Vol. 42, No. 8, pp. 282-287.

Kerner, B. *et al* (2004), "Recognition and Tracking of Spatial-temporal Congested Traffic Patterns on Freeways", Transportation Research Emerging Technologies, Vol. 12c, Issue 5, pp. 369-400.

King, D., Manville, M. and Shoup, D. (2005), "The Political Calculus of Congestion Pricing", Paper Submitted to the 85th Annual Meeting of the Transportation Research Board, *TRB 2006 Annual Meeting CD-ROM*, Washington, D.C.

Kirschfink, H. and Riegelhuth, G. (2003), "Roadworks Management in Hessen (*Umfassendes Baustellenmanagementsystem in Hessen*)", *Straße+Autobahn*, No. 11, pp. 640-646.

Kitamura, R. and Susilo, Y. (2006), "Does a Grand Latte Really Stir Up Gridlock? Stops in Commute Journeys and Incremental Travel", Paper Submitted to the 85th Annual Meeting of the Transportation Research Board, *TRB 2006 Annual Meeting CD-ROM*, Washington, D.C.

Ko, J., Guensler, R. and Hunter, M. (2006), "Variability in Traffic Flow Quality Experienced by Drivers: Evidence from Instrumented Vehicles", Paper Submitted to the 85th Annual Meeting of the Transportation Research Board, *TRB 2006 Annual Meeting CD-ROM*, Washington, D.C.

Kockelman, K. and Kalmanje, S. (2005), "Credit-Based Congestion Pricing: A Policy Proposal and the Public's Response", *Transportation Research Policy and Practice*, Vol. 39a, Issues 7-9, August-November 2005, Pages 671-690.

Kockleman, K. (1998), "Changes in the Flow-Density Relation Due to Environmental, Vehicle and Driver Characteristics", *Transportation Research Record*, Transportation Research Board, No. 1644, Washington, D.C.

Kockleman, K. (2001), "Modeling Traffic's Flow-Density Relation: Accommodation of Multiple Flow Regimes and Traveler Types", *Transportation*, Vol. 28, No. 4, pp. 363-374.

Koopmans, C. and Kroes, E. (2004), *Estimation of Congestion Costs in the Netherlands*, Discussion Paper No. 28, Stichting voor Economisch Onderzoek, University of Amsterdam, Amsterdam.

Kopf, J. *et al* (2005), *Central Puget Sound Freeway Network Usage and Performance: 2003 Update*, Research Report, Research Project T2695, Task 51, FLOW Evaluation, Washington State Transportation Center, University of Washington, Seattle, Washington.

Kwon, J., Mauch, M. and Varaiya, P. (2006), "The Components of Congestion: Delay from Incidents, Special Events, Lane Closures, Weather, Potential Ramp Metering Gain and Excess Demand", Paper Submitted to the 85th Annual Meeting of the Transportation Research Board, *TRB 2006 Annual Meeting CD-ROM*, Washington, D.C.

L'Observatoire des Déplacements à Paris (2006), *Le Bilan des Déplacements en 2005*, Mairie de Paris, Paris

Lam, T. and Small, K.A. (2001), "The Value of Time and Reliability: Measurement from a Value Pricing Experiment", *Transportation Research Methodological,* Vol. 37e, pp. 231-251.

Lave, C. (1995), "The Demand Curve Under Road Pricing: A Comment -- Author's Reply", *Transportation Research Policy and Practice,* Vol. 29a, Issue 6, pp. 459-465.

Lay, M. and Daley, K. (2002), "The Melbourne City Link Project", *Transport Policy,* Vol. 9, Issue 3, pp. 261-267.

Lee, S. *et al* (2004), "An Impact Analysis on Disconnecting a Major Expressway", *Conference Proceedings of the Second International Symposium on Transport Network Reliability* (20-24 August, 2004, Christchurch, N.Z.), pp 274-280.

Leonard II, J.; Oliveira, M. (2000), "Towards an Areawide Service Measure", *Proceedings of the Fourth International Symposium on Highway Capacity (June 27–July 1, 2000, Maui, Hawaii),* Transportation Research Board, Washington D.C., pp. 17-25.

Leurent, F. (2005a), *La Capacité d'Ecoulement du Trafic*, Rapport INRETS N. 265, Les Collections de l'INRETS, Arceuil.

Leurent, F., (2005b), "The Network Cost of Congestion: Analysis and Computation of Marginal Social Cost Disaggregated by O-D Pair and Departure Time", *Paper presented at the European Transport Conference (Strasbourg, October 3-5, 2005).*

Levine, J. and Garb, Y. (2002), "Congestion Pricing's Conditional Promise: Promotion of Accessibility or Mobility?", *Transport Policy,* Vol. 9, Issue 3, pp. 179-188.

Levinson, D and Rafferty, P. (2004), "Delayer Pays Principle: Examining Congestion Pricing with Compensation", *International Journal of Transport Economics,* Vol. 31, No. 3, pp. 295-311.

Levinson, D. (2001), "Perspectives on Efficiency in Transport", Submitted to the 81st Annual Meeting of the Transportation Research Board, *TRB 2002 Annual Meeting CD-ROM,* Washington, D.C.

Levinson, D. (2005), "Micro-foundations of Congestion and Pricing: A Game Theory Perspective", *Transportation Research Policy and Practice,* Vol. 39a, Issues 7-9, pp. 691-704.

Levinson, D. and Nebiyou Y. (2006). *A Moment of Time: Reliability in Route Choice using Stated Preference,* Paper presented at the 11th International Conference on Travel Behaviour Research (August 2006, Kyoto, Japan).

Levinson, D. and Wu, Y. (2005), "The Rational Locator Re-examined: Are Travel Times Still Stable?", *Transportation,* Vol. 32, No. 2, pp. 187-202.

Levinson, D. and Zhang, L. (2006), "Ramp Meters on Trial: Evidence from The Twin Cities Metering Holiday", *Transportation Research Policy and Practice*, Vol. 40a, Issue 10, pp. 810-828.

Levinson, D. *et al*, (2005), *Ramp Meter Delays, Freeway Congestion and Driver Acceptance: Final Report,* Intelligent Transport Systems Institute, University of Minnesota, Report CTS 05-02, Minneapolis (MN).

Levinson, *et al* (2004), "Weighting Waiting: Evaluating the Perception of In-Vehicle Travel Time Under Moving and Stopped Conditions", *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, No. 1898, pp. 61-68.

Li, R. (2004), *Examining Travel Time Variability Using AVI Data*, Working Paper, Institute of Transport Studies, Monash University, Monash.

Li, Y-W. (2003), "Evaluating the Urban Commute Experience: A Time Perception Approach", *Journal of Public Transportation*, Vol. 6, No. 4, pp. 41-67

Lindgren, R. *et al* (2006), "Toward Demonstrating the Predictability of Bottleneck Activation on a German Autobahn." *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, No. 1965, Transportation Research Board, Washington, D.C., pp. 12-22.

Lindsey, R. and Verhoef, E. (2000), "Congestion Modelling" in D. Hensher and K. Button (eds.), *Handbook of Transport Modelling*, Elsevier Science Ltd., Amsterdam, pp. 377-397.

Litman, T. (2003), "Accessibility", *Online Transportation Demand Management Encyclopaedia*, Victoria Transport Policy Institute, Victoria, Canada. *www.vtpi.org/tdm/tdm84.htm*

Litman, T. (2005a), "Congestion Reduction Strategies", *Online Transportation Demand Management Encyclopaedia*, Victoria Transport Policy Institute, Victoria, Canada. *www.vtpi.org/tdm/tdm96.htm*

Litman, T. (2005b), "Rebound Effects", *Online Transportation Demand Management Encyclopaedia*, Victoria Transport Policy Institute, Victoria, Canada. *www.vtpi.org/tdm/tdm64.htm*

Litman, T. (2006a), *Smart Congestion relief: Evaluating Highway Expansion Benefits*, Victoria Transport Policy Institute, Victoria, Canada. *www.vtpi.org/cong_relief.pdf*

Litman, T. (2006b), *Parking Management Strategies, Evaluation and Planning*, Victoria Transport Policy Institute, Victoria, Canada. *www.vtpi.org/park_man.pdf*

Litman, T. (2006c), *Transportation Elasticities*, Victoria Transport Policy Institute, Victoria, Canada. *www.vtpi.org/elasticities.pdf*

Lo, S-C. and Hall, R. (2006), "Effects of the Los Angeles Transit Strike on Highway Congestion", *Transportation Research Policy and Practice*, Vol. 40a, Issue 10, pp. 903-917.

Lomax, T., Schrank, D. and Margiotta, R. (2003), *Selecting Travel Reliability Measures*, Texas Transportation Institute, Texas A&M University System, College Station, Texas.

Lorenz, M. and Elefteriadou, L. (2000), "A Probabilistic Approach to Defining Freeway Capacity and Breakdown", *Proceedings of the Fourth International Symposium on Highway Capacity (June 27–July 1, 2000, Maui, Hawaii)*, Transportation Research Board, Washington D.C., pp. 84-95.

Lu, M. *et al* (2005), "Perspective of Mitigating Shock Waves by Temporary In-Vehicle Dynamic Speed Control", Paper Submitted to the 84th Annual Meeting of the Transportation Research Board, *TRB 2005 Annual Meeting CD-ROM*, Washington, D.C.

Luskin, D. and Chandrasekaran, A. (2004), "Employer Valuations of Employee Commuting Time: A Case Study of Office Tenants in North Dallas", Paper Submitted to the 84th Annual Meeting of the Transportation Research Board, *TRB 2005 Annual Meeting CD-ROM*, Washington, D.C.

Lyons, G. (2003), "Future Mobility: It's about Time", Paper presented at the Universities Transport Study Group Conference, Loughborough, UK, January 2003.

Lyons, G. and Urry, J. (2005), "Travel Time Use in the Information Age", *Transportation Research Policy and Practice*, Vol. 39a, Issues 2-3, pp.257-276.

Mackie, P. (2005), "The London Congestion Charge: |A Tentative Economic Appraisal. A Comment on the Paper by Prud'homme and Bocajero", *Transport Policy*, Vol. 12, Issue 3, pp. 288-290.

Mackie, P.; Jara-Diaz, S.and Fowkes, A.(2001), "The Value of Travel Time Savings in Evaluation" *Transportation Research Logistics and Transportation*, Review 37e, pp.91-106.

Maerivoet, S. and de Moor, B. (2006), *Traffic Flow Theory*, Catholic University of Leuven, SISTA Technical Report 05, Leuven. *http://arxiv.org/abs/physics/0507127*

Mardsen, G., Bell, M. and Reynolds, S. (2001), "Towards a Real-Time Microscopic Emissions Model", *Transport Research: Transport and the Environment*, Vol. 6d, No. 1, pp. 37-60.

Marsden, G. (2006), "The Evidence Base for Parking Policies--A Review", *Transport Policy*, Vol. 13, Issue 6, Parking, pp. 447-457.

Masinick, J. and Teng, H. (2004), *An Analysis on the Impact of Rubbernecking on Urban Freeway Traffic*, Research Report No. UVACTS 150-62, Centre for Transportation Studies at the University of Virginia, Arlington.

May, A. *et al* (2005), *Developing Sustainable Urban Land Use and Transport Strategies: A Decision-Makers' Guidebook*, EU Project on 'Procedures for Recommending Optimal Sustainable Planning of European City Transport Systems' (PROSPECTS), Deliverable 15, Institute for Transport Studies, University of Leeds, Leeds, United Kingdom.

May, A.D., Kelly, C. and Shepherd, S. (2006), "The Principles of Integration in Urban Transport Strategies", *Transport Policy*, Vol. 13, Issue 4, pp. 319-327.

McKinnon, A., Ge, Y. and McClelland, D. (2004), *Assessment of the Opportunities for Rationalising Road Freight Transport: Final Report*, Link Research Project 022, Future Integrated Transport Programme, Heriot Watt University, Edinburgh, Scotland.

Metz, D. (2005), "Journey Quality as the Focus for Future Transport Policy", *Transport Policy*, Vol. 12, No. 4, pp. 353-359.

Meyer, M. (2002), "Measuring System Performance: The Key to Establishing Operations as a Core Agency Mission", *Transportation Research Record 1817*, Transportation Research Board, National Research Council, Washington, D.C.

Mokhtarian, P. (2004), "Reducing Road Congestion: a Reality Check – a Comment", *Transport Policy*, Vol. 11, N. 2, Oxford, pp. 183-184.

Mokhtarian, P. (2005), "Travel as a Desired End, Not Just as a Means", *Transportation Research Policy and Practice,* Vol. 39a, Issues 2-3, pp. 93-96.

Mokhtarian, P. and Ory, D.T. (2005), "When is Getting There Half the Fun? Modelling the Liking for Travel", *Transportation Research Policy and Practice,* Vol. 39a, Issues 2-3, pp. 97-124.

Mokhtarian, P. and Salomon, I. (2001), "How Derived is the Demand for Travel? Some Conceptual and Measurement Considerations", *Transportation Research Policy and Practice,* Vol. 35, Issue 8, pp. 695-719.

Morrison, S., (1986), "A Survey of Road Pricing", *Transportation Research Policy and Practice,* Vol. 20a, Issue 2, pp. 87-97.

MOSAIC/MOMENTUM (1999), "Mobility Management – The European Approach". Project CD-Rom, European Commission Transport RTD Programme: 4th Framework Programme, Brussels, Belgium.

Müller, G. (2001), "Betriebliches Mobilitätsmanagement: Status Quo einer Innovation in Deutschland und Europa", *Veröffentlichung des Referats für Arbeit und Wirtschaft,* No. 133.

Mun, S-I. and Yonekawa, M. (2006), "Flextime, Traffic Congestion and Urban Productivity", *Journal of Transport Economics and Policy,* Vol. 40, Part 3, pp. 329-358.

Munoz, J-C. and Daganzo, C. (2002), "The Bottleneck Mechanism of a Freeway Diverge", *Transportation Research Policy and Practice,* Vol. 36a, Issue 6, pp. 483-505.

Musso, A. and Corazza, M. (2006), "Improving Urban Mobility Management: The Rome Case", Paper Submitted to the 85th Annual Meeting of the Transportation Research Board, *TRB 2006 Annual Meeting CD-ROM,* Washington, D.C.

NAO (2004), *Tackling Congestion by Making Better Use of England's Motorways and Trunk Roads: Report to the Comptroller and Auditor General*, United Kingdom National Audit Office, House of Commons Session 15 (2004-2005), London.

Nash, C and Sansom, T. (1999), *Calculating Transport Congestion and Scarcity Costs: Final Report of the Expert Advisors to the High-Level Group on Infrastructure Charging (Working Group 2),* European Commission, Brussels, Belgium.

NCHRP (1997a), "Quantifying Congestion: Volume 1, Final Report", *National Cooperative Highway Research Program Report 398,* Transportation Research Board, National Research Council, Washington, D.C.

NCHRP (1997b), "Quantifying Congestion: Volume 2, User's Guide", *National Cooperative Highway Research Program Report 398,* Transportation Research Board, National Research Council, Washington, D.C.

NCHRP (1998), "Multimodal Corridor and Capacity Analysis Manual", *National Cooperative Highway Research Program Report 399,* Transportation Research Board, National Research Council, Washington, D.C.

NCHRP (1999), "Valuation of Travel Time Savings and Predictability in Congested Conditions for Highway User Cost Estimations", *National Cooperative Highway Research Program Report 431*, Transportation Research Board, National Research Council, Washington, D.C.

NCHRP (2001a), "Economic Implications of Congestion", *National Cooperative Highway Research Program Report 463*, Transportation Research Board, National Research Council, Washington, D.C.

NCHRP (2001b), "Guidebook for Assessing the Social and Economic Effects of Transportation Projects", *National Cooperative Highway Research Program Report 456*, Transportation Research Board, National Research Council, Washington, D.C.

Newbery, D. and Santos, G. (2002) "Estimating urban road congestion charges", *CEPR Discussion paper 3176*, Centre for Economic Policy Research, London.

Newbery, D. and Santos, G. (2003), "Area Speed-Flow Relationships and Urban Congestion Costs", *presented at the International Symposium on the Theory and Practice of Congestion Charging*, (Imperial College London, August 18-20).

Noland, R. (2001), "Relationships Between Highway Capacity and Induced Vehicle Travel", *Transportation Research Policy and Practice*, Vol. 35a, Issue 1, pp. 47-72.

Noland, R. and Lem, L. (2001), "A Review of the Evidence for Induced Travel and Changes in Transportation and Environmental Policy in the United States and the United Kingdom", *Transportation Research: Transport and Environment*, Vol. 7d, No. 1, pp. 1-26.

Noland, R. and Polak J. (2002), "Travel Time Variability: A Review of Theoretical and Empirical Issues", *Transport Reviews*, Vol. 22, No. 1, pp. 39-54.

Noland, R. and Quddus, M. (2005), "Congestion and Safety: A Spatial Analysis of London", *Transportation Research Policy and Practice*, Vol. 39a, Issues 7-9, pp. 737-754.

Noland, R. *et al* (1998), "Simulating Travel Reliability", *Regional Science and Urban Economics*, Vol. 28, No. 5, pp. 535-564.

Nouvier, J. (2004), "The Variable Assignment of Roads and Public Spaces", Paper presented at the 8th European Conference on Mobility Management (5-7 May 2004, Lyon).

NTOC (2005), *Performance Measurement Initiative: Final Report*, National Transportation Operations Coalition, Washington, D.C.

Odani, M. and Yamanaka, H. (2004), "Drivers' Behaviors Analysis Under Strategic Toll Charging System to Improve Road Travel Reliability", *Conference Proceedings of the Second International Symposium on Transport Network Reliability* (20-24 August, 2004, Christchurch, N.Z.), pp. 245-251.

Odani, M. and Yamanaka, H. (2004), "Drivers' Behaviors Analysis Under Strategic Toll Charging System to Improve Road Travel Reliability", *Conference Proceedings of the Second International Symposium on Transport Network Reliability* (20-24 August, 2004, Christchurch, N.Z.), pp. 245-251.

Odeck J. and Brathen, S. (2002), "Toll Financing in Norway: the Success, the Failures and Perspectives for the Future", *Transport Policy*, Vol. 9, Issue 3, pp. 253-260.

OECD (1997), *Performance Indicators for the Transport Sector*, Road Transport Research Programme, Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris.

OECD (2003), *Delivering the Goods: 21st Century Challenges to Urban Goods Distribution*, Road Transport Research Programme, Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris.

OECD (2005), *OECD Territorial Review of Seoul, Korea*, Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris.

OECD (2005b), *Economic Evaluation of Long-Life Pavements*, Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris.

OECD (2006), *Competitive Cities in a Global Economy*", Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris.

Oh, J-S. and Chung, Y. (2006), "Calculation of Travel Time Variability from Loop Detector Data", Paper Submitted to the 85th Annual Meeting of the Transportation Research Board, *TRB 2006 Annual Meeting CD-ROM*, Washington, D.C.

Oneyama, H., Oguchi, T. and Kuwahara, M. (2001), "Estimation Model of Vehicle Emission Considering Variation of Running Speed", *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, Vol. 4, No. 5, pp.105-117.

Pahaut, S. and Sikow, C. (2006), "History of Thought and Prospects for Road Pricing", *Transport Policy*, Vol. 13, Issue 2, pp. 173-176.

Park, M. and Regan, A. (2006), "Issues in Emerging Home Delivery Operations", Paper Submitted to the 83rd Annual Meeting of the Transportation Research Board, *TRB 2003 Annual Meeting CD-ROM*, Washington, D.C.

Parry, I. (2002), "Comparing the Efficiency of Alternative Policies for Reducing Traffic Congestion", *Journal of Public Economics*, Vol. 85, No. 3, pp. 333-362.

Parthasarathi, P., Levinson, D. and Karamalaputi, R. (2003), "Induced Demand: A Microscopic Perspective", *Urban Studies*, Vol. 40, No. 7, pp. 1335-1351.

Poole, R. and Orski, K. (2003), *HOT Networks: A New Plan for Congestion Relief and Better Transit*, Reason Public Policy Institute, Policy Study No. 305, Washington, D.C.

PROGRESS (2002), *PROGRESS WP2: Scheme Design and Development*, Pricing Road use for Greater Responsibility, Efficiency and Sustainability in cities, Deliverable D3.2, V2,0. *www.progress-project.org/*

Prud'homme, R. (2001), "Is Congestion Pricing Such a Good Idea?", Paper presented to the 9th World Conference on Transportation Research (Seoul, July 2001).

Prud'homme, R. (2004), "La congestion et ses coûts", *Rail et Transports*, No. 316, pp. 58-61.

Prud'homme, R. and Bocarejo, J-P. (2005), "The London Congestion Charge: a Tentative Economic Appraisal", *Transport Policy*, Vol. 12, Issue 3, pp. 279-287.

Prud'homme, R. and Bocarejo, J-P. (2006), "Le Péage de Londres : Constats et Controverses", *PREDIT : Recherches et Synthèses*, No. 31, Ministère des Transports, de l'Equipement, du Tourisme et de la Mer, Paris.

Prud'homme, R. and Kopp, P. (2007), *The Stockholm Toll: An Economic Evaluation*, (unpublished), *www.sika-institute.se/Doclib/2006/pm_060907_prud.pdf*

RAC (2006), *The Future of Motoring: A Clear Road Map or a Collision Course?*, RAC Report on Motoring 2006, Royal Automobile Club of the United Kingdom, Norwich.

Rajamani, R. *et al*, (2005), *Adaptive Cruise Control System Design and its Impact on Traffic Flow*, Intelligent Transport Systems Institute, University of Minnesota, Report CTS 05-01, Minneapolis (MN).

Raney, E., Mokhtarian, P. and Salomon, I. (2000), "Modelling Individuals' Consideration of Strategies to Cope with Congestion", *Transportation Research: Traffic Psychology and Behaviour*, Vol. 3f, No. 3, pp. 141-165.

Raux, C. (2005), "Comments on 'The London Congestion Charge: A Tentative Economic Appraisal' (Prud'homme and Bocajero, 2005)", *Transport Policy*, Vol. 12, pp. 368-371.

Raux, C. (2006), "*Une Position Divergente* (comment on '*Le Péage de Londres : Constats et Controverses*')", *PREDIT : Recherches et Synthèses*,No. 31, Ministère des Transports, de l'Equipement, du Tourisme et de la Mer, Paris.

Recker, W. *et al* (2005), *Considering Risk-Taking Behaviour in Travel Time Reliability*, Working Paper UCI-ITS-TS-WP-05-4, Institute of Transportation Studies, University of California-Irvine, Irvine, California.

Rouwendal, J. and Verhoef, E. (2006), "Basic Economic Principles of Road Pricing: From Theory to Applications", *Transport Policy*, Vol. 13, Issue 2, pp. 106-114.

Sachverständigenrat für Umweltfragen (2005), *Umwelt und Straßenverkehr: Hohe Mobilität – Umweltverträglicher Verkehr*, Sondergutachten im Auftrag der Bundesregierung.

SACTRA (1994), *Trunk Roads and the Generation of Traffic*, HMSO, London, United Kingdom.

Safirova, E. and Gillingham, K. (2003), *Measuring Marginal Congestion Costs of Urban Transportation: Do Networks Matter?*, Discussion Paper 03-56, Resources for the Future, Washington, D.C.

Saleh, W. and Farrell, S. (2005), "Implications of Congestion Charging for Departure Time Choice: Work and Non-Work Schedule Flexibility", *Transportation Research Policy and Practice*, Volume 39a, Issues 7-9, pp. 773-791.

Santos, G. (2004) "Urban Congestion Charging: A Second Best Alternative", *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol. 38, N. 3, pp. 345-369.

Santos, G. (2005), "Urban Congestion Charging: A Comparison between London and Singapore", *Transport Reviews*, Vol. 25, No. 5, pp. 511-534.

Santos, G. (ed) (2004), *Research in Transportation Economics Volume 9: Road Pricing Theory and Evidence*, Elsevier, Amsterdam.

Santos, G. and Bhakar, J. (2006), "The Impact of the London Congestion Charging Scheme on the Generalised Cost of Car Commuters to the City of London from a Value of Travel Time Savings Perspective", *Transport Policy*, Vol. 13, Issue 1, pp. 22-33.

Santos, G. and Fraser, G. (2006), "Road Pricing: Lessons from London". *Economic Policy*, Vol. 21, N. 46, pp. 264-310.

Santos, G. and Shaffer, B. (2004), "Preliminary Results of the London Congestion Charging Scheme", *Public Works, Management and Policy*, Vol. 9, N. 2, pp. 164-181.

Sarzynski, A. *et al* (2006), "Testing the Conventional Wisdom about Land Use and Traffic Congestion: The More We Sprawl, the Less We Move?", *Urban Studies*, Vol. 43, No. 3, pp. 601-626.

Schade, J. and Schlag, B. (2003), "Acceptability of Urban Transport Pricing Strategies", Transportation Research Traffic Psychology and Behaviour, Volume 6f, Number 1, pp. 45-61.

Schiffer, R., Steinvorth, W. and Milam, R. (2004), "Comparative Evaluations on the Elasticity of Travel Demand", Paper Submitted to the 84th Annual Meeting of the Transportation Research Board, *TRB 2005 Annual Meeting CD-ROM*, Washington, D.C.

Schmocker, J.D., *et al.* (2006), "Changes in the Frequency of Shopping Trips in Response to a Congestion Charge", *Transport Policy*, Vol. 13, Issue 3, pp. 217-228.

Schrank, D. and Lomax, T. (2000), *Texas Transportation Institute 1999 Urban Mobility Report*, Texas Transportation Institute, Texas A&M University System, College Station, Texas.

Schrank, D. and Lomax, T. (2002), *Texas Transportation Institute 2001 Urban Mobility Report*, Texas Transportation Institute, Texas A&M University System, College Station, Texas.

Schrank, D. and Lomax, T. (2003), *Texas Transportation Institute 2002 Urban Mobility Report*, Texas Transportation Institute, Texas A&M University System, College Station, Texas.

Schrank, D. and Lomax, T. (2004a), *Texas Transportation Institute 2003 Urban Mobility Report*, Texas Transportation Institute, Texas A&M University System, College Station, Texas.

Schrank, D. and Lomax, T. (2004b), *Texas Transportation Institute 2003 Urban Mobility Report – Volume 2: Five Congestion Reduction Strategies and Their Effects on Mobility*, Texas Transportation Institute, Texas A&M University System, College Station, Texas.

Schrank, D. and Lomax, T. (2005a), *Texas Transportation Institute 2004 Urban Mobility Report*, Texas Transportation Institute, Texas A&M University System, College Station, Texas.

Schrank, D. and Lomax, T. (2005b), *Texas Transportation Institute 2004 Urban Mobility Report – Volume 2: Six Congestion Reduction Strategies and Their Effects on Mobility*, Texas Transportation Institute, Texas A&M University System, College Station, Texas.

Schrank, D. and Lomax, T. (2006), *Texas Transportation Institute 2005 Urban Mobility Report,* Texas Transportation Institute, Texas A&M University System, College Station, Texas.

Schreiner, M and Knäusl, R. (2004), "Never Walk Alone! Processes, Results and Purposes of an Innovative and Successful Mobility Partnership in Munich", Paper presented at the *8th European Conference on Mobility Management* (5-7 May 2004, Lyon).

Shepherd, S.P. *et al* (2006), "Designing Optimal Urban Transport Strategies: The Role of Individual Policy Instruments and the Impact of Financial Constraints", *Transport Policy,* Vol. 13, Issue 1, pp. 49-65.

Sherret, A. (1975), *Immediate Travel Impacts of Transbay Bay Area Rapid Transit (BART),* Report no. TN 15-3-75, United States Department of Transport, Washington, D.C.

Shoup, D. (2005), *The High Cost of Free Parking*, Planner's Press, American Planning Association, Chicago.

Shoup, D. (2006), "Cruising for Parking", *Transport Policy,* Vol. 13, Issue 6, Parking, November 2006, pp. 479-486.

SIRIUS (2004), *Les Déplacements sur le Réseau de Voies Rapides Urbaines d'Ile-de-France : Année 2003*, Préfecture de la Région d'Ile-de-France, Paris, France.

Small K.A. and Chu X. (2003), "Hypercongestion", *Journal of Transport Economics and Policy,* Vol. 37, No. 3, pp. 319-352.

Small, K., Noland, R. and Koskenoja, P. (1995), "Socio-Economic Attributes and Impacts of Travel Reliability: A Stated Preference Approach", *California Partners for Advanced Transit and Highways (PATH). Research Reports*: Paper UCB-ITS-PRR-95-36.

Small, K., Winston, C. and Yan, J. (2005) "Uncovering the Distribution of Motorists' Preferences for Travel Time and Reliability", *Econometrica* Vol. 73, No. 4, pp. 1367–1382.

Stopher, P.R. (2004), "Reducing Road Congestion: a Reality Check", *Transport Policy,* Vol. 11, N. 2, Oxford, pp. 117-132.

Storper, M. and Venables, J. (2004), "Buzz: Face-to-Face Contact and the Urban Economy", *Journal of Economic Geography,* Vol. 4, No. 4, pp. 351-370.

Sullivan, E. (2000), *Continuation Study to Evaluate the Impacts of the SR91 Value-Priced Express Lanes: Final Report,* submitted to State of California, Department of Transportation, Department of Civil and Environmental Engineering, Cal Poly State University, San Luis Obispo (CA).

Sumalee, A., May, T., Shepherd, S., (2005), "Comparison of Judgmental and Optimal Road Pricing Cordons", *Transport Policy,* Vol. 12, N. 5, Oxford, pp. 384-390.

Taylor, B. (2004), "The Politics of Congestion Mitigation", *Transport Policy,* Vol. 11, Issue 3, pp. 299-302.

TFL (2004), *Congestion Charging Monitoring: Traffic Impacts of the Congestion Charging Scheme,* Transport for London, London.

TFL (2005), *Central London Congestion Charging Impacts Monitoring: Third Annual Report*, Transport for London, London.

Transport Canada (2006), *The Cost of Congestion in Canada*, Transport Canada – Environmental Affairs, Ottowa.

TRB (2005), *International Perspectives on Road Pricing: Report of the Committee for the International Symposium on Road Pricing (November 19-22, 2003)*, Transportation Research Board, Washington, D.C.

Tsekeris, T. and Stathopolous, A. (2006), "Real-Time Traffic Volatility Forecasting in Urban Arterial Networks", Paper Submitted to the 85th Annual Meeting of the Transportation Research Board, *TRB 2006 Annual Meeting CD-ROM*, Washington, D.C.

Tseng, Y-Y., Ubbels, B. and Verhoef, E. (2005), "Value of Time, Schedule Delay and Reliability: Estimation Results of a Stated Choice Experiment Among Dutch Commuters Facing Congestion", paper presented to the 45th Congress of the European Regional Science Association on Land Use and Water Management in a Sustainable Networked Society (23-27 August, 2005, Amsterdam).

TTI (2005), *The Keys to Estimating Mobility in Urban Areas: Applying Definitions and Measures that Everyone Understands*, White Paper prepared for the Urban Transportation Performance Measurement Study, Texas Transportation Institute, Texas A&M University System, College Station, Texas.

Ubbels, B. and Verhoef, E. (2006), "Behavioural Responses to Road Pricing: Empirical Results from a Survey among Dutch Car Owners", Paper Submitted to the 85th Annual Meeting of the Transportation Research Board, *TRB 2006 Annual Meeting CD-ROM*, Washington, D.C.

USDOT (2006), *National Strategy to Reduce Congestion on America's Transportation Network*, United States Department of Transportation, Washington, D.C.

Ushiwaka, K., Kikuchi, A. and Kitamura, R. (2004), *Commuters' Perception of Travel Time and Uncertainty under Congestion Pricing: Exploration of a Six-Week Field Experiment Data*, Paper presented to the International Conference Experiments in Economic Sciences (14-17 December 2004, Kyoto, Japan).

Van Amselfort, D. and Bliemer, M. (2006), "Alternative Specifications of Schedule Delay Components: The Effect of Travel Time Uncertainty and Departure Time Rescheduling", Paper Submitted to the 85th Annual Meeting of the Transportation Research Board, *TRB 2006 Annual Meeting CD-ROM*, Washington, D.C.

Van de Coevering, P. and Schwanen, T. (2006) "Re-evaluating the Impact of Urban Form on Travel Patterns in Europe and North-America", *Transport Policy*, Vol. 13, Issue 3, pp. 229-239.

Van Zuylen, H. (2004), "The Effect of Irregularity of Travel Times on Departure Time Choice", *Conference Proceedings of the Second International Symposium on Transport Network Reliability* (20-24 August, 2004, Christchurch, N.Z.), pp. 253-259.

Varaiya, P. (2005), "What We Have Learned about Highway Congestion", *Access*, No. 27. pp. 2-9.

VCEC (2005), *Inquiry into Managing Transport Congestion: Issues Paper*, Victoria Competition and Efficiency Commission ,Government of the State of Victoria, Melbourne.

VCEC (2006), *Making the Right Choices: Options for Managing Transport Congestion, Draft Full Report*, Victoria Competition and Efficiency Commission, Government of the State of Victoria, Melbourne.

Verhoef, E. (2000), "Second-best Congestion Pricing in General Static Transportation Networks with Elastic Demands", *Tinbergen Institute Discussion Paper*, TI 2000-078/3, Amsterdam.

Verhoef, E. (2005), "Speed-Flow Relations and Cost Functions for Congested Traffic: Theory and Empirical Analysis", *Transportation Research Policy and Practice*, Volume 39a, Issues 7-9, pp. 792-812.

Verhoef, E. and Rouwendal, J. (2001), "A Structural Model of Traffic Congestion", *Tinbergen Institute Discussion Paper*, TI 2001-026/3, Amsterdam.

Verhoef, E. (1999), "Time, Speeds, Flows and Densities in Static Models of Road Traffic Congestion and Congestion Pricing", *Regional Science and Urban Economics*, Vol. 29, No. 3, pp. 341-369.

Vlahogianni, E., Karlaftis, M. and Golias, J. (2006), "Patterns in Short-Term Urban Traffic Flow: A Framework for Statistical Detection and Identification", Paper Submitted to the 85th Annual Meeting of the Transportation Research Board, *TRB 2006 Annual Meeting CD-ROM*, Washington, D.C.

VTPI (2005), *Transport Elasticities: How Prices and other Factors Affect Travel Behaviour*, On-line TDM Encyclopedia, Victoria Transport Policy Institute, www.vtpi.org/tdm/tdm11.htm

Wachs, M. (2002), "Fighting Traffic Congestion with Information Technology", *Issues in Science and Technology*, Vol. 19, No. 1.

Walters, A. (1961), "The Theory and Measurement of Private and Social Cost of Highway Congestion", *Econometrica*, Vol. 29, No. 4, pp. 676-699.

Wardman, M. (2001) "A Review of British Evidence on Time and Service Quality Valuations", Transportation Research E, Vol. 37e, Issue 2-3, pp. 107-128.

Warffemius, P. (2005), "Using the Standard Deviation of the Travel Time Distribution as an Indicator for Valuing the Reliability of Travel Time", Paper presented at the Young Researchers Seminar of the European Conference of Transport Research Institutes (The Hague, 11-13 May, 2005).

Weisbrod, G., Vary, D. and Treyz, G. (2003), "Measuring the Economic Costs of Urban Traffic Congestion to Business", Submitted to the 82nd Annual Meeting of the Transportation Research Board, *TRB 2003 Annual Meeting CD-ROM*, Washington, D.C.

Wener, R. and Evans, G. (2004), *The Impact of Mode and Mode Transfer on Commuter Stress: The Montclair Connection – Final Report*, University Transportation Research Center – Region 2, The City College of New York, New York, New York.

Wener, R., Evans, G. and Boately, P. (2005), "Commuting Stress: Psychophysiological Effects of a Trip and Spillover into the Workplace", *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board,* No. 1924, Transportation Research Board, Washington, D.C., pp. 112-117.

Whitehead, T., (2005), "Transport Charging Interventions and Economic Activity", *Transport Policy,* Vol. 12, N. 5, Oxford, pp. 451-463.

Wong, W., Noland, R. and Bell,M. (2005), "The Theory and Practice of Congestion Charging", *Transportation Research Policy and Practice,* Vol. 39a, Issues 7-9, pp. 567-570.

Wright, C. and Lupton, K. (2001), "Traffic Congestion and the Fundamental Relationship of Traffic Flow", *Transport (Proceedings of the Institution of Civil Engineers),* Vol. 147, Issue 4, pp. 231-238.

Ying, J-Q. and Ando, R. (2006), "Equilibrium Based Analysis on the Effects of Japan Highway's Commuter Discount Policy in Nagoya Area", Submitted to the 85th Annual Meeting of the Transportation Research Board, *TRB 2006 Annual Meeting CD-ROM,* Washington, D.C.

Zhang H. (1999), "A Mathematical Theory of Traffic Hysteresis", *Transportation Research: Methodological,* Vol. 33b, No. 1, pp. 1-23.

Zhang, J., *et al* (2002), "The Effects of Roadway Supply on Peak Narrowing", *Journal of the Transportation Research Forum,* Vol. 56, No. 3, pp. 129-145.

Zickus, M. and Greig, A. (2001), "Effects of Congested vs. Freeway Urban Traffic Flow on Air Pollutant Concentrations in a Street Canyon", submitted to the *Seventh International Conference on Harmonisation Within Atmospheric Dispersion Modelling for Regulatory Purposes,* European Commission Joint Research Centre (May 28-31, 2001, Belgirate).

MEMBRES DU GROUPE DE TRAVAIL

Président	Tom WORSLEY (United Kingdom)
Australie	Lyn MARTIN Barry MOORE Joe MOTHA Anthony OCKWELL
Canada	Bruno JACQUES John LAWSON
République tchèque	Anne-Sophie COLAS Ivan FENCL Eva GELOVA
France	Michel ANDRÉ Fabien LEURENT
Allemagne	Gerd-Axel AHRENS Silja ASSENMACHER Klaus J. BECKMANN Fritz BUSCH Katja JOHÄNNING Anne PITRONE Stefan von der RUHREN Guido RINDSFÜSER Matthias SPANGLER
Grèce	Matthew KARLAFTIS
Italie	Andrea TUMBIOLO
Japon	Toshio KUTSUKAKE Yukihiro TSUKADA
Pays-Bas	Henk PAUWELS
Nouvelle Zélande	Ian MELSOM
Russie	Vadim DONCHENKO

Espagne	Francesc ROBUSTÉ ANTÓN José Magín CAMPOS CACHEDA Matilde FERNÁNDEZ BALBÍN Pablo VÁZQUEZ RUIZ DE CASTROVIEJO Paulo TEIXEIRA Leif THORSON BOFARULL
Royaume-Uni	Tom SANSOM Tom WORSLEY
États-Unis	William LYONS Edward WEINER
OCDE/CEMT	Philippe CRIST John WHITE

ORGANISATION DE COOPÉRATION ET DE DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUES

L'OCDE est un forum unique en son genre où les gouvernements œuvrent ensemble pour relever les défis économiques, sociaux et environnementaux que pose la mondialisation. L'OCDE est aussi à l'avant-garde des efforts entrepris pour comprendre les évolutions du monde actuel et les préoccupations qu'elles font naître. Elle aide les gouvernements à faire face à des situations nouvelles en examinant des thèmes tels que le gouvernement d'entreprise, l'économie de l'information et les défis posés par le vieillissement de la population. L'Organisation offre aux gouvernements un cadre leur permettant de comparer leurs expériences en matière de politiques, de chercher des réponses à des problèmes communs, d'identifier les bonnes pratiques et de travailler à la coordination des politiques nationales et internationales.

Les pays membres de l'OCDE sont : l'Allemagne, l'Australie, l'Autriche, la Belgique, le Canada, le Chili, la Corée, le Danemark, l'Espagne, les États-Unis, la Finlande, la France, la Grèce, la Hongrie, l'Irlande, l'Islande, Israël, l'Italie, le Japon, le Luxembourg, le Mexique, la Norvège, la Nouvelle-Zélande, les Pays-Bas, la Pologne, le Portugal, la République slovaque, la République tchèque, le Royaume-Uni, la Slovénie, la Suède, la Suisse et la Turquie. La Commission européenne participe aux travaux de l'OCDE.

Les Éditions OCDE assurent une large diffusion aux travaux de l'Organisation. Ces derniers comprennent les résultats de l'activité de collecte de statistiques, les travaux de recherche menés sur des questions économiques, sociales et environnementales, ainsi que les conventions, les principes directeurs et les modèles développés par les pays membres.

GÉRER LA CONGESTION URBAINE

La congestion des routes est un casse-tête dans de nombreuses agglomérations en croissance. Il n'est pas rare que les estimations, réalisées au niveau national, du coût de la congestion fassent ressortir des pertes équivalentes à 1% environ du PNB dans les pays les plus touchés. Toutefois, la congestion est aussi la conséquence de l'un des aspects les plus bénéfiques du développement urbain à savoir la concentration et sa contribution positive au PNB. Comment les régions urbaines peuvent-elles trouver un équilibre entre les avantages de la concentration et les inconvénients de la congestion ?

Ce rapport a pour ambition de répondre à des questions qui sont au cœur de la lutte contre la congestion de la circulation urbaine. Comment définir exactement la congestion ? Quand devient-elle excessive ? Quels sont les coûts et les autres impacts de la congestion ? Quelle est la vision stratégique qui devrait guider les politiques de lutte contre la congestion ? Quelles sont les options d'ordre opérationnel ou technologique qui sont ouvertes ? À quoi devrait ressembler une stratégie raisonnable et efficace de lutte contre la congestion ?

Le rapport a été préparé par un Groupe de travail international du Centre conjoint OCDE/CEMT de Recherche sur les transports et il fournit une synthèse fouillée de la nature, la portée et la mesure de la congestion, dont la connaissance est un préalable nécessaire à la réussite de toute politique de gestion. Il propose des recommandations à caractère politique et fondées sur des recherches pour gérer effectivement la circulation et combattre l'excès de congestion dans les grandes agglomérations.

www.internationaltransportforum.org

éditions OCDE
www.oecd.org/editions

(77 2007 01 2 P1)
ISBN 978-92-821-0129-2