

interface transport

Etudes en économie des transports

Commissariat Général du Plan
Service "Energie, environnement, agriculture, tertiaire"

**LES PREVISIONS DE TRAFICS URBAINS ET
INTERURBAINS DE VOYAGEURS ET DE
TRAFFICS MARCHANDISES A L'HORIZON 2015**

**COMPARAISON DE SIMULATIONS ISSUES DE
DIFFERENTS MODELES**

INTERFACE TRANSPORT

48 RUE DE LA MADELEINE

69007 LYON

TÉL : 04 72 71 63 71

FAX : 04 72 71 63 79

E-mail : interface.transport@wanadoo.fr

30 MARS 1998

S.A.R.L. AU CAPITAL DE 50 000 FRS

R.C.S. LYON B 402 455 448

CODE A.P.I. 741 6

La documentation Française : Les prévisions de trafics urbains et interurbains de voyageurs et de trafics marchandises à l'horizon 2015

AVANT-PROPOS

Ce document regroupe trois études réalisées par la société Interface Transport pour le compte du service « Energie, environnement, agriculture, tertiaire » du Commissariat Général du Plan :

- Une synthèse relative à la comparaison de simulations issues de différents modèles de prévisions de trafics urbains et interurbains de voyageurs et de trafics marchandises à l'horizon 2015.
- Une analyse des évolutions de la demande de transport de marchandises à l'horizon 2015, effectuée en comparant des simulations du SES et du Laboratoire d'Economie des Transports (modèle QUINQUIN fret).
- Une analyse des prévisions de trafics urbains de voyageurs aux horizons 2005 et 2015 en Ile-de-France effectuée en comparant des simulations de la DREIF (modèle MODUS) et du Laboratoire d'Economie des Transports (modèle QUINQUIN).

SOMMAIRE

SYNTHESE	7
LES EVOLUTIONS DE LA DEMANDE DE TRANSPORT DE MARCHANDISES A L'HORIZON 2015	
COMPARAISON DES SIMULATIONS DU SES ET DU LET	29
1. INTRODUCTION	31
2. LES EVOLUTIONS DU POTENTIEL TRANSPORTABLE INTERIEUR A L'HORIZON 2015	32
3. LA PRESENTATION DES RESULTATS PREVISIONNELS DU S.E.S.	33
4. LES SIMULATIONS SUR LA BASE DE QUINQUIN FRET	37
5. LES EVOLUTIONS DE LA REPARTITION MODALE DES FLUX INTERIEURS A L'HORIZON 2015	47
PREVISIONS DE TRAFICS URBAINS DE VOYAGEURS AUX HORIZONS 2005 ET 2015 EN ILE-DE-FRANCE	
COMPARAISON DES SIMULATIONS DE LA DREIF ET DU LET	57
1. INTRODUCTION	59
2. LES MODELES QUINQUIN	60
3. COMPARAISON DES MODELES MODUS ET QUINQUIN	80

**LES PREVISIONS DE TRAFICS URBAINS ET
INTERURBAINS DE VOYAGEURS ET DE TRAFICS
MARCHANDISES A L'HORIZON 2015**

SYNTHESE

Charles RAUX

Eric TABOURIN

A la demande du service «Energie, environnement, agriculture, tertiaire» du Commissariat Général du Plan, les travaux de l'atelier relatif aux "orientations stratégiques de la politique de transport et leurs implications à moyen terme" ont eu notamment pour objet de confronter les prévisions de trafics faites pour l'Etat par le SES avec celles effectuées par d'autres organismes tels que l'INRETS, la DREIF ou le LET de Lyon. Il s'agit d'examiner si des modèles de nature différentes peuvent donner des résultats cohérents afin d'étayer des certitudes fortes. Par rapport à cet objectif, nous avons été amené à comparer différentes prévisions de trafics réalisées dans trois domaines :

- Les transports urbains de voyageurs en Ile-de-France, où seront comparés les simulations du modèle MODUS (DREIF) et du modèle QUINQUIN (LET),
- Les transports de marchandises, avec les prévisions du SES et du modèle QUINQUIN FRET (LET),
- Les transports interurbains de voyageurs, avec les prévisions du SES et de MATISSE (INRETS).

Nous reprenons dans cette note de synthèse les grandes conclusions issues de la confrontation des différents modèles pour chacun de ces trois domaines.

Pour plus de détails, le lecteur se reportera à :

- "Prévisions de trafics urbains de voyageurs aux horizons 2005 et 2015 en Ile-de France, comparaison des simulations de la DREIF et du LET", Note de travail au Commissariat Général au Plan, Pierre-Louis Aubert, Eric Tabourin, Janvier 1998, 55p.
- "Les évolutions de la demande de transport de marchandises à l'horizon 2015, comparaison des simulations du SES et du LET", Note de travail au Commissariat Général au Plan, Céline Latreille, sous la direction scientifique de Charles Raux, 26 novembre 1997, 31 p.
- "MODUS 2. Présentation générale", DREIF, juin 1997, 23 p.
- "Elaboration des schémas directeurs d'infrastructures de transport, perspectives d'évolution de la demande de transports à l'horizon 2015, MELTT-SES, 5 septembre 1996, 39 p.
- "Mobilité comparée selon les modes de transports", Note de synthèse du SES, Maurice Girault, mai-juin 1997, 6 p.
- Les compte-rendus des séances de l'atelier du Plan sur les orientations stratégiques de la politique des transports et leurs implications à moyen terme, des 17 septembre, 29 octobre et 19 novembre 1997.

1. LES TRANSPORTS URBAINS DE VOYAGEURS EN ILE-DE FRANCE.

L'objectif de cette analyse des transports urbains de voyageurs est de mener une comparaison des résultats prévisionnels établis par la DREIF en matière de transports de personnes en Ile-de-France, avec ceux proposés par le Laboratoire d'Economie des Transports (LET). Il s'agit

donc de valider ou d'infirmer les ordres de grandeur obtenus par MODUS en les comparant avec ceux réalisés par les modèles QUINQUIN1 développés au LET.

Après avoir succinctement présenté les deux modèles, nous désignerons les points de convergence possibles, avant de tenter une analyse comparée des résultats.

La DREIF (Direction Régionale de l'Equipement d'Ile-de-France) utilise un modèle de prévision de trafics, le modèle MODUS, afin de prévoir pour les 25 années à venir, les conditions générales caractéristiques du système de transport en Ile-de-France. MODUS couvre l'ensemble des déplacements qui se réalisent en Ile-de-France, et peut être considéré de ce point de vue comme un modèle régional. Il est également multimodal, dans la mesure où il considère l'ensemble des modes de déplacements terrestres. C'est un modèle agrégé à quatre étapes où la demande de déplacement est appréhendée à partir de 1277 zones. La phase de génération conduit à l'estimation d'émissions et d'attractions par zones qui sont établies sur les 1277 zones pour 62 motifs (réduits à 8 motifs en exploitation standard), en fonction de sept coefficients d'occupation des sols, La phase de distribution repose sur un modèle gravitaire intégrant un calcul de temps généralisés multimodaux par motif, selon la captivité modale des habitants des différentes zones. La phase de choix modal intègre la distance du déplacement et dépend du motif considéré, La dernière phase d'affectation sur les infrastructures de transport repose sur le principe de Wardrop, où chaque usager cherche à minimiser son coût généralisé de transport.

L'objectif principal de MODUS est de tester, à un horizon de 10 ou 25 ans, des variantes globales du réseau de transport régional ou d'infrastructures particulières. On retiendra que MODUS considère un zonage très fin de la région Ile-de-France. Il restitue des matrices origine-destination entre 1277 zones de déplacements selon les modes de transports utilisés, en intégrant les déplacements des non-franciliens en Ile-de-France. De part son degré de finesse, il peut, sur l'analyse de la charge des réseaux, lister les points de congestion qui apparaîtront dans le futur. Il affecte les déplacements sur des liaisons (Paris-Paris, Paris-petite couronne), quelle que soit la localisation résidentielle des personnes qui effectuent ces déplacements. MODUS travaille donc de manière très fine (1277 zones), et sa pertinence réside dans cette caractéristique, notamment du point de vue de ces résultats localisés. MODUS intègre l'évolution des offres routières et des offres en transports collectifs prévues dans le schéma directeur Ile-de-France à l'horizon 2005.

Le modèle QUINQUIN fournit des résultats macroscopiques et s'appuie sur un certain nombre d'invariants pour se projeter dans le futur dans une logique de simulation macro-économique du système des transports à un horizon de 10 ou 25 ans sous diverses hypothèses d'évolutions de revenus, de population ou de politiques de transports. Il scinde la RIF en trois zones : Paris, la petite couronne et la grande couronne. En se basant sur les enquêtes globales transports (RIF), il utilise un certain nombre d'invariants très marqués qui caractérisent la mobilité : On trouve ainsi une relation très stable entre le niveau des revenus et celui de la mobilité motorisé : la mobilité motorisée est une fonction croissante des revenus, et sur la RIF, les

¹ Tabourin (E.), *Un modèle de simulation du financement des transports collectifs urbains à l'an 2000 : le modèle QUINQUIN, Application à l'agglomération lyonnaise*, Thèse d'Université Lumière-Lyon2, Lyon, septembre 1989.

Bouf (D.), *Un nouvel instrument pour le dialogue stratégique entre la RATP et ses partenaires : le modèle GROS QUIN-QUIN*, Thèse d'Université Lumière-Lyon2, Lyon, octobre 1989.

données issues des trois EGT de 1976, 1983 et 1992 se calent parfaitement sur une même courbe.

On observe également une conservation dans le temps de la répartition des déplacements des personnes entre les modes VP et TC, selon la catégorie de motorisation et la zone de résidence des ménages. D'une manière générale, plus les ménages sont motorisés, plus l'usage de la voiture particulière est important, quelle que soit la zone de résidence ; par ailleurs, plus les ménages sont localisés loin de Paris, plus l'usage des transports collectifs est faible.

Compte tenu de ces invariants et d'hypothèses relatives aux évolutions d'équipement en voitures particulières des ménages (équipement croissant en fonction du revenu des ménages) et de la taille des ménages selon les trois zones de résidences, nous pouvons estimer pour deux horizons (2005 et 2015) les niveaux de mobilités en VP et en TC des résidents de chacune des trois zones.

Dans sa version actuelle, QUINQUIN n'intègre pas l'impact les infrastructures nouvelles prévues aux horizons du modèle. Il délivre des niveaux de mobilité considérés selon les modes voiture particulière et transports collectifs, et compte tenu d'hypothèses relatives à la répartition de la population entre Paris, la petite et la grande couronne, estime des déplacements effectués selon ces deux modes par les habitants de chacune de ces trois zones. A la différence de MODUS, les déplacements ne sont pas distribués spatialement, mais attribués sur la base des résultats des enquêtes Globales Transports, aux trois zones de résidence. QUINQUIN travaille donc de manière macroscopique, et sa pertinence réside dans sa facilité à intégrer des hypothèses variées de croissance économique ou de localisation différentiée de la population de la région Ile-de-France. La dynamisation du modèle par la définition de scénarios différentiés en termes de croissance des revenus et de localisation des populations aux horizons 2005 et 2015 permet d'évaluer une fourchette des déplacements que le système de transport aura à supporter. Les résultats obtenus sont confrontés aux résultats issus de l'utilisation de MODUS, en considérant une hypothèse de croissance annuelle faible des revenus à 1% (QQ1%), et une croissance plus élevée de 2% (QQ2%).

La finesse de l'analyse de MODUS (matrices origine-destination sur 1277 zones par motifs et par mode) est incompatible avec l'aspect macroscopique de QUINQUIN. Le seul point de comparaison possible entre les deux modèles se résume à l'estimation globale des déplacements en voiture particulière et en transports collectifs aux deux horizons 2005 et 2015. Cette comparaison ne peut en aucun cas s'appuyer sur des grandeurs absolues de déplacements (non intégration des déplacements des non franciliens par QUINQUIN), mais sur des pourcentages d'évolution entre les situations estimées de 1992 par chacun des modèles et les situations projetées par chacun de ces modèles.

Compte tenu de ces remarques, les deux tableaux qui suivent résument l'ensemble des simulations que nous avons présentées, en donnant le pourcentage d'évolution par rapport à 1992 des différentes simulations réalisées :

Tableau 1 : évolution des déplacements par rapport à 1992, selon une répartition de la population commune aux deux modèles entre Paris, petite et grande couronne

2005	VP	TC	Total
MODUS	+9%	+8%	+9%
QQ 1%	+12%	+4%	+9%
QQ 2%	+17%	+5%	+13%
2015	VP	TC	Total
MODUS	+17%	+17%	+17%
QQ 1%	+22%	+7%	+17%
QQ 2%	+33%	+9%	+25%

Tableau 2 : évolution des déplacements par rapport à 1992, avec baisse de la population dans Paris, stagnation en petite couronne et forte croissance en grande couronne

2005	VP	TC	Total
MODUS	/	/	/
QQ 1%	+14%	+1%	+10%
QQ 2%	+19%	+3%	+14%
2015	VP	TC	Total
MODUS	/	/	/
QQ 1%	+26%	+2%	+19%
QQ 2%	+37%	+4%	+27%

Lorsque la répartition des populations est identique entre les deux modèles (tableau 1), MODUS et QUINQUIN, considéré avec une hypothèse de croissance annuelle moyenne des revenus de 1%, donnent des résultats identiques en termes d'évolution globale des déplacements à l'horizon 2005 (+9%) et à l'horizon 2015 (+17%). Par contre, les évolutions modales sont très différentes. Alors que MODUS prévoit des évolutions à peu près identiques entre les modes individuel et collectif, QUINQUIN restitue des évolutions nettement différencierées au profit de la voiture particulière. Cette croissance plus forte de la voiture particulière s'explique par le glissement de la population vers des zones plus périphérique, où la motorisation est plus élevée que dans Paris, et où l'usage de la voiture particulière est plus important.

Si l'on introduit dans QUINQUIN une dynamique plus soutenue de la croissance économique (2%), il en résulte une génération de déplacement plus élevée (+4 points à l'horizon 2005 et +8 points à l'horizon 2015). Ici encore, bien que les deux modes bénéficient de la hausse des déplacements, c'est la voiture particulière qui progresse le plus par rapport à l'année de base. On notera que sous cette hypothèse de croissance annuelle moyenne à 2%, les évolutions de déplacements en voiture particulière sont pratiquement du double des estimations réalisées par MODUS, alors que les évolutions des déplacements en transports collectifs sont de moitié de celles de MODUS.

La prise en compte d'une répartition différente de la population, qui envisage une diminution de la population parisienne, une stagnation de la population en petite couronne et un développement de la localisation des ménages uniquement en grande couronne favorise la génération de déplacements, et accentue le phénomène de différentiation de la répartition modale de ces déplacements en faveur de la voiture particulière.

Les implications en termes de part de marché des modes mécanisés sont importantes. En 1992, MODUS restitue une part de marché de la voiture particulière dans le total des déplacements mécanisés de 70,1%. Le modèle QUINQUIN, qui n'intègre pas les déplacements des non résidents en Ile-de-France, restitue une part de marché inférieure, de 67,9%. La différence s'explique par le fait que les non résidents ont une propension à utiliser la voiture particulière supérieure à celle des résidents. Comme pour les déplacements, nous pouvons dès lors comparer les deux modèles en termes d'évolution relative par rapport à l'année de base. Si nous reprenons la structure des tableaux précédents, en faisant apparaître le

différentiel de part de marché de la VP2 entre les horizons considérés et l'année 1992, nous obtenons le tableau suivant :

Tableau 1 : gain de part de marché de la VP, selon une répartition de la population commune aux deux modèles entre Paris, petite et grande couronne		Tableau 2 : gain de part de marché de la VP, avec baisse de la population dans Paris, stagnation en petite couronne et forte croissance en grande couronne	
2005	VP	2005	VP
MODUS	+0,1 pt	MODUS	/
QQ 1%	+1,6 pt	QQ 1%	+2,4 pt
QQ 2%	+2,4 pt	QQ 2%	+ 4,5 pt
2015	VP	2015	VP
MODUS	+0 pt	MODUS	/
QQ 1%	+2,9 pt	QQ 1%	+ 3,2 pt
QQ 2%	+4,2 pt	QQ 2%	+ 5,7 pt

Alors que MODUS prévoit un maintien de la part de marché des transports collectifs aux deux horizons 2005 et 2015, QUINQUIN estime que cette part de marché va diminuer, quelque soit l'hypothèse de croissance des revenus et l'horizon envisagés.

Si l'on considère les résultats donnés par les Enquêtes Globales Transports, la part de marché des TC dans le total des modes mécanisés est passée de 32,1% en 1976, à 31,2% en 1983 puis à 28,8% en 1991³. Entre les deux EGT extrêmes, soit sur 15 ans, on constate que la voiture particulière a gagné 3,3 points de part de marché. Il semble donc bien que QUINQUIN restitue cette tendance à l'augmentation de la part modale de la voiture particulière et à la baisse de celle des transports collectifs, dans des limites qui ne semblent pas absurdes par rapport aux évolutions passées.

Si l'on considère les scénarios extrêmes considérés par les deux modèles - résultats MODUS comparés avec ceux de QUINQUIN à 2% de croissance annuelle des revenus et population périphérisée - des différences plus que conséquentes apparaissent. Le modèle QUINQUIN, par rapport à MODUS, restitue :

- à l'horizon 2005, 5 points de croissance supplémentaire de déplacements (+14% contre +9% par rapport à 1992), inégalement répartis entre la VP (10 points de différence) et les TC (-5 points). Alors que la part modale des TC dans le total des déplacements mécanisés demeure identique pour MODUS, elle diminue de 4,5 points pour QUINQUIN.
- à l'horizon 2015, 10 points de croissance supplémentaire de déplacements (+27% contre +17% par rapport à 1992), inégalement répartis entre la VP (20 points de différence) et

² Ce différentiel se mesure en points, dans la mesure où il correspond à une différence de pourcentage. Etant donné que le total part de marché VP et part de marché TC est égal à l'unité, si la part de marché de la VP progresse de x point, celle des TC baisse de x point.

³ La différence entre les 28,8% donnés par l'EGT de 1991 et les 27,9% restitué par le modèle QUINQUIN provient de l'affectation des déplacements mixtes (VP + TC) au mode principal pour QUINQUIN.

les TC (-13 points). En 2015, la part modale des TC dans le total des déplacements mécanisés demeure identique à celle de 1992 pour MODUS, elle diminue de 5,7 points pour QUINQUIN.

Les résultats fournis par le modèle QUINQUIN ne semblent pas s'inscrire en faux par rapport aux évolutions passées. La robustesse temporelle des invariants que nous avons mis en évidence, et sur lesquels repose le modèle, nous laisse penser que nos simulations macroscopiques aux horizons 2005 et 2015 sont plus que correctes, pour peu qu'aucune rupture majeure n'intervienne dans le système de transport. En effet, nous supposons implicitement que les effets d'offres nouvelles routières et en transports collectifs ne sont pas suffisamment importants pour modifier de manière significative les grandes évolutions passées. De même, nous supposons implicitement que ces offres nouvelles accompagnent, comme par le passé, les grandes tendances de la mobilité. En effet, la progression importante des déplacements mis en exergue par QUINQUIN, notamment pour la voiture particulière, peut conduire à des situations de congestion telles, qu'une intervention nette des pouvoirs publics en faveur d'un rééquilibrage modal soit nécessaire. Ce retour de la congestion sur le partage modal n'est pas réalisé par QUINQUIN, alors que MODUS, à partir de son analyse basée sur des coûts généralisés de déplacements, peut intégrer cet effet.

Cependant, malgré ce qui vient d'être dit, il serait intéressant de pouvoir tester les scénarios extrêmes envisagés dans QUINQUIN par le modèle MODUS. Ce dernier, de part son degré de finesse, permettrait de "pointer" les espaces de développement de la congestion, et donc de proposer des politiques pertinentes de développement des grandes infrastructures de transports, de calculer des taux de rentabilité associés, ce qu'en l'état de son développement le modèle QUINQUIN ne sait pas faire.

2. LES EVOLUTIONS DE LA DEMANDE DE TRANSPORT DE MARCHANDISES A L'HORIZON 2015

L'analyse concerne les échanges *intérieurs* réalisés par les modes de transport routier, ferroviaire et fluvial. Sont pris en compte *l'ensemble des échanges de marchandises réalisés sur le territoire français sous pavillon national ou étranger et uniquement sur la partie française des acheminements*.

Nous présentons succinctement les modèles du SES et du LET et analysons ensuite les différences de prévisions du trafic de marchandises et de sa répartition modale.

2.1. Les différents modèles explicatifs du fret

2.1.1. *Les modèles du SES*

Le SES dispose de plusieurs modèles pour établir des prévisions de trafic de marchandises (MELT, SES, 1996). Ainsi :

1°) Les évolutions à long terme du potentiel transportable intérieur total sont déterminées en fonction des indicateurs de la croissance économique et d'hypothèses relatives à l'évolution

du trafic de transit routier en France et des échanges liés au commerce extérieur français qui sont réalisés par des véhicules routiers qui ne sont pas immatriculés en France.

- Le tonnage-kilométrique total (n'incluant pas le transit routier et les importations et exportations françaises sous pavillon routier étranger) est distingué selon 14 groupes de produits. Leur trafic est rattaché à des indicateurs économiques sectoriels définis au niveau des branches de la Nomenclature des Activités et des Produits (NAP 40). Les hypothèses d'évolution à long terme de chacune des variables explicatives (activités des branches) sont déterminées à partir du cadre prévisionnel défini par le modèle DIVA réalisé au BIPE.
- Le trafic de transit est estimé à partir des données statistiques collectées et publiées par la CEMT au cours de la période 1984-1992.
- Les échanges liés au commerce extérieur français réalisés sous pavillon routier étranger sont modélisés à partir des statistiques douanières sous l'hypothèse d'une stabilité des parts du pavillon français et du pavillon étranger respectivement.

2°) Le tonnage-kilométrique des modes de transport ferroviaire et fluvial est expliqué directement en fonction d'indicateurs de croissance économique (production agricole, industrielle et du BTP) et de paramètres de compétitivité inter-modale (prix de transport, offre d'infrastructure).

3°) Les parts de marché *nationales* de la route sont distinguées selon les différentes catégories de produits transportés et expliquées en fonction d'indicateurs caractérisant l'offre du transport routier (prix de transport, offre d'infrastructure autoroutière). Il est fait l'hypothèse que les parts de marché *intérieures* (hors transit) évoluent de façon similaire à celles constatées au niveau national. Le tonnage-kilométrique routier *intérieur* (hors transit) est alors prédit par NST en tenant compte d'une part des évolutions à long terme du potentiel transportable total en fonction de la croissance économique et d'autre part du prix du transport routier et de l'offre d'infrastructure autoroutière.

Les prévisions à long terme du potentiel transportable intérieur total peuvent donc être réalisées de deux façons différentes :

- 1) elles peuvent être établies à partir des élasticités à la croissance économique et aux importations et exportations françaises, et d'hypothèses relatives à l'évolution des trafics routiers réalisés sous pavillon étranger.
- 2) elles peuvent être reconstituées en agrégeant les simulations relatives à chacun des modes de transport considérés. Dans ce cas, le potentiel transportable total est fonction de la croissance économique et industrielle et des facteurs d'offre de transport (le prix du transport routier, la longueur du réseau autoroutier) intervenant dans l'explication du trafic des modes de transport routier, ferroviaire et fluvial.

La cohérence entre les deux approches nécessite donc au moins une vérification empirique a posteriori, comme cela a pu être fait dans le cas du scénario médian.

2.1.2. *Le modèle Quinquin-fret du LET*

L'architecture du modèle Quinquin-fret se comprend comme l'emboîtement de plusieurs phases correspondant : 1) à la génération du trafic (tonnes-kilomètres) et 2) au partage modal des échanges.

Les évolutions passées du tonnage-kilométrique national sont expliquées en segmentant les causalités relatives au tonnage d'une part et à la distance de transport d'autre part.

En effet, d'une part la distance moyenne de transport s'allonge de l'ordre de + 36 % sur l'ensemble de la période 1971-1991, d'autre part les variations annuelles de la distance de transport ne sont pas corrélées aux fluctuations conjoncturelles. Les effets respectifs de la conjoncture industrielle et de l'organisation spatiale des activités économiques sont ainsi dissociés pour expliquer les variations passées des tonnages transportés.

- Les variations annuelles des tonnages transportés sont corrélées aux mouvements de la conjoncture industrielle nationale. L'indice de la production industrielle nationale a été choisi comme variable explicative du tonnage des différents produits transportés.
- En revanche, les déterminants de l'évolution de la distance de transport n'ont pas été explicités. Il est fait l'hypothèse d'un prolongement à long terme des distances de transport selon la tendance qui s'est affirmée au cours des décennies 70 et 80.

L'analyse rétrospective des évolutions passées du fret national et international et de la production industrielle nationale met en évidence l'amplification à la hausse et à la baisse des mouvements de la conjoncture industrielle par le transport de marchandises. Il apparaît également que le fret à transporter diminue, au lieu de stagner, lorsque la croissance économique stagne. L'amplification des mouvements de la conjoncture industrielle n'est pas forcément identique à la hausse et à la baisse de la production industrielle.

Cette analyse conduit à sélectionner, pour expliquer le potentiel transportable total en fonction de la croissance industrielle, des fonctions définissant des élasticités variables du tonnage transporté en fonction du rythme de la croissance industrielle.

Le fret est distingué selon différentes catégories de produits. La réactivité des divers produits à la croissance économique et les stratégies d'organisation géographique spécifiques à chacune des branches économiques sont ainsi prises en compte. Le volume de fret total est reconstitué en agrégeant le tonnage-kilométrique relatif à chacun des produits transportés.

Le mode fluvial est considéré comme un mode de transport au déclin avancé et donc hors du champ concurrentiel occupé par les modes de transport routier et ferroviaire. Les simulations du tonnage-kilométrique fluvial sont ainsi basées sur le prolongement à long terme des parts de marché de ce mode de transport.

En revanche, le partage modal des échanges entre la route et le rail est explicité en fonction des paramètres de compétitivité à savoir les prix et les temps de transport relatifs à ces deux modes de transport. Les parts de marché (distinguées selon les différentes catégories de produits) du mode de transport routier sont ainsi fonction des paramètres caractérisant l'offre

de transport du mode routier et du mode ferroviaire. Le modèle de partage modal ainsi construit permet une très bonne reconstitution de ce dernier sur la période 1971-1991.

2.1.3. *Les différentes hypothèses scénariales*

Le SES considère un scénario « médian » à partir duquel sont « dérivés » cinq scénarios de simulation (cf. Tableau I). Ils prennent en compte les modifications du rythme d'évolution à long terme des variables explicatives, prises une à une (la croissance économique et industrielle, les prix du transport, l'offre d'infrastructure autoroutière), tout en maintenant inchangées les autres hypothèses scénariales définissant le scénario « médian ».

Les scénarios « croissance forte » et « croissance faible » modulent ainsi uniquement le rythme de la croissance économique et industrielle. Des variations différenciées du prix des transports sont considérées dans les scénarios de politique de régulation « libérale » et « volontariste ». Le scénario « offres hautes » considère un accroissement plus significatif du réseau autoroutier national que celui supposé dans le scénario « médian ».

Tableau I : Les différentes hypothèses scénariales testées par le SES (évolution 1992-2015)

	Hypothèse basse	Scénario médian	Hypothèse haute
	ENVIRONNEMENT CONJONCTUREL		
	CROISSANCE FAIBLE	CROISSANCE MEDIANE	CROISSANCE FORTE
PIB	+ 1,9 %/an	+ 2,4 %/an	+ 2,9 %/an
PROD. INDUSTRIELLE	+ 1,3 %/an	+ 2,2 %/an	+ 2,8 %/an
PRIX DU GAZOLE (HT) (en francs constants 1990)	de 1,17 f/l à 2,01 f/l $\Leftrightarrow + 71,8\%$ de 1992 à 2015 $\Leftrightarrow + 2,4\%$ /an		
COUT SALARIAL (en francs constants)	$\Leftrightarrow + 1,4\%$ /an		

REGULATION CONCURRENTIELLE DU MARCHE DU FRET			
	REGULATION LIBERALE	REGULATION MEDIANE	REGULATION VOLONTARISTE
TIPP GAZOLE (évolution 1992-2015, en francs constants 90)	de 1,60f/l à 1,93 f/l +20,6% de 92 à 2015 ⇒+0,8 %/an	de 1,60 f/l à 2,40 f/l +50,0% de 92 à 2015 ⇒+ 1,8 %/an	de 1,60f/l à 3,05 f/l +90,6% de 92 à 2015 ⇒+ 2,8 %/an
PRIX DU GAZOLE (TTC) (en francs constants 1990)	de 3,15f/l à 4,7f/l +49,2 % de 92 à 2015 ⇒+1,8 %/an	de 3,15f/l à 5,25f/l +66,7 % de 92 à 2015 ⇒+2,2 %/an	de 3,15f/l à 6,0f/l +90,4 % de 92 à 2015 ⇒+2,8 %/an
TAXE A L'ESSIEU			
NORMES TECHNIQUES DES VEHICULES	PTAC à 44 tonnes ⇒-5% des prix		
CONTRAT DE PROGRES		Mise en oeuvre ⇒+ 6 % du prix routier	Mise en oeuvre plus complète ⇒+ 9 % du prix routier
PRIX ROUTE	- 3 % de 1992 à 2015 ⇒ - 0,13 %/an	+15% de 1992 à 2015 ⇒+ 0,61 %/an	+36% de 1992 à 2015 ⇒+ 1,35 %/an
PRIX FER	0 % de 1992 à 2015 ⇒ 0 %/an	+ 8 % de 1992 à 2015 ⇒+ 0,34 %/an	+15 % de 1992 à 2015 ⇒+ 0,61 %/an
PRIX FLUVIAL	+10% de 1992 à 2015 ⇒+ 0,42 %/an	+10% de 1992 à 2015 ⇒+ 0,42 %/an	+10% de 1992 à 2015 ⇒+ 0,42 %/an
REGULATION CONCURRENTIELLE DU TRANSPORT DE VOYAGEUR			
	REGULATION LIBERALE	REGULATION MEDIANE	REGULATION VOLONTARISTE
Prix moyen pondéré du carburant	+14% de 92 à 2015 ⇒+0,6 %/an	+23% de 92 à 2015 ⇒+0,9 %/an	+34% de 92 à 2015 ⇒+1,3 %/an
Recette unitaire ou produit moyen voyageur :			
Aérien	-29% de 1992 à 2015 ⇒-1,5 %/an	-11% de 92 à 2015 ⇒-0,5 %/an	-6% de 1992 à 2015 ⇒-0,3 %/an
Ferroviaire	-8% de 1992 à 2015 ⇒-0,4 %/an	0% de 92 à 2015	+8% de 1992 à 2015 ⇒+0,3 %/an
POLITIQUE D'OFFRE D'INFRASTRUCTURE DE TRANSPORT			
	OFFRE MEDIANE		OFFRE HAUTE
OFFRE FER	<ul style="list-style-type: none"> • Tunnel sous la Manche • Ligne TGV-fret Barcelone-Perpignan 		
OFFRE FLUVIALE	<ul style="list-style-type: none"> • Canal Rhin-Rhône • Canal Seine-Nord 		
OFFRE AUTOROUTIERE (urbaine et inter-urbaine)	<ul style="list-style-type: none"> • réalisation des « coups partis » ⇒ + 350 km/an de 1992 à 2006 • + 180 km/an de 2006 à 2015 		<ul style="list-style-type: none"> • + 350 km/an de 1992 à 2015

2.2. Les évolutions du potentiel transportable intérieur à l'horizon 2015.

Dans l'hypothèse d'une croissance de la production économique et industrielle médiane ou forte (Cf. tableau II), les évolutions à long terme résultant des modèles du LET (tkm intérieur hors transit) sont beaucoup plus fortes que celles résultant des modèles du SES (tkm intérieur incluant le transit). En revanche, dans l'hypothèse d'une croissance faible, les prévisions du LET sont plus faibles que celles réalisées par le SES.

TABLEAU II. Les évolutions du potentiel transportable à l'horizon 2015
Comparaison des modèles du SES et du LET

	OBSERVE 1992	SCENARIOS 2015		
		« croissance basse »	« médian »	« croissance forte »
TRAFFIC INTERIEUR (TRANSIT INCLUS) RESULTATS DU S.E.S.				
TKM (en milliards)	216	295,8	345,8	419,8
évolution 1992-2015		+ 36,9 %	+ 60,0 %	+ 94,3 %
tcma 1991-2015		+ 1,4 %	+ 2,1 %	+ 2,9 %
TRAFFIC INTERIEUR HORS TRANSIT LET				
TKM (en milliards)	185,2	244,6	377,3	521,1
évolution 1992-2015		+ 32,1 %	+ 103,7 %	+ 181,4 %
tcma 1991-2015		+ 1,2 %	+ 3,1 %	+ 4,6 %
➔ dont trafic national				
TKM (en milliards)	133,9	171,4	266,6	375,9
évolution 1992-2015		+ 28,0 %	+ 99,1 %	+ 180,7 %
tcma 1991-2015		+ 1,1 %	+ 3,0 %	+ 4,6 %
➔ dont commerce extérieur				
TKM (en milliards)	51,3	73,2	110,7	145,2
évolution 1992-2015		+ 42,7 %	+ 115,8 %	+ 183,0 %
tcma 1991-2015		+ 1,6 %	+ 3,4 %	+ 4,6 %

Il n'est pas impossible que l'estimation rapide de la dynamique du commerce extérieur, faite par le LET pour rendre les prévisions de QuinQuin-Fret comparables avec celles du SES, sous-estime le rythme de croissance du trafic international par rapport à celui du national. Mais, outre que le calage en a été réalisé selon la même méthode d'élasticité variable en fonction de l'indice de production industrielle de la France sur la période 1973-1989, il serait douteux que la dynamique du commerce extérieur français soit durablement différente de celle du commerce intérieur. En revanche une partie de la différence entre les estimations du SES et celles du LET est à rechercher dans le trafic de transit. L'ajout de ce dernier aux estimations du LET rendraient ces dernières compatibles avec celles du SES dans le scénario de croissance faible, mais accroîtrait l'écart entre les unes et les autres dans les autres scénarios.

L'adoption d'une hypothèse d'élasticité variable, plutôt que constante, reliant les variations annuelles du fret à la croissance industrielle, explique tout à fait la sensibilité beaucoup plus

grande, dans les résultats du LET que dans ceux du SES, des évolutions du fret intérieur e répondre aux fluctuations de la conjoncture industrielle

En outre, le SES considère *dans certains de ses scénarios* (scénarios « libéral », « volontariste » et « offres hautes ») que le potentiel transportable total est affecté par la variation des prix du transport routier et l'évolution de l'offre d'infrastructure autoroutière. Certes, l'impact de ces deux facteurs est relativement faible, surtout lorsqu'il est comparé à celui de la croissance économique. En revanche, le modèle Quinquin-fret du LET limite les effets des facteurs d'offre de transport à l'explication du partage modal des échanges. Le potentiel de transport est déterminé par la seule variation de la croissance industrielle.

2.3. Les évolutions de la répartition modale des flux intérieurs à l'horizon 2015

Les comparaisons des parts de marché des modes de transport routier, ferroviaire et fluvial correspondant à chacun des scénarios testés par le SES et par le LET sont données dans les tableaux suivants.

TABLEAU III. Les simulations à l'horizon 2015 du partage modal des flux intérieurs (modèles SES)

	ROUTE	FER	FLUVIAL	TOTAL
Observé en 1992	75 %	22 %	3 %	100 %
Scénario 2015 « médian »	81 %	17 %	2 %	100 %
« croissance haute »	82 %	16 %	2 %	100 %
« croissance faible »	81 %	17 %	2 %	100 %
« régulation volontariste »	78 %	19 %	3 %	100 %
« régulation libérale »	84 %	14 %	2 %	100 %
« offres hautes »	82 %	15 %	2 %	100 %

Les simulations du SES montrent que quelque soit le scénario considéré, la part de marché du mode routier connaît à l'horizon 2015 une augmentation par rapport au niveau constaté en 1992. La part de marché de la route, qui représentait 75 % du tonnage-kilométrique intérieur en 1992, varie à l'horizon 2015 dans une fourchette de 77,7 % (scénario d'une politique de régulation « volontariste ») à 83,5 % (scénario d'une politique de régulation « libérale »).

L'hypothèse d'un scénario « libéral » misant sur une baisse à long terme des prix du transport routier (de l'ordre de - 0,13 % en moyenne annuelle au cours de la période 1992-2015) et sur l'allongement continu du réseau autoroutier (de 6.330 à 12.687 kilomètres en ce qui concerne les autoroutes de liaison) conduit à une augmentation de moins de 10 points de parts de marché pour le mode routier. Cette évolution est moins importante que celle constatée au cours des décennies 70 et 80. De 1971 à 1992, les parts de marché intérieures du mode routier augmentent de 51 % à 75 % soit quelque 23 points supplémentaires.

Les simulations envisagées mettent également l'accent sur la difficulté à inverser la donne concurrentielle par l'action des prix du transport. L'hypothèse d'une politique de régulation « volontariste » conduit à une relative stabilisation de la part de marché du mode routier (78 % en 2015 au lieu de 75% en 1992).

**TABLEAU IV. Les simulations à l'horizon 2015 du partage modal
des flux nationaux (modèle LET)**

	ROUTE	FER	FLUVIAL	TOTAL
Observé en 1992	76 %	21 %	3 %	100 %
Scénario 2015 « médian »	88 %	11 %	< 1 %	100 %
« croissance haute »	88 %	11 %	< 1 %	100 %
« croissance faible »	89 %	11 %	< 1 %	100 %
« régulation volontariste »	87 %	12 %	< 1 %	100 %
« régulation libérale »	89 %	10 %	< 1 %	100 %
« offres hautes »	> 89 %	< 10 %	< 1 %	100 %

Les simulations du LET, qui portent sur le partage modal du trafic *national* (et non intérieur comme pour le SES), mettent en évidence les éléments suivants :

- une croissance de la part de marché du mode routier au cours de la période 1992-2015 quel que soit le scénario considéré. Dans l'hypothèse du scénario « médian », l'amélioration de la compétitivité du mode routier au cours de la période 1992-2015 est beaucoup plus importante (un gain de plus de 12 points de part de marché) que dans les résultats avancés par le SES (un gain de l'ordre de 6 points de part de marché) ;
- l'inefficacité de la politique de régulation « volontariste » à stabiliser la répartition modale des échanges de marchandises. L'augmentation des prix du transport routier (de surcroît accompagnée d'une hausse des prix ferroviaires et de l'allongement du réseau autoroutier national) conduit à une augmentation de la part de marché de la route de plus de 10 points entre 1992 et 2015. Le scénario « volontariste » ne parvient à infléchir les évolutions du scénario « médian » que d'un peu plus de 1 point (dans l'hypothèse du SES cette inflexion est de l'ordre de 3 points) ;
- l'amélioration de la compétitivité du mode routier est plus significative dans l'hypothèse d'une augmentation de l'offre d'infrastructure autoroutière (scénario « offres hautes ») que dans l'hypothèse d'une baisse des prix du transport routier (scénario « libéral »). C'est le contraire dans les résultats du SES.

A l'instar des simulations réalisées par le SES, nous avons considéré que l'impact dû à l'allongement du réseau autoroutier au cours de la période 1992-2015 était identique à celui constaté au cours des décennies passées. Cette hypothèse ne nous semble toutefois pas réaliste. Une alternative pourrait être de pondérer l'impact de l'augmentation kilométrique du réseau autoroutier sur le long terme par des coefficients de plus en plus faibles, de plus en plus proches de zéro. L'impact sur le temps de transport routier d'un allongement du réseau autoroutier serait ainsi de moins en moins significatif.

TABLEAU V. Les évolutions du tonnage-kilométrique intérieur des modes de transport à l'horizon 2015 (modèles SES)

	SCENARIOS					
	« médian »	« croissance haute »	« croissance faible »	« régulation libérale »	« régulation volontariste »	« offres hautes »
ROUTE						
TKM 2015 (en milliards)	280,0	343,0	239,0	301,0	255,0	286,5
évolution 92-2015	+ 73,9 %	+ 113,0 %	+ 48,4 %	+ 87,0 %	+ 58,4 %	+ 78,0 %
tcma 92-2015	+ 2,4 %	+ 3,3 %	+ 1,7 %	+ 2,8 %	+ 2,0 %	+ 2,5 %
FER						
TKM 2015 (en milliards)	57,5	66,6	49,6	52,0	63,6	53,3
évolution 92-2015	+ 19,3 %	+ 38,2 %	+ 2,9 %	+ 7,9 %	+ 32,0 %	+ 10,6 %
tcma 92-2015	+ 0,8 %	+ 1,4 %	+ 0,1 %	+ 0,3 %	+ 1,2 %	+ 0,4 %
FLUVIAL						
TKM 2015 (en milliards)	8,3	10,1	6,6	7,3	9,4	8,3
évolution 92-2015	+ 20,3 %	+ 46,4 %	- 4,3 %	+ 5,8 %	+ 36,2 %	+ 20,3 %
tcma 92-2015	+ 0,8 %	+ 1,7 %	- 0,2 %	+ 0,2 %	+ 1,4 %	+ 0,8 %
TOTAL						
TKM 2015 (en milliards)	345,8	419,7	295,2	360,3	328,0	348,1
évolution 92-2015	+ 60,0 %	+ 94,2 %	+ 36,6 %	+ 66,7 %	+ 51,8 %	+ 61,1 %
tcma 92-2015	+ 2,1 %	+ 2,9 %	+ 1,4 %	+ 2,2 %	+ 1,8 %	+ 2,1 %

TABLEAU VI.Les évolutions du tonnage-kilométrique intérieur des modes de transport à l'horizon 2015 (modèle LET)

	SCENARIOS					
	« médian »	« croissance haute »	« croissance faible »	« régulation libérale »	« régulation volontariste »	« offres hautes »
ROUTE						
TKM 2015 (en milliards)	332,5	458,1	216,8	335,8	327,9	338,2
évolution 92-2015	+144,8%	+237,3%	+59,7%	+147,3%	+141,5%	+149,1%
tcma 92-2015	+4,0%	+5,4%	+2,1%	+4,0%	+3,9%	+4,0%
FER						
TKM 2015 (en milliards)	42,0	58,3	26,5	38,7	46,5	36,2
évolution 92-2015	-1,2%	+37,3%	-37,7%	-9,0%	+9,5%	-14,8%
tcma 92-2015	-0,1%	+1,4%	-2,0%	-0,4%	+0,4%	-0,7%
FLUVIAL						
TKM 2015 (en milliards)	2,9	4,7	1,3	2,9	2,9	2,9
évolution 92-2015	-58,6%	-32,2%	-81,2%	-58,6%	-58,6%	-58,6%
tcma 92-2015	-3,8%	-1,7%	-7,00%	-3,8%	-3,8%	-3,8%
TOTAL						
TKM 2015 (en milliards)	377,3	521,1	244,6	377,3	377,3	377,3
évolution 92-2015	+103,7 %	+181,4 %	+32,1 %	+103,7 %	+103,7 %	+103,7 %
tcma 92-2015	+3,1 %	+4,6 %	+1,2 %	+3,1 %	+3,1 %	+3,1 %

La comparaison des évolutions à long terme du potentiel de transport intérieur des différents modes de transport résultant des modèles du SES (le transit routier et ferroviaire est inclus dans le trafic intérieur) et de ceux du LET (trafic intérieur hors transit) met en évidence les éléments suivants :

- l'augmentation des flux intérieurs ferroviaires (hors transit) n'intervient dans QuinQuin-Fret que dans l'hypothèse d'une forte croissance de la production industrielle (+ 1,4 % en moyenne annuelle dans le scénario « croissance forte ») ou d'une politique de régulation de la concurrence inter-modale volontariste (+ 0,4 % par an dans le scénario « volontariste »). Les autres scénarios de simulation conduisent à une diminution des échanges ferroviaires au cours de la période 1992-2015. L'opposition est flagrante par rapport aux résultats du SES qui considèrent une hausse du tonnage-kilométrique ferroviaire intérieur (transit inclus) au cours de la période 1992-2015 dans tous les cas de figure considérés ;
- la diminution du tonnage-kilométrique de la voie d'eau à l'horizon 2015 varie entre - 1,7% par an (scénario « croissance forte ») et - 7,0 % par an en moyenne (scénario « croissance faible »). Les résultats du SES sont beaucoup plus favorables au transport fluvial, dont le trafic intérieur ne diminue que dans l'hypothèse d'une détérioration de la conjoncture économique (scénario « croissance faible »). Dans tous les autres scénarios envisagés, la baisse des parts de marché de la voie d'eau de 1992 à 2015 est compensée par la croissance du potentiel à transporter ;
- la croissance des tonnages-kilométriques routiers intérieurs (hors transit) au cours de la période 1992-2015 varie dans une fourchette de + 2,1 % (scénario « croissance

faible ») à +5,4% (scénario « croissance forte ») par an. Ces évolutions sont beaucoup plus importantes que celles auxquelles abouti le SES. Dans les résultats du SES, le trafic routier s'accroît à un rythme moyen annuel variant entre +1,7% (scénario « croissance faible ») et +3,3% (scénario « croissance forte ») par an. A l'horizon 2015, le niveau du tonnage-kilométrique routier intérieur hors transit (résultats du LET) est plus élevé que le niveau du trafic routier intérieur (transit inclus) estimé par le SES dans tous les scénarios envisagés sauf celui supposant une croissance faible (scénario « croissance faible »).

L'impact du Tunnel sous la Manche sur la part du ferroviaire n'a pas été pris en compte dans QuinQuin-Fret. Il représente 6 milliards de tkm réalisés par le fer, soit un différentiel d'environ 1 point de part de marché sur la base des trafics de 1992.

En outre les simulations du LET ne prennent pas en compte de l'effet du canal Seine-Nord qui, selon le SES, expliquerait dans ses modèles une stabilisation de la part du fluvial.

En conclusion nous soulignerons que :

- les effets de l'offre en termes d'induction de trafic (allongement des distances et nouveaux tonnages transportés) sont mal élucidés dans les modèles : effet distance isolé du tonnage mais simplement prolongé tendanciellement dans QuinQuin-Fret, effet distance non isolé mais prédit simultanément avec le tonnage dans les modèles SES ;
- les choix méthodologiques dans le modèle QuinQuin-Fret, validés par l'analyse du passé, expliquent en grande partie les différences de résultats : il s'agit des élasticités variables plutôt que constantes, de la décomposition des causalités entre potentiel transportable et distances, d'un partage modal beaucoup plus sensible à la compétitivité en temps qu'en prix, comparativement aux modèles SES. Ces résultats impliquent une nécessaire circonspection quant à la capacité des politiques testées ici, à infléchir significativement les tendances actuelles ;
- cependant ces derniers ne doivent pas inciter au pessimisme mais à la lucidité. Ces simulations sont restées dans le cadre des scénarios du SES et d'autres simulations sont possibles, notamment en agissant sur la compétitivité relative en temps (surtout) et en prix entre fer et route, qui mettent en évidence un redressement de la part du premier.

3. LES TRANSPORTS INTER-URBAINS DE VOYAGEURS

Il s'agit ici de mener une comparaison des résultats obtenus par le SES et de ceux issus du modèle MATISSE de l'INRETS. Après avoir présenté succinctement les deux modèles, nous analyserons les divergences des simulations obtenues.

Le modèle du SES analyse la demande interurbaine de transports en fonction des trois modes routier, ferré et aérien. Il retient trois types de déterminants de la demande : le contexte socio-économique (croissance économique, consommation finale des ménages, vieillissement de la population, taux d'équipement automobile), la politique de régulation des transports (tarification d'usage des infrastructures, coût du carburant, produits moyens du ferroviaire et de l'aérien), et l'investissement en infrastructures (nouvelles lignes TGV et constructions autoroutières). Le modèle se base sur un ensemble de relations économétriques de type macro-

économiques, calées sur les évolutions passées des trafics observés sur les lignes régionales et nationales de la SNCF, d'Air Inter pour l'aérien et sur le réseau national routier pour la route.

La combinaison d'hypothèses relatives à chacun de ces déterminants vont définir des scénarios (Cf. la description des différents scénarios dans la partie relative aux trafics marchandises) à partir desquels seront estimés la génération et la répartition modale des voyageurs-kilomètres à l'horizon 2015.

Le modèle MATISSE, développé par O. Morellet à l'INRETS, retient à peu près les mêmes déterminants que le modèle du SES, mais dans une architecture très désagrégée. Il s'appuie sur un découpage assez fin du territoire national, sur la base des départements, ainsi qu'environ 200 zones pour l'étranger, et sur les déplacements interurbains de plus de 50 km⁴.

Par contre les mécanismes économiques sont intégrés de manière différente entre MATISSE et le modèle du SES, notamment avec des choix d'élasticités différentes, ce qui se traduit naturellement par des sensibilités différentes à la croissance et à l'offre.

Le tableau qui suit résume les différences de simulations obtenues pour le scénario "médian", caractérisé notamment par une croissance annuelle moyenne de la consommation finale des ménages de +2,3%, des prix du carburant de +0,9%, du produit ferroviaire de 0% et du produit aérien moyen de -0,5%. Les résultats sont présentés en termes de taux de croissance annuels moyens des voyageurs-kilomètres entre 1992 et 2015.

	1992 en mds voy-km	SES tcam 1992-2015	MATISSE tcam 1992-2015
Trafics routes nationales VP	217,4	+ 2,5%	+ 1,8%
Trafics autoroutiers ⁵ VP	68,2	+ 3,8%	+ 2,9%
Trafics ferroviaires	52,9	+ 1,8%	+ 1,9%
Trafics aériens	8,8	+ 3,5%	+ 4,3%

Pour le trafic estimé sur les routes nationales, l'écart des simulation est relativement faible (0,7 points). Une partie de cet écart peut s'expliquer par la prise en compte de champs d'analyse différents pour les deux modèles (approche par réseau selon le SES, approche globale pour MATISSE), bien que, pour les chiffres de ce tableau, les chiffres de MATISSE aient été corrigés a posteriori pour se rapprocher du champ d'analyse du SES.

Cependant l'écart s'explique surtout par des choix différents en matière de sensibilité du trafic au contexte économique : l'élasticité de la demande de déplacement à la consommation finale des ménages (CFM) est supérieure à l'unité pour le SES, et inférieur à cette même unité pour MATISSE. Dans le cadre de ce dernier, l'argument essentiel est que la voiture est en voie de banalisation et que donc l'effet des revenus serait moins fort que par le passé.

⁴ Par rapport à la présentation faite en atelier, nous reprendrons ici en compléments les commentaires présentés dans une note de synthèse du SES datée de mars-avril 1997, "Comparaisons des estimations du SES et de l'INRETS pour l'étude de projets d'infrastructures", de Christian Calzada, auquel étaient associés Messieurs Blain et Girault du SES et Marchal et Morellet de l'INRETS. Nous avons par ailleurs consulter le rapport INRETS "Modèle MATISSE, description détaillée de la version du 14-05-1997", juin 1997.

⁵ Autoroutes concédées pour le SES, toutes autoroutes pour MATISSE

Pour le trafic estimé sur autoroute, l'amplitude de l'écart entre les résultats du SES (autoroutes concédées) et ceux de MATISSE (toutes autoroutes) est plus grande (1,1 points). Globalement, cette différence de 1,1 points de croissance se traduira par une avance des prévisions du SES de 7 ans sur celles de MATISSE. Selon le SES le trafic autoroutier augmenterait donc nettement plus vite que la CFM : cela pourrait provenir d'un report du trafic du réseau national classique vers le réseau à péage (mais alors est-ce compatible avec la prévision de 2,5% de TCAM pour le réseau national ?) ou d'une propension croissante à utiliser les autoroutes à péage avec la croissance des revenus. L'ampleur de ces effets est contestée par O. Morellet. Cependant le SES maintient ses chiffrages dans le cadre d'une mise à jour récente de ses projections, chiffrages « confortés par l'analyse des trafics réalisés et estimés depuis 1990 : le trafic sur autoroutes se maintient au-dessus des estimations et le fort ralentissement de 1996 est parfaitement expliqué par le modèle du SES ».

Pour le trafic ferroviaire, les estimations d'évolution de trafic sont très proches. La moindre évolution estimée par le SES résulte de la prise en compte de la perte de trafic constatée entre 1992 et 1995, non récupérée à l'horizon de la modélisation. MATISSE n'intègre pas ce caractère de perte de clientèle.

C'est surtout sur les trafics aériens que la différence constatée entre les deux modèles est importante (0,9 points), MATISSE surestima l'évolution des déplacements aériens par rapport au modèle du SES. Elle s'explique ici encore pour l'essentiel par des estimations différentes des effets attendus de la tarification aérienne et de l'introduction de nouvelles lignes ferroviaires à grande vitesse :

- dans MATISSE les prix et les fréquences aériennes sont explicites alors qu'ils ne sont qu'implicites dans le modèle du SES ; notamment l'accroissement de 5% par an des fréquences de vols « utiles » serait responsable dans MATISSE de 1,1% de TCAM aérien ;
- l'influence des prix est très différente entre les deux modèles, puisque selon le modèle SES l'élasticité serait de -0,1 contre -1,3 pour MATISSE; de ce fait dans l'hypothèse d'une baisse des prix résultant d'une concurrence accrue entre compagnies, la hausse prédictive par MATISSE est nettement plus élevée que celle du SES ; cette différence est motivée dans la mesure où ce mode de transport est moins banalisé que ses concurrents ;
- enfin les nouvelles lignes ferroviaires à grande vitesse concernant davantage les échanges internationaux, pour O. Morellet le trafic intérieur détourné de l'aérien serait moindre que pour le SES.

Néanmoins, toujours dans le cadre d'une mise à jour récente de ses projections, le SES maintient ses chiffrages, les trafics aériens observés restant « plutôt en-dessous des résultats estimés », lesquels sont inférieurs à ceux de MATISSE.

La prise en compte des scénarios alternatifs de croissance faible et forte conduit aux variations suivantes de trafics estimés en 2015 par rapport au scénario médian :

	SES		MATISSE*	
	Croissance faible	Croissance forte	Croissance faible	Croissance forte
Route	-7,0%	+5,4%	-7,6%	+5,6%
Autoroute	-10,0%	+8,1%	-8,8%	+6,6%
Fer	-4,0%	+3,0%	-6,3%	+4,4%
Aérien	-14,7%	+12,1%	-10,8%	+8,6%
Total	-6,8%	+5,3%	-7,3%	+5,3%

* déplacements à plus de 50 km, à la différence du premier tableau

Pour les deux modèles, une faible croissance économique engendre une diminution des déplacements pour l'ensemble des modes par rapport au scénario médian, alors qu'une croissance économique plus forte a un effet inverse. L'impact de différentiels de croissances est différent selon les modes de transports. Il est relativement fort sur les transports autoroutiers et aériens, et faible pour les déplacements ferrés. Globalement, le modèle du SES amplifie légèrement plus cet effet que MATISSE, tant pour les croissances faibles que fortes. L'évolution du total est grandement déterminée par le mode dominant qu'est la route.

Pour ce qui est des tests de politiques de régulations volontaristes ou libérales, les résultats obtenus par les deux modèles, selon la même logique que précédemment sont les suivants :

	SES		MATISSE*	
	rég. volontariste	rég. libérale	rég. volontariste	rég. libérale
Route	-2,6%	+2,3%	-2,7%	+1,4%
Autoroute	-3,7%	+3,7%	-3,1%	+1,5%
Fer	-3,7%	+3,7%	-2,2%	+1,1%
Aérien	-5,3%	+15,8%	-5,0%	+29,3%
Total	-2,7%	+3,1%	-2,1%	+2,6%

* déplacements à plus de 50 km, à la différence du premier tableau

Globalement, l'impact des politiques de régulation -hormis pour l'aérien- est nettement moins prononcé que l'effet des niveaux différenciés de croissance économiques.

Pour les deux modèles, la politique de régulation volontariste diminue la croissance du transport de voyageurs de chacun des modes -par rapport au scénario médian-, alors qu'une gestion libérale stimule cette croissance. Si les modes routiers et ferroviaires sont relativement peu sensibles aux différentes politiques de régulations -le modèle du SES surestima globalement les effets par rapport à MATISSE pour ces deux modes-, les variations envisagées par les deux modèles sont plus importantes sur l'aérien.

Pour l'aérien, une différence importante apparaît dans le contexte de régulation libérale (+15,8% pour le SES et +29,3% pour MATISSE), différence expliquée précédemment par les effets de prix et d'offre.

En conclusion, les divergences constatées entre les deux modèles concernent au premier abord le trafic aérien, ce qui n'est pas négligeable, compte tenu des problèmes de capacité auxquels

doit faire face ce mode. Pour les autres modes (route et fer), les différences qui existent entre les deux modèles sont apparemment moindres. Il faudrait effectuer des tests approfondis sur les intervalles de confiance pour décider si ces différences se situent aux limites des pouvoirs séparateurs des modèles ou si elles sont significatives.

Conclusion

Au terme de cette synthèse, nous voudrions insister sur trois points, de natures très différentes, qui nous semblent essentiels.

Tout d'abord, relevons l'extrême difficulté qu'il y a à comparer des modèles qui ont des objectifs différents, utilisent différentes variables et différents liens de causalité entre ces variables. La plupart du temps, nous sommes obligés de retenir des simulations intégrant le plus petit commun dénominateur de ces modèles, et donc de perdre la richesse que chacun d'entre eux serait en mesure de produire.

Soulignons ensuite, en faisant une lecture transversale des trois domaines étudiés, l'importance de la croissance économique sur la génération des trafics. Tous les modèles (à l'exception de MODUS), intègrent comme déterminant principal -avec des enchaînements particuliers à chacun d'eux- la croissance du PIB ou celle des revenus des ménages, ou encore celle de la consommation finale des ménages. Il semble donc probant que ces données macro-économiques seront déterminantes sur l'évolution future des demandes de déplacements tant de personnes que de marchandises. Or les calculs de rentabilité et les choix d'investissements en infrastructures lourdes de transports dépendront fortement de ces données macro-économiques, dont personne ne maîtrise le devenir. Au delà des simulations effectuées par les différents modèles, les incertitudes liées à ces taux de croissance seront déterminantes dans les choix pertinents de développement des différents réseaux de transports.

Constatons enfin que dans les scénarios de forte croissance des trafics, les niveaux atteints sont parfois tels, que des situations de congestion et de saturation des réseaux ne sont pas à exclure. Nous avons difficilement pu décrypter, dans les présentations qui étaient à notre disposition, la manière dont étaient gérés ces phénomènes de seuils. Il y a fort à parier, que dans un contexte de rareté des ressources publiques, la concrétisation de certains des scénarios envisagés aboutirait à des situations particulièrement difficiles à maîtriser.

LES EVOLUTIONS DE LA DEMANDE DE TRANSPORT DE MARCHANDISES A L'HORIZON 2015

COMPARAISON DES SIMULATIONS DU SES ET DU LET

Céline LATREILLE

Charles RAUX

1. INTRODUCTION

1.1. Les objectifs de l'expertise

Le S.E.S. (Direction des Affaires Economiques et Internationales, Ministère des Transports) a élaboré différents scénarios de simulation des échanges de marchandises à l'horizon 2015 en fonction d'hypothèses tenant à la croissance économique, à la politique de régulation des transports et à l'évolution de l'offre d'infrastructure de transport.

Cette analyse de l'évolution de la demande de transport a été commandité au S.E.S. en vue de la préparation des cinq schémas directeurs d'infrastructures prévus dans la Loi d'Orientation, d'Aménagement et de Développement du Territoire du 4-02-1995 concernant les modes routiers, ferroviaires, fluviaux, portuaires et aéroportuaires.

L'objectif confié au bureau d'études INTERFACE TRANSPORT est de mener une comparaison des résultats prévisionnels établis par le SES en matière de transport de marchandises avec ceux proposés par le LET. Il s'agit donc de valider ou d'infirmer les ordres de grandeur des évolutions à l'horizon 2015 des flux de marchandises en s'appuyant sur d'autres modèles explicatifs du fret ou d'autres hypothèses.

L'analyse concerne les échanges intérieurs réalisés par les modes de transport routier, ferroviaire et fluvial. Est pris en compte l'ensemble des échanges de marchandises réalisés sur le territoire français sous pavillon national ou étranger et uniquement sur la partie française des acheminements. Les flux suivants sont ainsi intégrés à l'analyse : les flux nationaux, les échanges liés au commerce extérieur français et les flux en transit sur le territoire français.

Du national à l'intérieur

Les trafics intérieurs considèrent les flux nationaux, les flux liés aux importations et aux exportations françaises ainsi que les flux en transit sur le territoire français.

- **Les échanges nationaux** prennent en compte les flux dont l'origine et la destination sont situées sur le territoire français. Cette définition est quelque peu ambiguë puisque les trafics routiers nationaux intègrent une partie des acheminements internationaux (en particulier, les pré et post acheminements portuaires réalisés sur le territoire français).
- **Les échanges liés aux importations et aux exportations françaises** considèrent les flux réalisés sous pavillons français et étrangers. La mesure du tonnage-kilométrique se limite à la partie réalisée sur le territoire français.

1.2. Les outils d'analyse

L'exercice de comparaison prend appui sur un outil de simulation, le modèle Quinquin-fret, qui a été développé au LET. Ce modèle permet d'établir les évolutions à long terme du tonnage-kilométrique national réalisé par les modes de transport routier, ferroviaire et fluvial en considérant diverses hypothèses relatives au rythme de la croissance industrielle, aux modifications des paramètres de compétitivité inter-modale tels que les prix du transport ou les temps d'acheminement des marchandises.

Le modèle Quinquin-fret est limité à l'explication de la dynamique des flux nationaux de marchandises, définissant globalement les échanges dont l'origine et la destination finale sont situées sur le territoire français. Il ne considère donc ni les flux liés au commerce extérieur français (à l'exception des pré et post acheminements portuaires réalisés par la route, puisqu'ils sont intégrés au trafic « national » dans l'enquête T.R.M.) ni les marchandises en transit sur le territoire français.

Nous proposons donc de mettre en parallèle les simulations à long terme du trafic intérieur (modèles S.E.S.) et du trafic national (modèle Quinquin-fret, L.E.T.) et d'évaluer la « compatibilité » des résultats à partir d'hypothèses relatives à la dynamique des échanges internationaux. Une présentation synthétique des résultats, sous forme de tableaux et de graphiques comparatifs, permet de visualiser les similitudes ou les différences entre les deux optiques de modélisation.

Nous traitons d'abord des évolutions à long terme du potentiel de transport intérieur avant d'aborder la question des modifications à long terme du partage modal des échanges sous l'effet de la croissance économique, des prix du transport ou de l'offre d'infrastructure de transport.

2. LES EVOLUTIONS DU POTENTIEL TRANSPORTABLE INTERIEUR A L'HORIZON 2015

Nous présentons ci-après :

1. Les résultats des simulations à long terme du potentiel de transport intérieur qui ont été réalisées par le Service Economique et Statistique (S.E.S.) du Ministère des Transports. Nous précisons en particulier les différents facteurs explicatifs des évolutions passées du fret, les hypothèses relatives aux différents scénarios testés ainsi que les évolutions du tonnage-kilométrique à l'horizon 2015.
2. Une contre-proposition des évolutions à long terme du trafic intérieur. Elle prend appui d'une part sur les simulations des flux nationaux réalisées à l'aide du modèle Quinquin-fret, d'autre part sur des estimations des évolutions à long terme des échanges internationaux, en réponse aux rythmes de la croissance industrielle nationale.

3. LA PRESENTATION DES RESULTATS PREVISIONNELS DU S.E.S.

3.1. Les différents modèles explicatifs du fret

Le S.E.S. dispose de plusieurs modèles pour établir des prévisions de trafic de marchandises (MELT, SES, 1996). Ainsi :

1°) Les évolutions à long terme du potentiel transportable intérieur total sont déterminées en fonction des indicateurs de la croissance économique (il s'agit d'un travail de modélisation réalisé par François Bouton) et d'hypothèses relatives à l'évolution du trafic de transit routier en France et des échanges liés au commerce extérieur français qui sont réalisés par des véhicules routiers qui ne sont pas immatriculés en France.

- Le tonnage-kilométrique total (n'incluant pas le transit routier et les importations et exportations françaises sous pavillon routier étranger) est distingué selon 14 groupes de produits. Leur trafic est rattaché à des indicateurs économiques sectoriels définis au niveau des branches de la Nomenclature des Activités et des Produits (NAP 40). Les hypothèses d'évolution à long terme de chacune des variables explicatives (activités des branches) sont déterminées à partir du cadre prévisionnel défini par le modèle DIVA réalisé au BIPE.
- Le trafic de transit est estimé à partir des données statistiques collectées et publiées par la C.E.M.T.. au cours de la période 1984-1992. Le rythme moyen annuel de + 16,6 % est celui constaté au cours de cette période. Les prévisions à l'horizon 2015 tablent sur un rythme beaucoup plus faible, proche de l'évolution des échanges liés au commerce extérieur français. Ainsi, dans l'hypothèse d'une croissance économique de l'ordre de + 2,4 % par an (scénario « médian »), le transit routier en France augmenterait à un rythme annuel de + 4,8 % au cours de la période 1992-2015. Le rythme d'évolution n'est pas précisé en ce qui concerne les autres scénarios de croissance.
- Les échanges liés au commerce extérieur français réalisés sous pavillon routier étranger sont modélisés à partir des statistiques douanières sous l'hypothèse d'une stabilité des parts du pavillon français et du pavillon étranger respectivement.

2°) Le tonnage-kilométrique des modes de transport ferroviaire et fluvial est expliqué directement en fonction d'indicateurs de croissance économique et de paramètres de compétitivité inter-modale (prix de transport, offre d'infrastructure). La distinction du potentiel selon les diverses catégories de produits n'est pas introduite.

- TKM fer (national + international + transit) = f^o (production agricole, production industrielle, production du B.T.P. ; prix du transport routier ; offre d'infrastructure autoroutière)
- TKM fluvial (national + international sous pavillons français et étrangers) = f^o (production agricole, production industrielle, production du B.T.P.; prix relatif du transport fluvial par rapport au transport routier).

3°) Les parts de marché nationales de la route sont distinguées selon les différentes catégories de produits transportés et expliquées en fonction d'indicateurs caractérisant l'offre du transport routier (prix de transport, offre d'infrastructure autoroutière).

- Il est fait l'hypothèse que les parts de marché intérieures (hors transit) évoluent de façon similaire à celles constatées au niveau national.
- Le tonnage-kilométrique routier intérieur (hors transit) est alors simulé en tenant compte d'une part des évolutions à long terme du potentiel transportable total en fonction de la croissance économique et d'autre part de l'impact des facteurs d'offre de transport en termes de part de marché.

$\text{TKM route intérieur hors transit (par nst)} = f(\text{TKM total ; Part modale de la route}) = f(\text{croissance économique ; prix du transport routier ; offre d'infrastructure autoroutière})$.

Les prévisions à long terme du potentiel transportable intérieur total peuvent donc être réalisées de deux façons différentes :

- 1) elles sont établies à partir des élasticités à la croissance économique et aux importations et exportations françaises, et d'hypothèses relatives à l'évolution des trafics routiers réalisés sous pavillon étranger.
- 2) elles sont reconstituées en agrégeant les simulations relatives à chacun des modes de transport considérés. Dans ce cas, le potentiel transportable total est fonction de la croissance économique et industrielle et des facteurs d'offre de transport (le prix du transport routier, la longueur du réseau autoroutier) intervenant dans l'explication du trafic des modes de transport routier, ferroviaire et fluvial.

La cohérence entre les deux approches nécessite donc au moins une vérification empirique a posteriori.

3.2. Les différentes hypothèses scénariales

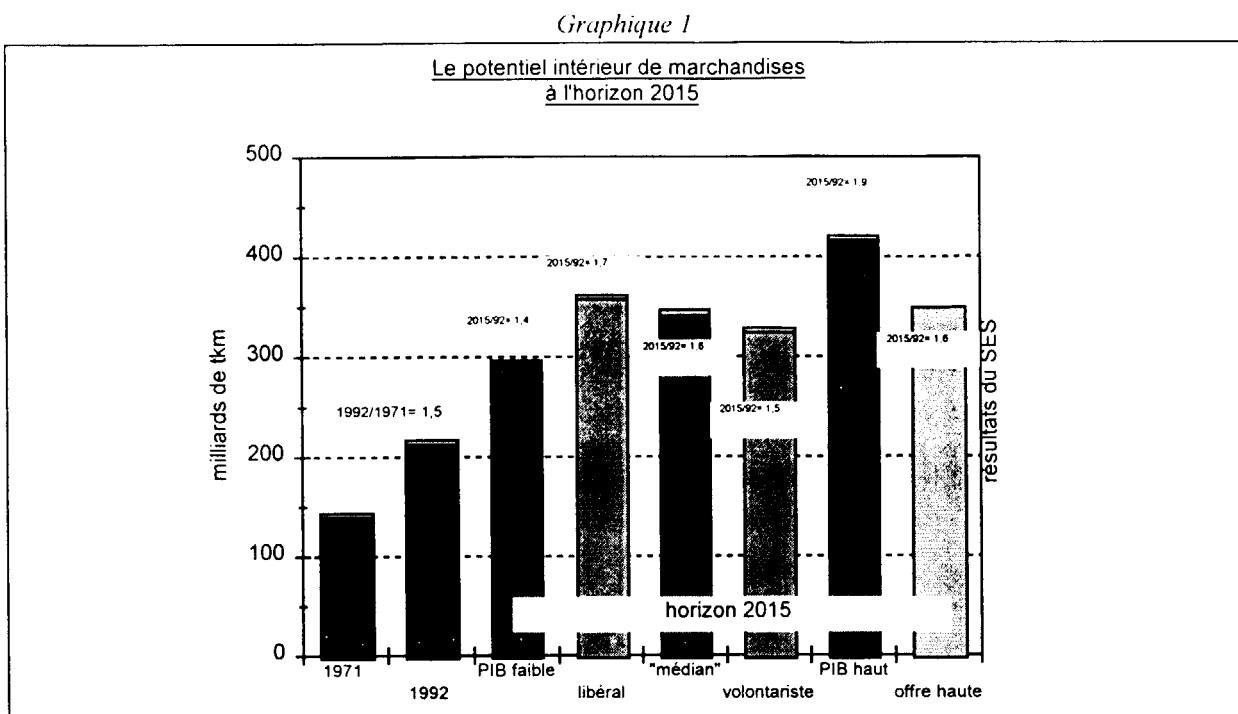
Le S.E.S. considère un scénario « médian » à partir duquel sont « dérivés » cinq scénarios de simulation (voir TABLEAU I⁶). Ils prennent en compte les modifications du rythme d'évolution à long terme des variables explicatives, prises une à une (la croissance économique et industrielle, les prix du transport, l'offre d'infrastructure autoroutière), tout en maintenant inchangées les autres hypothèses scénariales définissant le scénario « médian ».

Les scénarios « croissance forte » et « croissance faible » modulent ainsi uniquement le rythme de la croissance économique et industrielle. Des variations différenciées du prix des transports sont considérées dans les scénarios de politique de régulation « libérale » et « volontariste ». Le scénario « offres hautes » considère un accroissement plus significatif du réseau autoroutier national que celui supposé dans le scénario « médian ».

⁶ GIRAULT (M.), WARZEE (D.), « Modélisation et prévision à long terme des trafics internationaux », Note de Synthèses de l'O.E.S.T, Mars 1996.

3.3. Les évolutions à long terme du potentiel transportable

Au cours de la période 1992-2015, le potentiel transportable intérieur passe, dans l'hypothèse du scénario « médian », de 216 à 345,8 milliards de tonnes-kilomètres.



Cette évolution représente une hausse de + 60,0 % sur l'ensemble de la période considérée, c'est-à-dire un taux de croissance moyen de l'ordre de + 2,1 % par an proche du rythme de + 2,0 % constaté au cours de la période 1971-1992.

Selon le scénario retenu, le tonnage-kilométrique intérieur varie à l'horizon 2015 dans une fourchette de 295,8 (scénario « croissance faible ») à 419,8 milliards (scénario « croissance haute »). Le fret intérieur réalisé en 1992 est presque doublé à l'horizon 2015 dans l'hypothèse d'une croissance forte. En revanche, dans l'hypothèse d'une croissance plus faible, il est multiplié par un coefficient de l'ordre de 1,4 inférieur à celui du scénario « médian » (qui est de 1,6).

TABLEAU I : Les différentes hypothèses scénariales testées par le S.E.S.
 (évolution 1992-2015)

	HYPOTHESE BASSE	SCENARIO MEDIAN	HYPOTHESE HAUTE
ENVIRONNEMENT CONJONCTUREL			
	CROISSANCE FAIBLE	CROISSANCE MEDIANE	CROISSANCE FORTE
PIB	+ 1,9 %/an	+ 2,4 %/an	+ 2,9 %/an
PROD. INDUSTRIELLE	+ 1,3 %/an	+ 2,2 %/an	+ 2,8 %/an
PRIX DU GAZOLE (HT) (en francs constants 1990)		de 1,17 f/l à 2,01 f/l ⇒ + 71,8 % de 1992 à 2015 ⇒ + 2,4 %/an	
COUT SALARIAL (en francs constants)		⇒ + 1,4 %/an	
REGULATION CONCURRENTIELLE DU MARCHE DU FRET			
	REGULATION LIBERALE	REGULATION MEDIANE	REGULATION VOLONTARISTE
TIPP GAZOLE (évolution 1992-2015, en francs constants 90)	de 1,60f/l à 1,93 f/l +20,6% de 92 à 2015 ⇒+0,8 %/an	de 1,60 f/l à 2,40 f/l +50,0% de 92 à 2015 ⇒+ 1,8 %/an	de 1,60f/l à 3,05 f/l +90,6% de 92 à 2015 ⇒+ 2,8 %/an
PRIX DU GAZOLE (TTC) (en francs constants 1990)	de 3,15f/l à 4,7f/l +49,2 % de 92 à 2015 ⇒+1,8 %/an	de 3,15f/l à 5,25f/l +66,7 % de 92 à 2015 ⇒+2,2 %/an	de 3,15f/l à 6,0f/l +90,4 % de 92 à 2015 ⇒+2,8 %/an
TAXE A L'ESSIEU		hausse de 13.000 frs	
NORMES TECHNIQUES DES VEHICULES	PTAC à 44 tonnes ⇒-5% des prix		PTAC à 40 tonnes
CONTRAT DE PROGRES		Mise en oeuvre ⇒+ 6 % du prix routier	Mise en oeuvre plus complète ⇒+ 9 % du prix routier
PRIX ROUTE	- 3 % de 1992 à 2015 ⇒- 0,13 %/an	+15% de 1992 à 2015 ⇒+ 0,61 %/an	+36% de 1992 à 2015 ⇒+ 1,35 %/an
PRIX FER	0 % de 1992 à 2015 ⇒0 %/an	+ 8 % de 1992 à 2015 ⇒+ 0,34 %/an	+15 % de 1992 à 2015 ⇒+ 0,61 %/an
PRIX FLUVIAL	+10% de 1992 à 2015 ⇒+ 0,42 %/an	+10% de 1992 à 2015 ⇒+ 0,42 %/an	+10% de 1992 à 2015 ⇒+ 0,42 %/an
POLITIQUE D'OFFRE D'INFRASTRUCTURE DE TRANSPORT			
		OFFRE MEDIANE	OFFRE HAUTE
OFFRE FER		• Tunnel sous la Manche • Ligne TGV-fret Barcelone-Perpignan	
OFFRE FLUVIAL		• Canal Rhin-Rhône • Canal Seine-Nord	
OFFRE AUTOROUTIERE (urbaine et inter-urbaine)		• réalisation des « coups partis » ⇒ + 350 km/an de 1992 à 2006 • + 180 km/an de 2006 à 2015	• + 350 km/an de 1992 à 2015

4. LES SIMULATIONS SUR LA BASE DE QUINQUIN FRET

4.1. Les évolutions à long terme du potentiel transportable national

4.1.1. *Présentation du modèle Quinquin-fret*

L'architecture du modèle Quinquin-fret (voir schéma ci-après) se comprend comme l'emboîtement de plusieurs phases correspondant : 1) à la génération du trafic et 2) au partage modal des échanges.

Les évolutions passées du tonnage-kilométrique national sont expliquées en segmentant les causalités relatives au tonnage d'une part et à la distance de transport d'autre part.

En effet, d'une part la distance moyenne de transport s'allonge de l'ordre de + 36 % sur l'ensemble de la période 1971-1991, d'autre part les variations annuelles de la distance de transport ne sont pas corrélées aux fluctuations conjoncturelles. Les effets respectifs de la conjoncture industrielle et de l'organisation spatiale des activités économiques sont ainsi dissociés pour expliquer les variations passées des tonnages transportés.

- Les variations annuelles des tonnages transportés sont corrélées aux mouvements de la conjoncture industrielle nationale. L'indice de la production industrielle nationale a été choisi comme variable explicative du tonnage des différents produits transportés.
- En revanche, les déterminants de l'évolution de la distance de transport n'ont pas été explicités. Il est fait l'hypothèse d'un prolongement à long terme des distances de transport selon la tendance qui s'est affirmée au cours des décennies 70 et 80.

Les élasticités reliant les variations relatives du tonnage transporté à la croissance industrielle sont variables et non pas constantes. Elles sont variables en fonction du rythme de la croissance industrielle, selon une équation du type

$$e = \frac{Tx(ikm)}{Tx(ipi)} = a + \frac{b}{Tx(ipi)}$$

Le fret est distingué selon différentes catégories de produits (NST 0+1+7, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9A, 9B, 9CD). La réactivité des divers produits à la croissance économique et les stratégies d'organisation géographique spécifiques à chacune des branches économiques sont ainsi prises en compte. Le volume de fret total est reconstitué en agrégeant le tonnage-kilométrique relatif à chacun des produits transportés.

L'architecture du modèle Quinquin-fret

Indice de Production
Industrielle

Division Spatiale des
Activités Economiques

TONNES
PAR PRODUIT

KILOMETRES
PAR PRODUIT

Trend passé

TONNES-KILOMETRES
PAR PRODUIT

PART DE MARCHE
PAR PRODUIT
DE LA VOIE D'EAU

PART DE MARCHE
DU RAIL ET DE LA ROUTE
PAR PRODUIT

TKM
PAR PRODUIT
PAR MODE

Facteurs de
compétitivité
inter-modale

Prix de
transport

Temps de
transport

TKM FLUMIAL

TKM ROUTE

TKM FER

Le mode fluvial est considéré comme un mode de transport au déclin avancé et donc hors du champ concurrentiel occupé par les modes de transport routier et ferroviaire. Les simulations du tonnage-kilométrique fluvial sont ainsi basées sur le prolongement à long terme des parts de marché de ce mode de transport.

En revanche, le partage modal des échanges entre la route et le rail est explicité en fonction des paramètres de compétitivité à savoir les prix et les temps de transport relatifs à ces deux modes de transport. Les parts de marché (distinguées selon les différentes catégories de produits) du mode de transport routier (ferroviaire) sont ainsi fonction des paramètres caractérisant l'offre de transport du mode routier et du mode ferroviaire.

4.1.2. *Le fret et la croissance industrielle nationale*

Nous avons simulé les évolutions du tonnage-kilométrique national au cours de la période 1991-2015 en considérant les mêmes hypothèses de croissance industrielle que celles testées par le S.E.S. et en prolongeant le trend passé de la distance de transport.

TABLEAU II. Les variations moyennes annuelles du potentiel transportable total
Résultats de Quinquin-fret/S.E.S

	PIB hypothèses du BIPE	production industrielle	TKM national résultats de QUINQUIN-FRET	TKM intérieur résultats du S.E.S.
			(tcma 1991-2015)	(tcma 1992-2015)
« croissance basse »	+ 1,90 %	+ 1,30 %	+ 1,1 %	+ 1,4 %
« scénario médian »	+ 2,40 %	+ 2,20 %	+ 3,0 %	+ 2,1 %
« croissance haute »	+ 2,90 %	+ 2,80 %	+ 4,6 %	+ 2,9 %

Les simulations réalisées à partir du modèle Quinquin-fret mettent en évidence une amplification beaucoup plus marquée des échanges nationaux de marchandises aux fluctuations de la conjoncture industrielle.

- Dans l'hypothèse de rythmes de croissance significatifs de la production industrielle (« scénario médian » et « croissance haute »), la prévision de Quinquin-fret (TKM national) est plus élevée que celle du modèle S.E.S. (TKM intérieur). La compatibilité de ces deux projections supposerait une augmentation moyenne annuelle du tonnage-kilométrique international (import, export et transit) plus faible que celle enregistrée par les échanges nationaux, ce qui semble peu crédible.
- En revanche, dans l'hypothèse d'une croissance industrielle plus modérée (scénario « croissance faible »), la prévision de Quinquin-fret (TKM national) est moins élevée que celle du modèle S.E.S. (TKM intérieur). La compatibilité de ces deux projections supposerait que le rythme des échanges internationaux (import, export et transit) soit plus rapide que celui des échanges nationaux, ce qui semble crédible.

4.2. L'évolution à long terme des échanges internationaux (hors transit)

4.2.1. Définition du potentiel transportable international

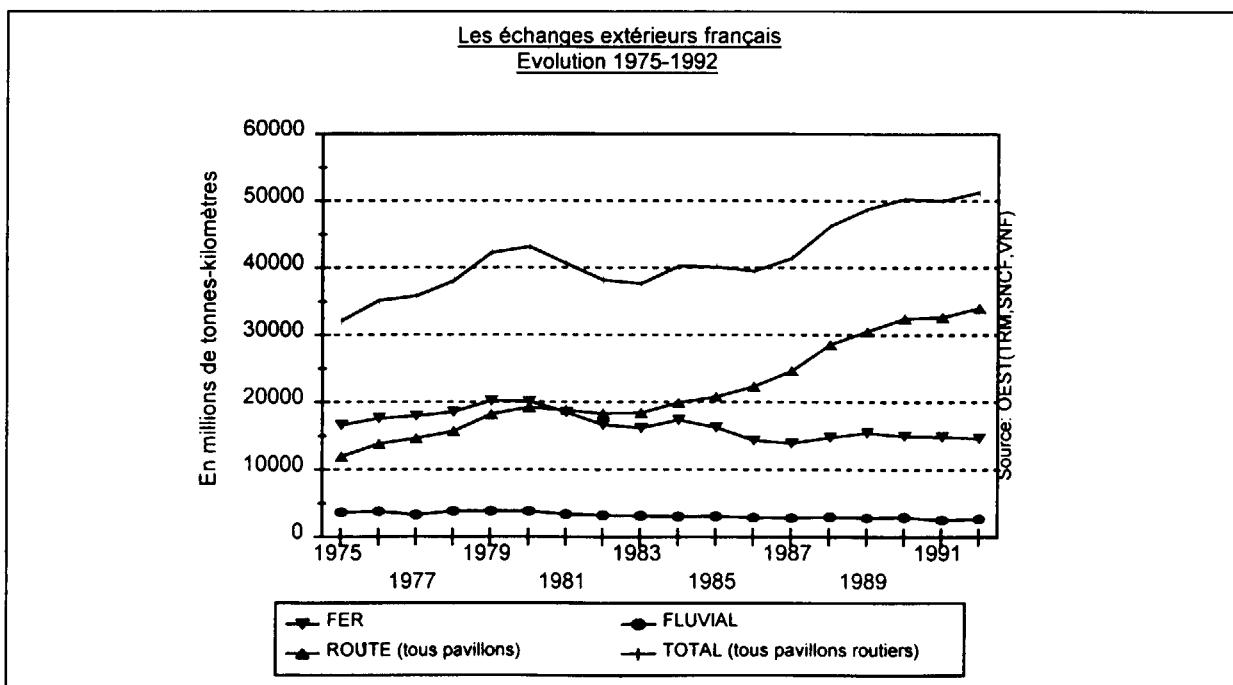
Le tonnage-kilométrique international considère les flux de transport liés aux importations et exportations françaises réalisés par les modes de transport routier, ferroviaire et fluvial. La distance de transport prise en compte dans la mesure du tonnage-kilométrique est limitée à la partie française des acheminements internationaux.

Le potentiel routier prend en compte les échanges réalisés sous pavillon routier national et étranger. Les flux routiers réalisés avec des véhicules utilitaires immatriculés en France sont estimés à partir de l'enquête T.R.M.. Le trafic routier réalisés sous pavillon étranger a été reconstitué par l'O.E.S.T. en multipliant les tonnages transportés sous pavillon routier étranger (distingués selon les origines et les destinations des marchandises) par les distances de transport réalisées sur le territoire français lors des acheminements internationaux des véhicules utilitaires immatriculés en France. Le tonnage est de source douane tandis que la distance de transport est calculée à partir des résultats de l'enquête T.R.M. réalisée en 1984.

4.2.2. Les évolutions passées des flux internationaux

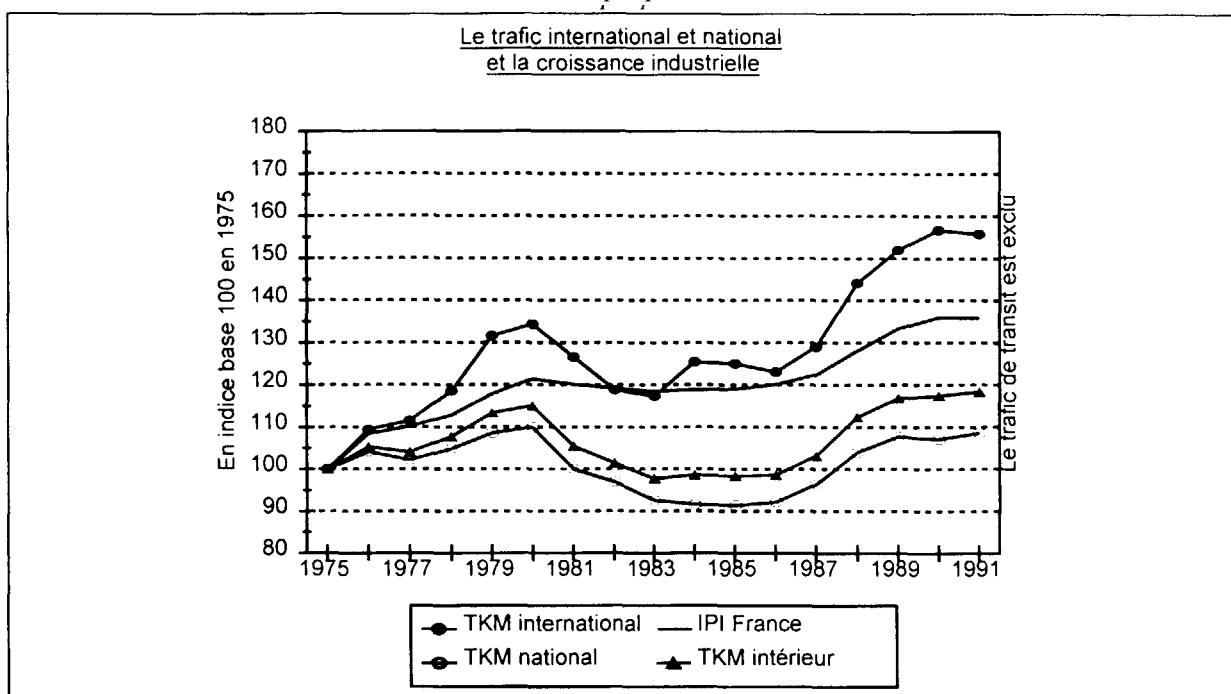
Le fret international s'accroît de 32,1 à 51,3 milliards de tonnes-kilomètres au cours de la période 1975-1992. Cette évolution représente une augmentation de l'ordre de + 59,8 % sur l'ensemble de la période soit un taux de croissance moyen de + 2,80 % par an.

Graphique 2



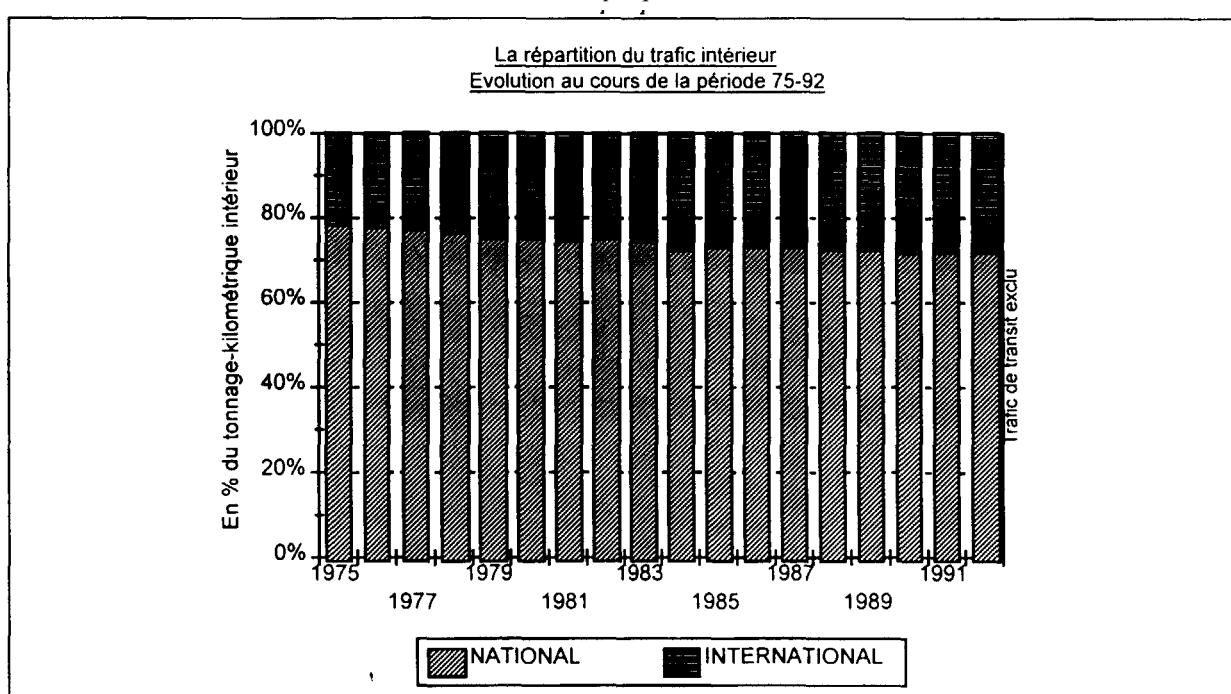
Les échanges internationaux augmentent ainsi à un rythme beaucoup plus rapide que les flux nationaux. Le tonnage-kilométrique national évolue au cours de la période 1975-1992 de 122,6 à 133,9 milliards, soit un rythme moyen annuel de l'ordre de + 0,5 %. L'augmentation est de + 9,19 % lorsque l'on considère l'ensemble de la période 1975-1992.

Graphique 3



Bien qu'en forte croissance, le tonnage-kilométrique d'échange international ne représente encore qu'une part mineure du trafic intérieur (hors transit). Cette proportion s'établit à 28 % en 1992 contre 21 % en 1975.

Graphique 4

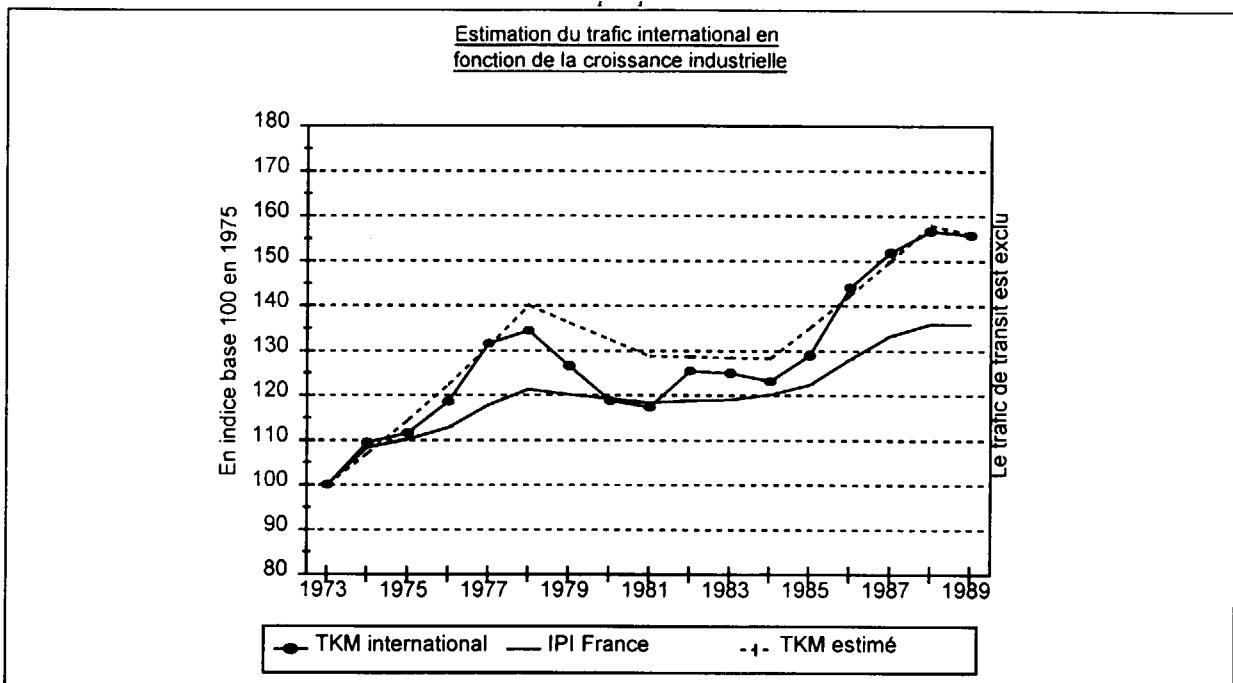


L'intégration du trafic de transit routier (estimé par le S.E.S. à 25 milliards de tonnes-kilomètres en 1992) et de transit ferroviaire (de l'ordre de 6 milliards de tonnes-kilomètres en 1992) renforce le poids du trafic international qui représente alors 38 % de la totalité des flux intérieurs estimés en 1992.

4.2.3. *La sensibilité du trafic international à la croissance industrielle (nationale)*

Nous avons réalisé une régression linéaire, avec un terme constant non nul a priori, entre les taux de croissance moyens annuels constatés au cours de la période 1975-1991 des tonnages-kilométriques internationaux et de l'indice de la production industrielle nationale.

Graphique 5



Les résultats économétriques mettent en évidence une forte corrélation entre ces deux variables statistiques (R^2 ajusté = 0,90).

$$Tx(tkm) = 2,04 \otimes Tx(ipi) - 0,01$$

(p.c. 0,0001) (p.c. 0,036)

L'élasticité du tonnage-kilométrique à la croissance industrielle est variable en fonction du rythme de la production industrielle :

$$e = \frac{Tx(tkm)}{Tx(ipi)} = 2,04 - \frac{0,01}{Tx(ipi)}$$

4.3. Le recadrage des évolutions du fret intérieur à l'horizon 2015

4.3.1. La mesure des différences SES/LET

Le tableau III compare les évolutions du tonnage-kilométrique intérieur au cours de la période 1992-2015 selon les diverses hypothèses de la croissance industrielle qui sont établies par le L.E.T. et le S.E.S..

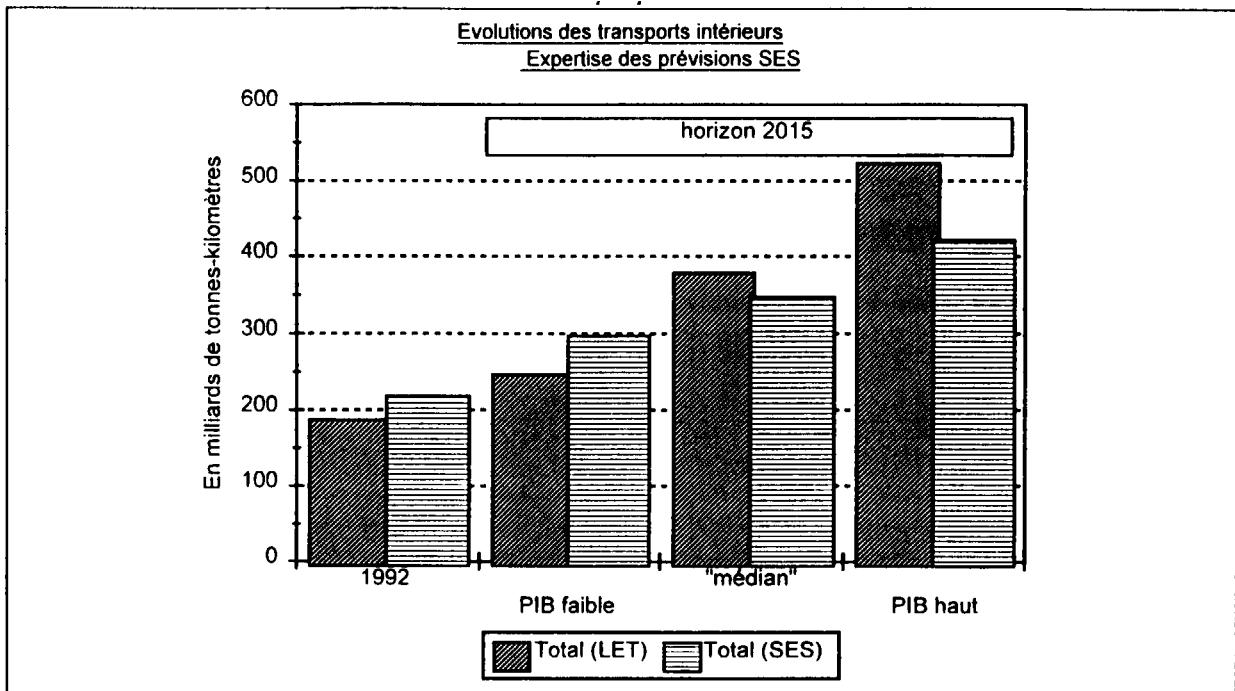
Les simulations réalisées par le L.E.T. sont relatives au trafic intérieur hors transit. Elles sont produites à l'aide du modèle Quinquin-fret (tkm national) et de la modélisation sommaire des tonnages-kilométriques internationaux, exposée ci-dessus.

TABLEAU III. Les évolutions du potentiel transportable intérieur à l'horizon 2015
Résultats du S.E.S. et de la comparaison du LET

	OBSERVE 1992	SCENARIOS 2015		
		« croissance basse »	« médian »	« croissance forte »
TRAFFIC INTERIEUR (TRANSIT INCLUS) RESULTATS DU S.E.S.				
TKM (en milliards)	216	295,8	345,8	419,8
évolution 1992-2015		+ 36,9 %	+ 60,0 %	+ 94,3 %
tcma 1991-2015		+ 1,4 %	+ 2,1 %	+ 2,9 %
TRAFFIC INTERIEUR HORS TRANSIT LET				
TKM (en milliards)	185,2	244,6	377,3	521,1
évolution 1992-2015		+ 32,1 %	+ 103,7 %	+ 181,4 %
tcma 1991-2015		+ 1,2 %	+ 3,1 %	+ 4,6 %
→ dont trafic national				
TKM (en milliards)	133,9	171,4	266,6	375,9
évolution 1992-2015		+ 28,0 %	+ 99,1 %	+ 180,7 %
tcma 1991-2015		+ 1,1 %	+ 3,0 %	+ 4,6 %
→ dont commerce extérieur				
TKM (en milliards)	51,3	73,2	110,7	145,2
évolution 1992-2015		+ 42,7 %	+ 115,8 %	+ 183,0 %
tcma 1991-2015		+ 1,6 %	+ 3,4 %	+ 4,6 %

Dans l'hypothèse d'une croissance de la production économique et industrielle médiane ou forte, les évolutions à long terme résultant des modèles du L.E.T. (tkm intérieur hors transit) sont beaucoup plus fortes que celles résultant des modèles du S.E.S. (tkm intérieur incluant le transit). En revanche, dans l'hypothèse d'une croissance faible, les prévisions du L.E.T. sont plus faibles que celles réalisées par le S.E.S..

Graphique 6



4.3.2. *L'hypothèse d'une élasticité du trafic à la croissance économique variable plutôt que constante*

Les simulations à long terme du potentiel transportable en fonction du rythme de la croissance industrielle nationale qui sont réalisées par le L.E.T. sont basées sur l'hypothèse (vérifiée au cours des décennies passées) d'une élasticité variable plutôt que constante reliant le fret à la croissance industrielle. En revanche, les résultats prévisionnels du S.E.S. sont établis à l'aide de fonctions économétriques donnant lieu à des élasticités constantes (fonctions double-logarithmiques).

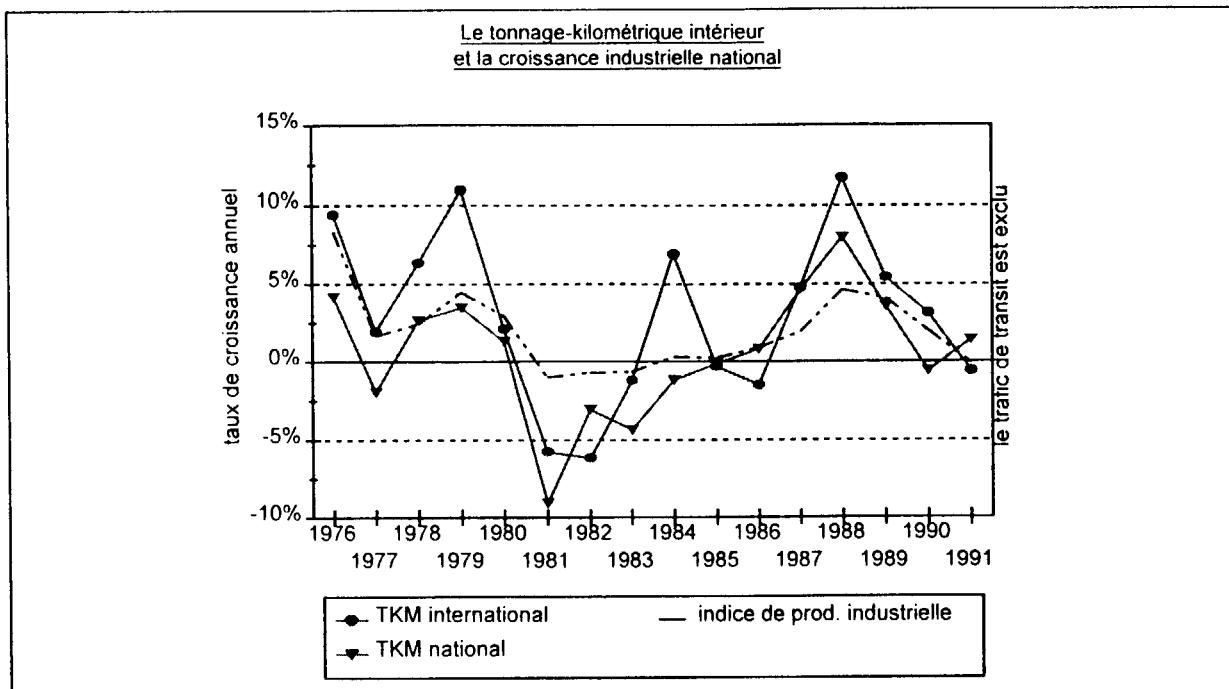
L'adoption d'une hypothèse d'élasticité variable, plutôt que constante, reliant les variations annuelles du fret à la croissance industrielle, explique tout à fait la sensibilité beaucoup plus grande, dans les résultats du L.E.T. que dans ceux du S.E.S., des évolutions du fret intérieur en réponse aux fluctuations de la conjoncture industrielle

Que signifie l'hypothèse d'élasticité variable ?

L'analyse rétrospective des évolutions passées du fret national et international et de la production industrielle nationale met en évidence l'amplification à la hausse et à la baisse des mouvements de la conjoncture industrielle par le transport de marchandises. Il apparaît également que le fret à transporter diminue, au lieu de stagner, lorsque la croissance

économique stagne. L'amplification des mouvements de la conjoncture industrielle n'est pas forcément identique à la hausse et à la baisse de la production industrielle.

Graphique 7



Cette analyse conduit à sélectionner, pour expliquer le potentiel transportable total en fonction de la croissance industrielle, des fonctions définissant des élasticités variables en fonction du rythme de la croissance industrielle et non pas constantes.

L'hypothèse d'une élasticité constante supposerait deux éléments, qui sont mis en défaut par l'analyse des évolutions passées : 1) l'amplification des mouvements de la production industrielle par le transport de marchandises de façon identique à la hausse et à la baisse de la conjoncture ; 2) la stabilisation des échanges de marchandises lorsque le taux de croissance de la production industrielle devient nul.

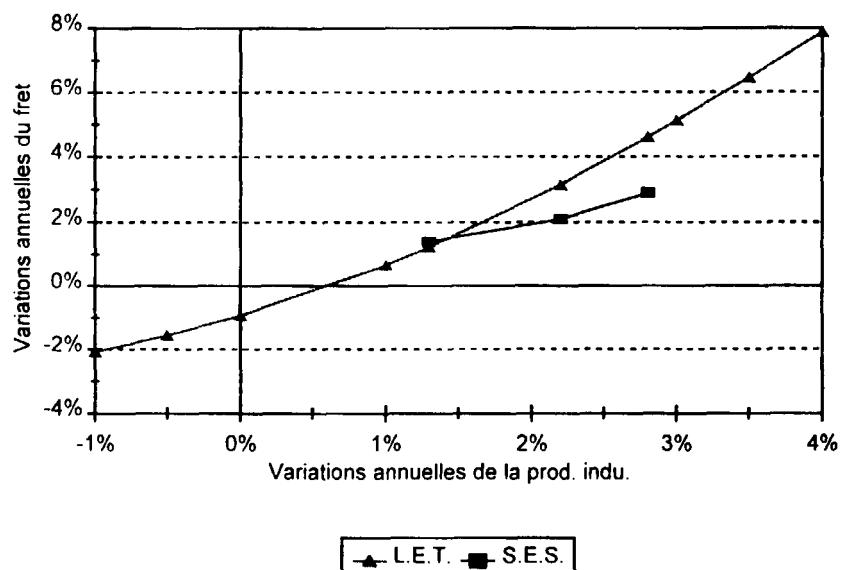
Quelles conséquences découlent du choix d'une élasticité constante ?

L'adoption de fonctions à élasticités constantes alors que l'évolution passée des échanges de marchandises ne les justifie pas, conduit à de fortes sur-estimations ou sous-estimations du fret pour des hypothèses raisonnables de taux de croissance de la production industrielle.

Pour mettre cela en évidence, nous avons simulé les taux de croissance moyens annuels du trafic intérieur (hors transit) avec des hypothèses d'évolution de la production industrielle plus larges que celles considérées dans les scénarios du S.E.S.. Il s'agit des résultats fournis par le modèle Quinquin-fret dans le cas des flux nationaux. Les évolutions à long terme des tonnes-kilomètres internationales sont élaborées à partir de la régression linéaire construite précédemment. Ils sont comparés aux taux de croissance produits par le S.E.S..

Graphique 8

Le fret intérieur
et la croissance industrielle

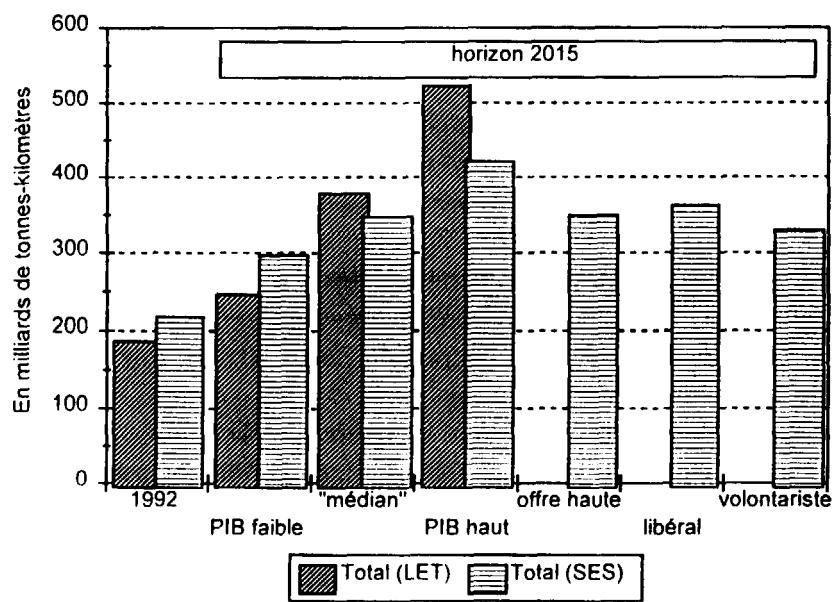


4.3.3. Les facteurs explicatifs du potentiel transportable

Le S.E.S. considère *dans certains de ses scénarios* (scénarios « libéral », « volontariste » et « offres hautes ») que le potentiel transportable total est affecté par la variation des prix du transport routier et l'évolution de l'offre d'infrastructure autoroutière. Certes, l'impact de ces deux facteurs est relativement faible, surtout lorsqu'il est comparé à celui de la croissance économique.

Graphique 9

Evolutions des transports intérieurs
Expertise des prévisions SES



En revanche, le modèle Quinquin-fret du L.E.T. limite les effets des facteurs d'offre de transport à l'explication du partage modal des échanges. Le potentiel de transport est déterminé par la seule variation de la croissance industrielle.

5. LES EVOLUTIONS DE LA REPARTITION MODALE DES FLUX INTERIEURS A L'HORIZON 2015

Nous proposons tout d'abord de rappeler brièvement les simulations scénariales réalisées par le S.E.S. puis de présenter les résultats auxquels nous parvenons dans le cadre de cette comparaison. Ceux-ci sont élaborés, comme précédemment, à partir du modèle Quinquin-fret et d'hypothèses relatives aux évolutions passées du transport international.

5.1. Le rappel des simulations réalisées par le S.E.S.

5.1.1. *Les évolutions à long terme des parts modales*

Nous avons calculé les parts de marché des modes de transport routier, ferroviaire et fluvial correspondant à chacun des scénarios testés par le S.E.S. (à partir du 2^{ème} tableau de la page 23, de la note du S.E.S. « Perspectives de la demande à l'horizon 2015 »).

TABLEAU IV, *Les simulations à l'horizon 2015 du partage modal des flux intérieurs (modèles SES)*

	ROUTE	FER	FLUVIAL	TOTAL
Observé en 1971	51,0 %	41,0 %	8,0 %	100,0 %
Observé en 1992	74,5 %	22,3 %	3,2 %	100,0 %
Scénario 2015 « médian »	81,0 %	16,6 %	2,4 %	100,0 %
« croissance haute »	81,7 %	15,9 %	2,4 %	100,0 %
« croissance faible »	81,0 %	16,8 %	2,2 %	100,0 %
« régulation volontariste »	77,7 %	19,4 %	2,9 %	100,0 %
« régulation libérale »	83,5 %	14,4 %	2,0 %	100,0 %
« offres hautes »	82,3 %	15,3 %	2,4 %	100,0 %

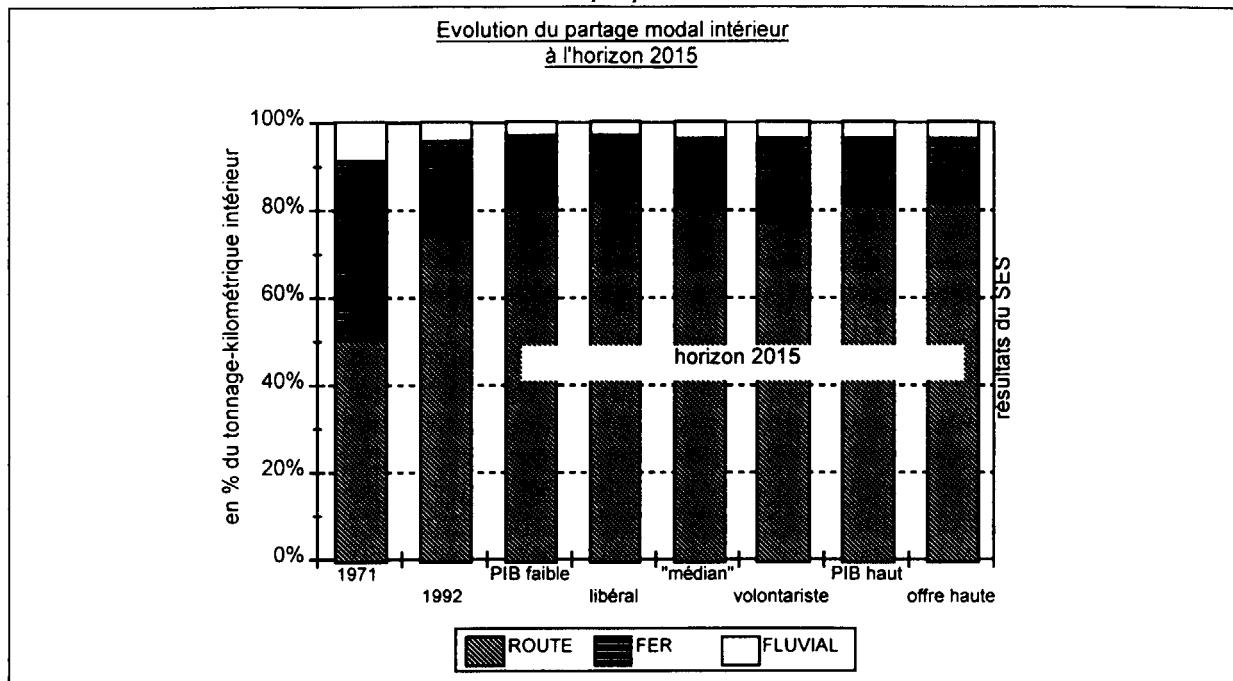
Quel que soit le scénario considéré, la part de marché du mode routier connaît à l'horizon 2015 une augmentation par rapport au niveau constaté en 1992. La part de marché de la route, qui représentait 75 % du tonnage-kilométrique intérieur en 1992, varie à l'horizon 2015 dans une fourchette de 77,7 % (scénario d'une politique de régulation « volontariste ») à 83,5 % (scénario d'une politique de régulation « libérale »).

L'hypothèse d'un scénario « libéral » misant sur une baisse à long terme des prix du transport routier (de l'ordre de - 0,13 % en moyenne annuelle au cours de la période 1992-2015) et sur l'allongement continu du réseau autoroutier (de 6.330 à 12.687 kilomètres en ce qui concerne les autoroutes de liaison) conduit à une augmentation de moins de 10 points de parts de marché pour le mode routier. Cette évolution est moins importante que celle constatée au

cours des décennies 70 et 80. De 1971 à 1992, les parts de marché intérieures du mode routier augmentent de 51 % à 75 % soit quelque 23 points supplémentaires.

Les simulations envisagées mettent également l'accent sur la difficulté à inverser la donne concurrentielle par l'action des prix du transport. L'hypothèse d'une politique de régulation « volontariste » conduit à une légère stabilisation de la part de marché du mode routier (78 % en 2015 au lieu de 75 % en 1992).

Graphique 10



5.1.2. Les évolutions à long terme des tonnes-kilomètres

Le tableau V présente les évolutions du tonnage-kilométrique des différents modes de transport relatives aux divers scénarios testés au cours de la période 1992-2015.

Ces résultats mettent globalement en évidence une évolution plutôt favorable aux modes de transport ferroviaire et fluvial (comparée à la tendance constatée au cours des décennies précédentes) :

- La croissance du potentiel transportable routier au cours de la période 1992-2015 est moins importante que l'augmentation constatée au cours de la période 1971-1992.

Le tonnage-kilométrique du mode routier augmente à un rythme annuel moyen de + 3,5 % au cours de la période 1971-1992. Les simulations scénariales conduisent à un taux de croissance moyen annuel au cours de la période 1992-2015 variant entre + 1,7 % (scénario « croissance faible ») et + 3,3 % (scénario « croissance forte »).

- Le potentiel transportable ferroviaire augmente légèrement au cours de la période 1992-2015 alors que les décennies 70 et 80 sont marquées par une diminution de l'ordre de - 1,3 % en moyenne annuelle du tonnage-kilométrique ferroviaire: de 1992 à 2015, le trafic

ferroviaire évolue à un rythme moyen annuel qui varie, selon les scénarios envisagés, entre + 0,1 % (scénario « croissance faible ») et + 1,4 % (scénario « croissance forte »).

- Le potentiel transportable fluvial à l'horizon 2015 évolue à l'horizon 2015 entre - 0,2% (scénario « croissance faible ») et + 1,7% (scénario « croissance haute ») en moyenne annuelle. Au cours de la période 1971-1992, il enregistre en moyenne une baisse de l'ordre de - 2,8 % par an.

Seul le scénario « croissance faible » conduit à une baisse du tonnage-kilométrique de la voie d'eau. Dans tous les autres cas de figure, le potentiel transportable fluvial enregistre à l'horizon 2015 une augmentation par rapport au niveau de 1992. Le rythme moyen annuel d'accroissement est alors compris entre +0,25 % (scénario « libéral ») et + 0,8 % (scénarios « offres hautes » et « volontariste »).

TABLEAU V. Les évolutions du tonnage-kilométrique intérieur des modes de transport à l'horizon 2015 (modèles SES)

	SCENARIOS					
	« médian »	« croissance haute »	« croissance faible »	« régulation libérale »	« régulation volontariste »	« offres hautes »
ROUTE						
TKM 2015 (en milliards)	280,0	343,0	239,0	301,0	255,0	286,5
évolution 92-2015	+ 73,9 %	+ 113,0 %	+ 48,4 %	+ 87,0 %	+ 58,4 %	+ 78,0 %
tcma 92-2015	+ 2,4 %	+ 3,3 %	+ 1,7 %	+ 2,8 %	+ 2,0 %	+ 2,5 %
FER						
TKM 2015 (en milliards)	57,5	66,6	49,6	52,0	63,6	53,3
évolution 92-2015	+ 19,3 %	+ 38,2 %	+ 2,9 %	+ 7,9 %	+ 32,0 %	+ 10,6 %
tcma 92-2015	+ 0,8 %	+ 1,4 %	+ 0,1 %	+ 0,3 %	+ 1,2 %	+ 0,4 %
FLUVIAL						
TKM 2015 (en milliards)	8,3	10,1	6,6	7,3	9,4	8,3
évolution 92-2015	+ 20,3 %	+ 46,4 %	- 4,3 %	+ 5,8 %	+ 36,2 %	+ 20,3 %
tcma 92-2015	+ 0,8 %	+ 1,7 %	- 0,2 %	+ 0,2 %	+ 1,4 %	+ 0,8 %
TOTAL						
TKM 2015 (en milliards)	345,8	419,7	295,2	360,3	328,0	348,1
évolution 92-2015	+ 60,0 %	+ 94,2 %	+ 36,6 %	+ 66,7 %	+ 51,8 %	+ 61,1 %
tcma 92-2015	+ 2,1 %	+ 2,9 %	+ 1,4 %	+ 2,2 %	+ 1,8 %	+ 2,1 %

5.2. Les résultats de la comparaison

5.2.1. Les évolutions à long terme des parts de marché nationales

a) Les hypothèses scénariales

Les hypothèses scénariales sont basées sur celles qui ont été testées par le S.E.S.. Toutefois fois, compte tenu de la structure différente des modèles, quelques adaptations sont nécessaires. Le tableau VI résume les différentes hypothèses scénariales qui sont simulées avec le modèle Quinquin-fret.

TABLEAU VI. L'évolution à long terme des variables du transport
selon les différents scénarios de simulation (modèle LET)

SCENARIOS	IPI	compétitivité de la voie d'eau	prix de la route	longueur du réseau autoroutier	prix du fer	temps du fer
« médian »	+ 2,2 %	prolongement à long terme	+ 0,61 %	+ 3,07 %	+ 0,34 %	inchangé
« croissance haute »	+ 2,8 %	prolongement à long terme	+ 0,61 %	+ 3,07 %	+ 0,34 %	inchangé
« croissance faible »	+ 1,3 %	prolongement à long terme	+ 0,61 %	+ 3,07 %	+ 0,34 %	inchangé
« régulation volontariste »	+ 2,2 %	prolongement à long terme	+ 1,35 %	+ 3,07 %	+ 0,61 %	inchangé
« régulation libérale »	+ 2,2 %	prolongement à long terme	- 0,13 %	+ 3,07 %	+ 0,00 %	inchangé
« offres hautes »	+ 2,2 %	prolongement à long terme	+ 0,61 %	+ 3,59 %	+ 0,34 %	inchangé

Quelques précisions :

- Le modèle Quinquin-fret est basé sur l'hypothèse d'un déclin continu et irrémédiable du mode fluvial. La voie d'eau est considérée hors du jeu concurrentiel auquel se livrent les modes de transport routier et ferroviaire. Ses parts de marché sont prolongées à un horizon de long terme selon la tendance qui a été constatée au cours des décennies 70 et 80.

Le modèle Quinquin-fret est construit à l'aide de fonctions économétriques reliant les parts de marché d'un mode de transport aux divers paramètres de compétitivité intermodale. Or, les élasticités sont d'autant plus faibles que le mode en question est peu représentatif des échanges de marchandises (ou au contraire en *quasi* monopole sur le marché du fret). Dans cette optique, il faudrait donc considérer des variations démesurées des prix et des temps de transport pour permettre au mode fluvial d'améliorer quelque peu sa position concurrentielle.

- A l'instar des simulations réalisées par le S.E.S., nous avons considéré que l'impact du à l'allongement du réseau autoroutier au cours de la période 1992-2015 était identique à celui constaté au cours des décennies passées. Cette hypothèse ne nous

semble toutefois pas réaliste. Une alternative pourrait être de pondérer l'augmentation kilométrique du réseau autoroutier sur le long terme par des coefficients de plus en plus faibles, de plus en plus proches de zéro. L'impact sur le temps de transport routier d'un allongement du réseau autoroutier serait ainsi de moins en moins significatif.

b) L'évolution des parts modales à l'horizon 2015

Le tableau VII présente les résultats des hypothèses scénariales considérées avec le modèle Quinquin-fret.

TABLEAU VII. Les simulations à l'horizon 2015 du partage modal des flux nationaux (modèle LET)

	ROUTE	FER	FLUVIAL	TOTAL
Observé en 1971	58,4 %	34,6 %	7,0 %	100,0 %
Observé en 1992	76,0 %	20,8 %	3,2 %	100,0 %
Scénario 2015 « médian »	88,1 %	11,1 %	0,8 %	100,0 %
« croissance haute »	87,9 %	11,2 %	0,9 %	100,0 %
« croissance faible »	88,6 %	10,8 %	0,5 %	100,0 %
« régulation volontariste »	86,9 %	12,3 %	0,8 %	100,0 %
« régulation libérale »	89,0 %	10,2 %	0,8 %	100,0 %
« offres hautes »	89,6 %	9,6 %	0,8 %	100,0 %

Ces simulations mettent en évidence les éléments suivants :

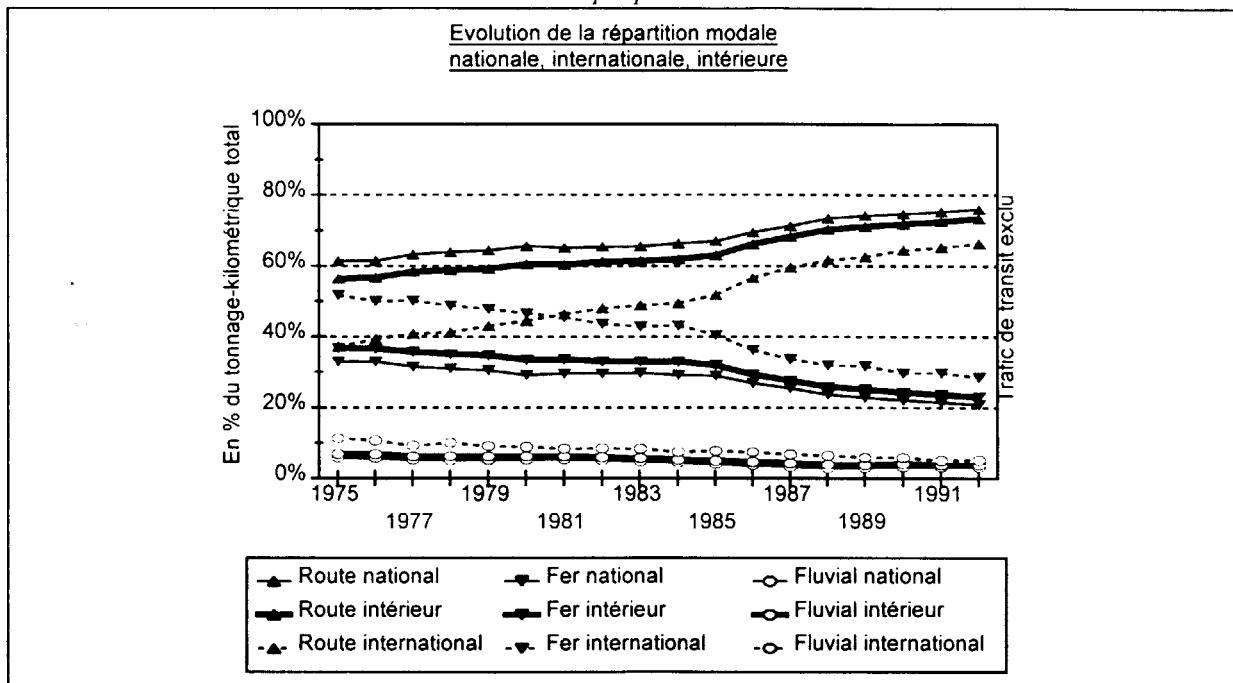
- La croissance de la part de marché du mode routier au cours de la période 1992-2015 quel que soit le scénario considéré. Dans l'hypothèse du scénario « médian », l'amélioration de la compétitivité du mode routier au cours de la période 1992-2015 est beaucoup plus importante (un gain de plus de 12 points de part de marché) que dans les résultats avancés par le S.E.S. (un gain de l'ordre de 6 points de part de marché).
- L'inefficacité de la politique de régulation « volontariste » à stabiliser la répartition modale des échanges de marchandises. L'augmentation des prix du transport routier (de surcroît accompagnée d'une hausse des prix ferroviaires et de l'allongement du réseau autoroutier national) conduit à une part de marché de la route de 86,9 % en 2015 (au lieu de 76,0 % en 1992). Le scénario « volontariste » ne parvient qu'à infléchir les évolutions du scénario « médian » d'un peu plus de 1 point (dans l'hypothèse du S.E.S. c'est de l'ordre de 3 points).
- L'amélioration de la compétitivité du mode routier est plus significative dans l'hypothèse d'une augmentation de l'offre d'infrastructure autoroutière (scénario « offres hautes ») que dans l'hypothèse d'une baisse des prix du transport routier (scénario « libéral »). C'est le contraire dans les résultats du S.E.S..

5.2.2. L'évolution de la répartition modale des flux intérieurs à l'horizon 2015

a) Les évolutions passées du partage modal des échanges internationaux

L'analyse des évolutions passées met en évidence la similitude des évolutions et du niveau du partage modal des tonnages-kilométriques nationaux et intérieurs.

Graphique 12



La croissance relative des flux internationaux ainsi que l'amélioration de la compétitivité du mode routier par rapport au mode ferroviaire conduisent au rapprochement des deux courbes (parts modales nationales et parts modales intérieures).

Comme en outre, à l'horizon 2015, la part relative du tonnage-kilométrique international par rapport au trafic intérieur (hors transit) reste sensiblement identique à celle constatée en 1992 (cf. Tableau III, page 17), les évolutions à long terme des tonnages-kilométriques intérieurs des différents modes de transport sont reconstituées à partir des parts de marché nationales.

b) Les évolutions à l'horizon 2015 des flux intérieurs (hors transit)

Le tableau VIII présente l'évolution à long terme du tonnage-kilométrique des modes de transport routier, ferroviaire et fluvial selon les différents scénarios testés. Ces simulations sont déterminées en tenant compte des évolutions à long terme du potentiel transportable total intérieur (cf. Tableau III, page 17) et des parts de marché nationales des modes de transport routier, ferroviaire et fluvial (cf. Tableau VII, page 26).

TABLEAU VIII. Les évolutions du tonnage-kilométrique intérieur des modes de transport
à l'horizon 2015 (modèle LET)

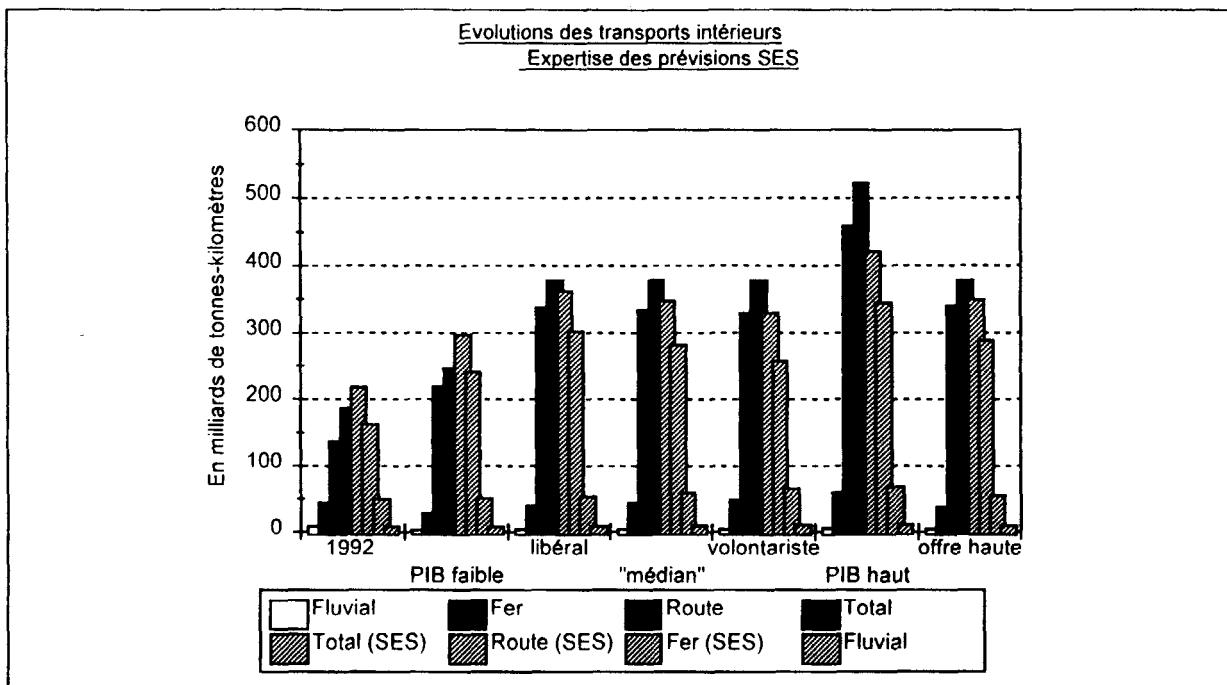
SCENARIOS						
	« médian »	« croissance haute »	« croissance faible »	« régulation libérale »	« régulation volontariste »	« offres hautes »
ROUTE						
TKM 2015 (en milliards)	332,5	458,1	216,8	335,8	327,9	338,2
évolution 92-2015	+144,8%	+237,3%	+59,7%	+147,3%	+141,5%	+149,1%
tcma 92-2015	+4,0%	+5,4%	+2,1%	+4,0%	+3,9%	+4,0%
FER						
TKM 2015 (en milliards)	42,0	58,3	26,5	38,7	46,5	36,2%
évolution 92-2015	-1,2%	+37,3%	-37,7%	-9,0%	+9,5%	-14,8%
tcma 92-2015	-0,1%	+1,4%	-2,0%	-0,4%	+0,4%	-0,7%
FLUVIAL						
TKM 2015 (en milliards)	2,9	4,7	1,3	2,9	2,9	2,9
évolution 92-2015	-58,6%	-32,2%	-81,2%	-58,6%	-58,6%	-58,6%
tcma 92-2015	-3,8%	-1,7%	-7,00%	-3,8%	-3,8%	-3,8%
TOTAL						
TKM 2015 (en milliards)	377,3	521,1	244,6	377,3	377,3	377,3
évolution 92-2015	+103,7 %	+181,4 %	+32,1 %	+103,7 %	+103,7 %	+103,7 %
tcma 92-2015	+3,1 %	+4,6 %	+1,2 %	+3,1 %	+3,1 %	+3,1 %

La comparaison des évolutions à long terme du potentiel de transport intérieur des différents modes de transport résultant des modèles du S.E.S. (le transit routier et ferroviaire est inclus dans le trafic intérieur) et de ceux du L.E.T. (trafic intérieur hors transit) met en évidence les éléments suivants :

- L'augmentation des flux intérieurs ferroviaires (hors transit) n'intervient que dans l'hypothèse d'une forte croissance de la production industrielle (+ 1,4 % en moyenne annuelle dans le scénario « croissance forte ») ou d'une politique de régulation de la concurrence intermodale volontariste (+ 0,4 % par an dans le scénario « volontariste »). Les autres scénarios de simulation conduisent à une diminution des échanges ferroviaires au cours de la période 1992-2015. L'opposition est flagrante par rapport aux résultats du S.E.S. qui considèrent une hausse du tonnage-kilométrique ferroviaire intérieur (transit inclus) au cours de la période 1992-2015 dans tous les cas de figure considérés.
- La diminution du tonnage-kilométrique de la voie d'eau à l'horizon 2015 varie entre -1,7% par an (scénario « croissance forte ») et -7,0% par an en moyenne (scénario « croissance faible »). Les résultats du S.E.S. sont beaucoup plus favorables au transport fluvial, dont le trafic intérieur ne diminue que dans l'hypothèse d'une détérioration de la conjoncture économique (scénario « croissance faible »). Dans tous les autres scénarios envisagés, la baisse des parts de marché de la voie d'eau de 1992 à 2015 est compensée par la croissance du potentiel à transporter.

- La croissance des tonnages-kilométriques routiers intérieurs (hors transit) au cours de la période 1992-2015 varie dans une fourchette de + 2,1 % (scénario « croissance faible ») à + 5,4 % (scénario « croissance forte ») par an. Ces évolutions sont beaucoup plus importantes que celles auxquelles abouti le S.E.S.. Dans les résultats du S.E.S., le trafic routier s'accroît à un rythme moyen annuel variant entre +1,7 % (scénario « croissance faible ») et + 3,3 % (scénario « croissance forte ») par an. A l'horizon 2015, le niveau du tonnage-kilométrique routier intérieur hors transit (résultats du L.E.T.) est plus élevé que le niveau du trafic routier intérieur (transit inclus) estimé par le S.E.S. dans tous les scénarios envisagés sauf celui supposant une croissance faible (scénario « croissance faible »).

Graphique 13



BIBLIOGRAPHIE

Les travaux du S.E.S. (O.E.S.T.) :

MELTT, S.E.S., Elaboration des schémas directeurs d'infrastructures de transport, Perspectives d'évolution de la demande de transports à l'horizon 2015, 5 septembre 1996, 39 pages.

BOUTON (F.), Modélisation et prévision de trafics de marchandises, Rapport de stage ENSAE-SEA de 2ème année, ENSAE, OEST, Juillet-Novembre 1993, 120 pages.

GIRAULT (M.), WARZEE (D.), *Modélisation et prévision à long terme des trafics internationaux*, Notes de Synthèse, Mars 1996, S.E.S., 4 pages.

GIRAULT (M.), PUIG (J.P.), *Projections de la demande de transport à l'horizon 2015*, Notes de Synthèse, Mars 1996, S.E.S., 4 pages.

GIRAULT (M.), LE THI MINH (H.), *Modélisation et prévision à long terme du trafic routier national de marchandises*, Notes de Synthèse, Janvier 1995 1996, O.E.S.T., 4 pages.

GIRAULT (M.), BLAIN (J.C.), MEYER (K.), *Elasticités de court et de long termes des trafics de marchandises à la croissance économique*, Notes de Synthèse, Mars 1995, O.E.S.T., 4 pages.

MEYER (K.), *Elasticités de long et de court termes du fret à la croissance économique et aux prix du transport*, Notes de Synthèse, Juillet-Août 1996, S.E.S., 6 pages.

HUAULT (P.), HOUÉE (M.), SAVIN (J.M.), *Flux trans-Manche : quel impact du tunnel pour la France en 1995 ?*, Notes de Synthèse, Avril 1996, S.E.S., 4 pages

Les travaux du L.E.T.:

GABELLA-LATREILLE (C.), Le modèle Ouïquin-fret : un modèle de simulation à l'horizon 2015 des flux nationaux de transport de marchandises, Thèse de Doctorat de Sciences Economiques, 1997, Université Lumière Lyon II, 250 pages.

BAUMSTARK (L.), GABELLA (C.), RAUX (C.), OCDE, Etude de cas du secteur des transports : simulation des trafics routiers de marchandises et de l'internalisation des coûts sociaux, pour le compte de l'INRETS, Mars 1995, Lyon :LET, 51 pages.

**PREVISIONS DE TRAFICS URBAINS DE VOYAGEURS
AUX HORIZONS 2005 ET 2015 EN ILE-DE-FRANCE**

**COMPARAISON DES SIMULATIONS DE LA DREIF ET DU
LET**

Pierre-Louis AUBERT

Eric TABOURIN

1. INTRODUCTION

La DREIF (Direction Régionale de l'Equipement d'Ile-de-France) utilise un modèle de prévision de trafics, le modèle MODUS, afin de prévoir pour les 25 années à venir, les conditions générales caractéristiques du système de transport en Ile-de-France. MODUS⁷ couvre l'ensemble des déplacements qui se réalisent en Ile-de-France, et peut être considéré de ce point de vue comme un modèle régional. Il est également multimodal, dans la mesure où il considère l'ensemble des modes de déplacements terrestres. Son objectif principal est de tester, à un horizon de 10 ou 25 ans, des variantes globales du réseau de transport régional ou d'infrastructures particulières.

La mission confiée au bureau d'étude Interface Transport est de mener une comparaison des résultats prévisionnels établis par la DREIF en matière de transports de personnes en Ile-de-France, avec ceux proposés par le Laboratoire d'Economie des Transports (LET). Il s'agit donc de valider ou d'infirmer les ordres de grandeur obtenus par MODUS en les comparant avec ceux réalisés par les modèles QUINQUIN développés aux LET.

Les modèles QUINQUIN (Qualités Introduites, Quantités Insolvables sur Lyon⁸), (Gestion des Ressources Offertes à la Société, Quels Investissements, Quelles Indemnités sur Paris⁹) sont des modèles de simulation de type macro-économique. En se basant sur les enquêtes ménages (Lyon) ou sur les enquêtes globales transports (RIF), ils utilisent un certain nombre d'invariants très marqués qui caractérisent la mobilité, et, sous diverses hypothèses d'évolutions de revenus, de population, de politiques de transports, simulent des scénarios d'évolution du système des transports à un horizon de 10 ou 25 ans.

Après avoir présenté la logique et les fondements des modèles QUINQUIN, nous mettrons en parallèle les simulations de long terme des deux modèles MODUS et QUINQUIN, en faisant apparaître les différences plus ou moins significatives qui existent, et en tentant de faire ressortir les forces et les faiblesses des deux modèles.

⁷ Une présentation détaillée du modèle MODUS est fournie en annexe de ce document.

⁸ Tabourin (E.), *Un modèle de simulation du financement des transports collectifs urbains à l'an 2000 : le modèle QUINQUIN*, Application à l'agglomération lyonnaise, Thèse d'Université Lumière-Lyon2, Lyon, septembre 1989.

⁹ Bouf (D.), *Un nouvel instrument pour le dialogue stratégique entre la RATP et ses partenaires : le modèle GROS QUIN-QUIN*, Thèse d'Université Lumière-Lyon2, Lyon, octobre 1989.

2. LES MODELES QUINQUIN

Les problèmes de déplacements dans les grandes villes de province n'ont cessé de croître depuis les années 1950, dus dans un premier temps à une forte croissance démographique urbaine, aggravés par la diffusion de la motorisation.

Depuis le début des années 1970, on a essayé d'apporter une solution à la gestion physique de ces flux en pratiquant une relance de l'offre en transport collectif. Cette politique a mis en jeu des masses financières qui ont subi des dérives importantes, tant en terme d'investissement que d'exploitation, et placé les comptes des entreprises de transport dans une situation de déficit structurel. Le financement est actuellement réalisé par trois agents économiques : les usagers, les entreprises à travers le versement transport, et les collectivités locales. Dans l'évolution du financement des transports collectifs urbains, il y a eu au cours du temps un effet de substitution de la part des usagers par celles des collectivités locales et du versement transport.

A partir de la fin des années 70, les contributions publiques étant de plus en plus contraintes par des niveaux de prélèvements fiscaux acceptables, et le versement transport stagnant, le problème de l'adaptation entre un niveau de ressource limité et la gestion d'un système de plus en plus coûteux représentait le principal défi.

Le retour à un certain degré de croissance à la fin des années 80 a constitué un ballon d'oxygène pour le financement, en permettant notamment une forte croissance du produit du versement transport. Mais il a fait apparaître un second écueil : une crise des déplacements urbains. Sous l'effet de la croissance, les embouteillages, qui n'avaient certes pas cessé durant la phase précédente, se sont accrus d'une manière beaucoup plus importante.

Entrerait-on dans une nouvelle crise des déplacements urbains ? Peut-on l'éviter en prenant un certain nombre de mesures appropriées ?

Afin de mesurer et d'apporter des éléments d'aide à la décision pour contrer cette double crise -crise financière et crise des déplacements urbains-, nous avons élaboré un modèle de simulation du financement des transports collectifs, le modèle "QUINQUIN", appliqué à l'agglomération lyonnaise. Cette appellation est une abréviation de "qualités introduites, quantités insolubles".

Après avoir présenté l'architecture générale du modèle et délivré les principaux enseignements que nous avons pu en tirer sur Lyon (1.1.), nous entrerons dans la "mécanique" du modèle afin de mettre en exergue les invariants sur lesquels QUINQUIN repose (1.2.).

2.1. Problématique générale et architecture des modèles QUINQUIN : Quelques résultats obtenus sur Lyon.

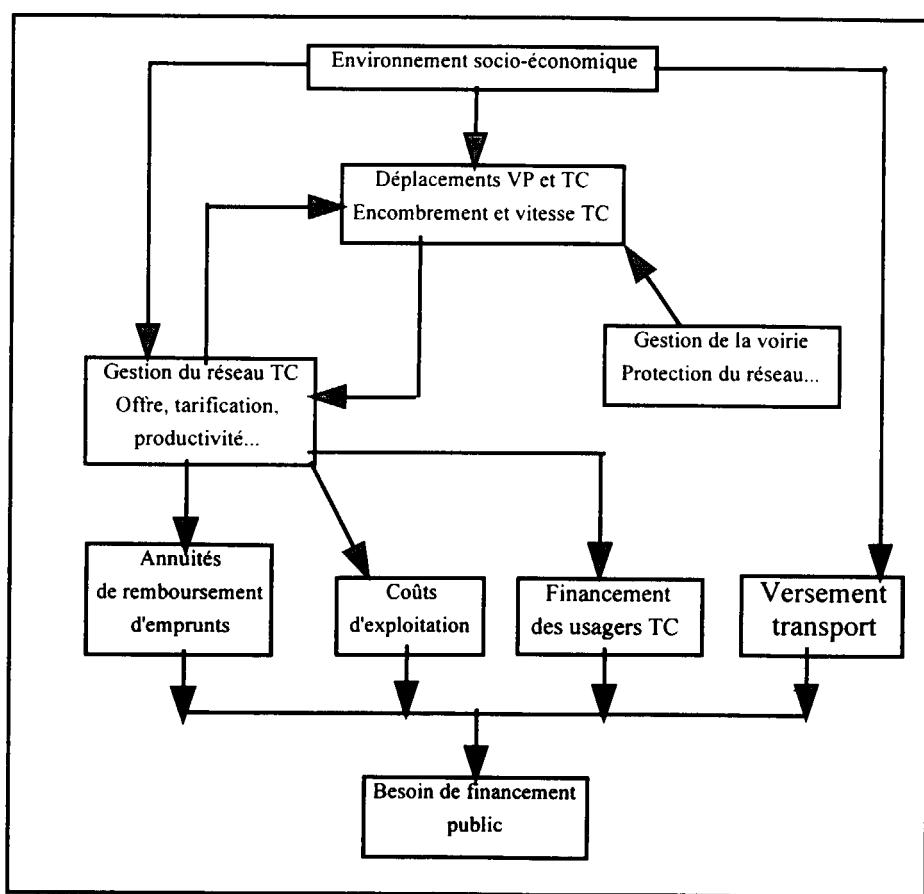
Le modèle QUINQUIN permet d'estimer, à un horizon donné, le financement qui sera nécessaire à la poursuite d'une organisation collective des déplacements urbains au sein de l'agglomération lyonnaise. Il mesure l'impact de modifications du contexte socio-économique

sur le système des déplacements urbains. Il permet de tester diverses options de politiques de gestion qui peuvent être entreprises pour réduire le déficit du réseau de transport collectif, et gérer les déplacements qui s'inscrivent dans la ville.

Ce modèle n'a pas de pouvoir prédictif, au sens où il donnerait la situation précise du financement à un horizon donné. Il permet d'entrevoir une multitude d'avenirs possibles, de mesurer l'efficacité de politiques variées de gestion de réseau dans le cadre de contextes socio-économiques non maîtrisés.

Il s'articule autour de quatre modules principaux qui sont relatifs aux variables exogènes, aux déplacements, aux politiques de gestion de la voirie et du réseau des transports collectifs, et aux financements.

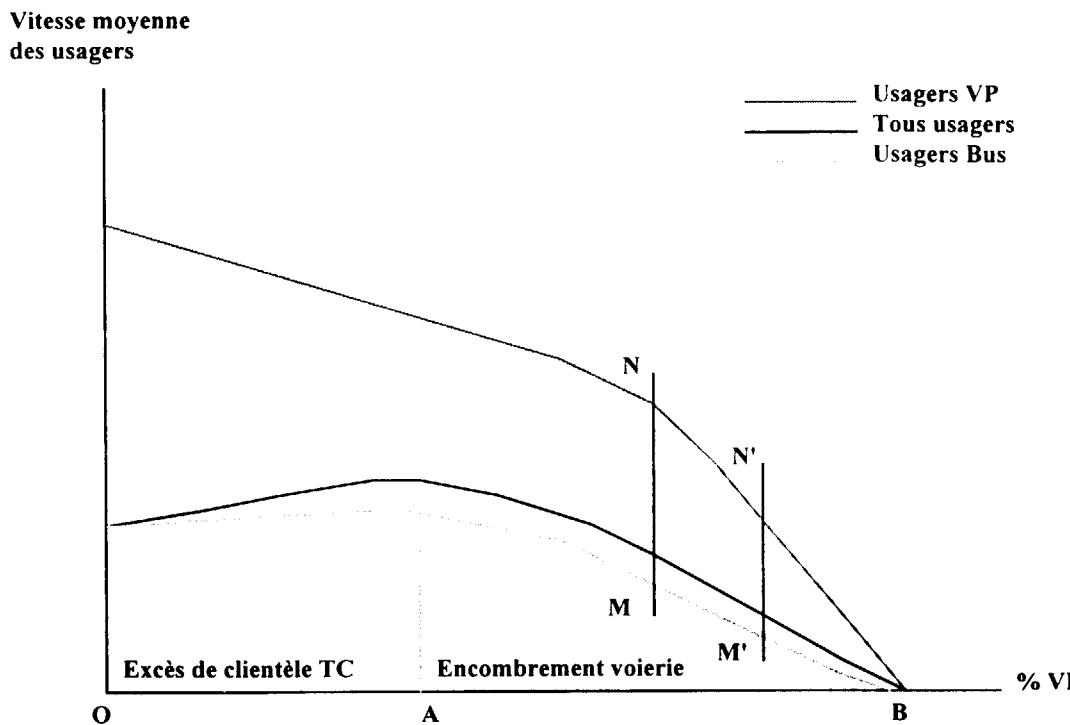
L'architecture simplifiée du modèle montre comment s'agencent ces différents modules :



La participation des collectivités locales au financement des transports collectifs urbains résulte de la différence entre le coût global engendré par l'offre et le financement usager augmenté du versement transport. Cette égalité apparaît au bas de la représentation simplifiée du modèle. La partie supérieure de ce schéma exprime la manière dont se forment les trois grandeurs que nous tentons d'appréhender ; en fonction d'une part de déterminants qui s'imposent au système et qui conditionnent la nature et la quantité des déplacements urbains (hypothèses scénariales sur les variables socio-économiques exogènes au système des transports), et d'autre part d'un ensemble de "leviers de commande" (commandes du système) qui permet d'agir sur ce système en mettant en oeuvre des politiques d'actions volontaires.

Les simulations pratiquées montrent en exergue, dans les limites d'évolutions possibles des différentes variables, le rôle prépondérant des revenus. Ils interviennent en effet à de multiples niveaux dans le système des déplacements urbains. Tout accroissement du pouvoir d'achat des ménages se traduit par une hausse de l'acquisition et de l'usage de la voiture particulière, et conjointement par une diminution relative de la clientèle potentielle des transports collectifs (si les déplacements en TC progressent avec des gains de pouvoir d'achat des ménages, les déplacements en VP explosent littéralement). L'augmentation des déplacements motorisés crée une aggravation des conditions de circulation, qui affecte l'organisation de l'offre en transport collectif de surface.

La vitesse des déplacements est au cœur de la compétition intermodale. Alain Bonnafous¹⁰ résume la concurrence que se livrent les transports collectifs et la voiture particulière de la manière suivante :



Sur la partie OA, les déplacements en voiture particulière sont faibles, et toute progression de l'utilisation de ce mode ne fait pas diminuer la vitesse moyenne. La voiture permet de désengorger le réseau de transport collectif, et de satisfaire une demande de déplacement en progression.

Au-delà de ce point, les déplacements en voiture particulière vont générer des encombrements, qui font chuter la vitesse moyenne de l'ensemble des usagers. Ce processus va aller nécessairement en s'accélérant, et conduit tout naturellement vers le point B. En effet, supposons un individu qui utilise les bus et qui se trouve en situation M. Non seulement son bus ne roule pas vite, pris dans les encombrements, mais en plus, il se rend compte que la voiture particulière roule beaucoup plus vite. Il aspire donc à accéder à la situation N. Dès qu'il le pourra, il s'équipera d'une voiture, améliorant ainsi sa propre situation. Mais ce faisant, il va aller accroître l'encombrement, entraînant un glissement des situations vers la droite de la

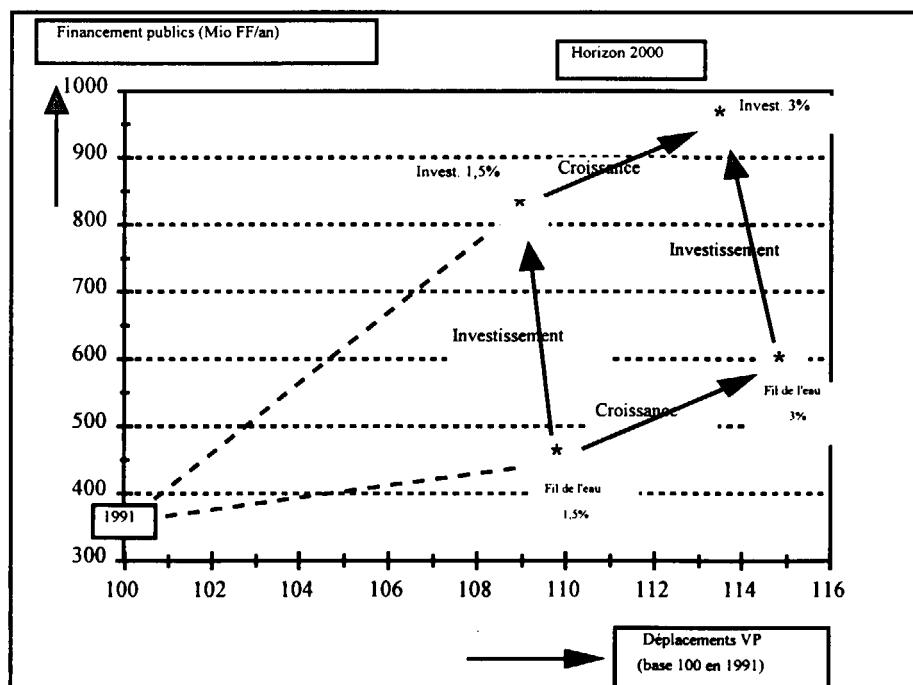
¹⁰ In A. Bonnafous, H. Puel, *Physiognomie de la ville*, ed. Economie et humanisme, 1983, 165 p.

courbe. Ce désir sera d'autant plus fort que plus on se rapproche du point B, plus la situation des usagers des transports collectifs est dramatique par rapport à ceux de la voiture particulière. Ce mécanisme conduit à la généralisation des encombrements, la réduction de la clientèle aux captifs, des coûts de gestion croissants des transports collectifs, et un dépérissement des tissus urbains les plus encombrés.

Cette diminution de la vitesse commerciale des bus agit négativement sur les résultats financiers de l'entreprise, en cumulant deux effets : d'une part, la perte de productivité externe affecte directement les coûts d'exploitation, en renchérisant les coûts unitaires de l'offre produite. D'autre part, elle engendre une perte de clientèle consécutive à la dégradation du service offert. Les recettes commerciales baissent donc en rapport à un coût de l'offre qui progresse. Les coûts d'exploitation subissent par ailleurs des dérives importantes consécutivement à toute hausse de revenu, étant donné que près de soixante-dix pour cent de leur composition correspondent aux salaires des employés de l'entreprise.

La crise économique subie par les pays développés depuis le milieu des années 70 a sans aucun doute masqué l'ampleur de la crise financière des réseaux de transports collectifs. Il est fort probable qu'une reprise accélérée de l'activité économique conduirait à une explosion des subventions publiques allouées au système des transports collectifs urbains.

Le modèle montre ainsi que le besoin de financement public nécessaire à la couverture des déficits de l'activité des transports collectifs urbains est fortement déterminé par le niveau de croissance des revenus. Le graphique qui suit exprime cet impact de la croissance des revenus sur le besoin de financement public et sur l'encombrement (11).



Pour des situations de fortes croissances des revenus, la propension des habitants de l'agglomération à utiliser les modes de transports individuels serait très élevée. On se

(11) C. RAUX, E. TABOURIN, *Les investissements en transports collectifs dans l'agglomération lyonnaise : simulation des effets et risques financiers*, étude réalisée pour la COURLY, LET, septembre 1991.

retrouverait alors dans la situation qui prévalait à la fin des années 60, et une promotion des transports collectifs forte serait à nouveau nécessaire. Les hausses tarifaires n'étant pas le meilleur moyen pour réaliser ce type de promotion, la voie serait alors étroite entre l'acceptation d'un déficit important et la paralysie des réseaux de surface.

Le meilleur moyen de résoudre ce choix cornélien est sans aucun doute celui de ne pas avoir à l'affronter. Pour y parvenir, l'utilisation de politiques pénalisant l'usage de la voiture particulière semble particulièrement efficace. Elles permettent d'une part de limiter les encombres, et donc de faire progresser la productivité externe des réseaux de surface. D'autre part, elles laissent au réseau de transport collectif la possibilité de pratiquer des augmentations tarifaires conséquentes, la voiture particulière n'apparaissant plus comme un mode de transport économique si la pénalisation s'effectue sous une forme monétaire dissuasive. Ces hausses tarifaires sont absolument nécessaires, car le modèle montre bien que pour un processus d'adaptation de l'offre au niveau de la demande, rien ne serait pire pour le besoin de financement public que de promouvoir les transports collectifs, tout en ne compensant pas par les tarifs la progression conjointe du niveau de l'offre.

Mais la mise en oeuvre d'une telle politique ne saurait se réaliser sans engendrer une iniquité sociale basée sur la localisation des individus. Pour l'éviter, il faudrait que le réseau de transport collectif ait une couverture spatiale suffisamment importante pour que chaque individu puisse se déplacer sans contrainte dans toute l'agglomération. Les derniers travaux réalisés par l'agence d'urbanisme de Lyon montrent que plus de 100.000 personnes -soit à peu près 10 % de la population- se situent encore actuellement à plus de 300 mètres d'une station de bus ou de métro dans le périmètre de la COURLY. De plus, des fréquences particulièrement faibles relevées sur certaines lignes ne contribuent pas à faire des transports collectifs un substitut acceptable à la voiture particulière. Il ne s'agirait bien évidemment pas de contraindre certains types de déplacements, car dans ce cas un risque de dépérissement de l'agglomération ne serait pas à exclure. Pour répondre au problème du développement de plus en plus péri-urbanisé de l'agglomération, la création de parcs d'échanges modaux serait sans doute nécessaire. Dans un but incitatif, ces parcs d'échanges devraient se situer hors des zones de taxation de la voiture particulière. A partir de ces points de transition, les transports collectifs achemineraient les usagers vers leurs destinations finales, en bénéficiant de la concentration des flux ainsi créée. Les hausses tarifaires devraient être assez fortes pour pouvoir couvrir les coûts engendrés par la nécessaire progression de l'offre.

Mais le mode de régulation décrit ci-dessus paraît fortement contraignant, et il n'est pas certain que les volontés politiques soient suffisamment fortes pour le mettre en oeuvre, sous la pression des électeurs-automobilistes. Il n'en demeure pas moins que si la croissance économique venait à repartir, on peut difficilement envisager de se passer des transports collectifs. On a plutôt tendance aujourd'hui à prôner le développement de la protection des réseaux de surface (type axes verts), en effectuant un nouvel arbitrage dans l'occupation de la voirie. Le but recherché est d'inverser la courbe des compétitions intermodales décrites par A. Bonnafous dans "physionomie de la ville"¹².

¹² C'est à dire faire que la vitesse de déplacement des usagers des transports collectifs soit au moins égale, voire supérieure à celle des automobilistes en période d'heures de pointe.

Les résultats du modèle montrent l'ampleur des déficits, selon les diverses options de politiques de gestion de réseau retenues. C'est pour la gestion de réseau de type "poursuite de l'offre" que les conséquences financières sont les plus préoccupantes pour l'évolution future du besoin de financement public. Le développement de l'offre en transports collectifs serait donc très difficile à poursuivre dans le cadre actuel du financement des réseaux.

Mais de nouvelles modalités peuvent émerger, telles que le financement privé d'investissements à forte rentabilité^{(13),14} ou la participation d'autres bénéficiaires indirects à la couverture des déficits. Jusqu'à présent, nous avons considéré que le financement des réseaux était entièrement couvert par les recettes commerciales, le montant du versement transport, et par la participation des collectivités locales. Nous pouvons émettre l'hypothèse que les deux premiers types de financement seront conservés dans leurs principes à l'horizon du modèle¹⁵. Seules demeurent incertaines leurs évolutions, selon les options de politiques tarifaires qui seront retenues, et les variations possibles des taux de recouvrement du versement transport. La notion de participation des collectivités locales que nous avons retenue était celle de la recherche d'un équilibre comptable. On peut très raisonnablement penser que le financement nécessaire pour réaliser cet équilibre ne sera pas seulement du fait des collectivités locales, mais que d'autres bénéficiaires seront mis à contribution.

L'instauration du versement transport visait à prendre en compte les externalités positives dont bénéficiaient les employeurs, du fait de l'existence d'un réseau de transport collectif. On en reconnaît généralement trois principales :

- les économies réalisées sur les frais de transports des salariés, que les employeurs pourraient être amenés à financer dans le cas d'une absence de réseau de transport collectif (ramassage du personnel).
- l'élargissement du bassin d'emploi (marché de la main d'oeuvre), dans la mesure où le réseau de transport collectif permet à toutes les personnes de se déplacer, quelle que soit leur condition sociale (notamment le fait d'être motorisé ou non).
- le réseau de transport collectif est dimensionné en fonction des déplacements qui se réalisent en heure de pointe, c'est-à-dire au moment où les déplacements domicile-travail sont les plus importants. Le versement transport est donc tout naturellement affecté en priorité aux investissements lourds.

⁽¹³⁾ Les expériences japonaises de privatisation des réseaux ferrés démontrent la faisabilité de tels projets pour des axes lourds de transports collectifs urbains qui sont tout particulièrement utilisé par les usagers. Les modalités de financement retenues pour réaliser le tunnel sous la Manche sont à ce titre riches en enseignements : les actions ont perdu plus des trois quart de leur valeur. Seule une rentabilité de très long terme peut être obtenue. On pourrait toutefois envisager un appel à l'épargne publique affecté au seul achat du matériel roulant, la construction des infrastructures étant prise plus ou moins entièrement en charge par les collectivités locales.

¹⁴ En 1995, le réseau de transport collectif londonien proposait aux entreprises privées d'acheter les stations de métro. Ces entreprises pouvaient rebaptiser les stations de leur noms, et installer des points de vente. Mais le métro a une image tellement dégradée que la proposition est restée sans suite et n'a donné lieu à aucune expérience.

¹⁵ Encore que ! la suppression du versement transport est réclamée depuis fort longtemps par les syndicats patronaux qui accusent cette taxe d'alourdir le coût du travail.

Mais la seule participation des entreprises au financement des transports collectifs pourra-t-elle permettre une résolution de la crise financière des réseaux de transports collectifs urbains ?

D'ores et déjà, des relèvements du taux de recouvrement du versement transport (ou le passage à des taux déplafonnés) sont envisagés dans nombre de réseaux. Une différenciation des taux pourrait également être appliquée selon la localisation des entreprises dans le périmètre de l'agglomération, comme c'est le cas à Paris⁽¹⁶⁾, répondant ainsi beaucoup mieux à la logique d'une taxation fonction de la qualité de la desserte. Mais l'action sur les taux ne devrait pas atteindre des niveaux qui permettent de couvrir l'intégralité des déficits que nous avons pu constater en effectuant nos simulations.

D'autres bénéficiaires peuvent être identifiés et participer ainsi au financement des transports collectifs urbains. Cette logique s'inscrit tout à fait dans les énoncés de la Loi d'Orientation des Transports Intérieurs⁽¹⁷⁾. Il est écrit notamment que "le financement des services de transport public régulier de personnes défini par l'autorité organisatrice est assuré par les usagers, le cas échéant par les collectivités publiques et, en vertu de dispositions législatives particulières, les autres bénéficiaires publics ou privés qui, sans être usagers des services, en retirent un avantage direct ou indirect"⁽¹⁸⁾.

Nous pouvons cibler les agents économiques bénéficiant indirectement du réseau de transport collectif, et éclairer les types d'imposition éventuelle, en observant les diverses expériences qui ont pu être entreprises dans les pays étrangers. On retient généralement trois catégories d'agents qui bénéficient des externalités positives créées par les transports collectifs :

- **les automobilistes** bénéficient directement des réseaux de transports collectifs. La substitution de déplacements en voiture particulière par des déplacements en transports collectifs permet, en libérant une partie de la surface viaire, d'améliorer de conditions de circulation. Ceci est particulièrement sensible aux heures de pointe⁽¹⁹⁾. Les automobilistes français contribuent déjà au financement des infrastructures de transports collectifs depuis janvier 1983, par le produit d'une taxe sur les carburants qui alimente le Fond Spécial des Grands Travaux. Ce fond est affecté en priorité aux infrastructures de transports et aux économies d'énergies. Il n'est donc pas affecté directement aux transports collectifs, mais ces derniers en bénéficient pour une part non négligeable. Dans certains pays, il existe de telles taxes sur les carburants, affectées directement aux réseaux de transports collectifs (en

⁽¹⁶⁾ Le versement transport est ainsi perçu en 1991 selon trois taux différents dans l'agglomération parisienne. Pour Paris "intra-muros" et les Hauts de Seine, il était fixé à 2,4 %. Pour les deux départements de la petite couronne restants (Seine-Saint-Denis, et Val de Marne), il était de 1,8 %. Pour les départements de la grande couronne (Essonne, Seine et Marne, Yveline et Val d'Oise), le taux était de 1,2 %. En 1993, il a été décidé une diminution des taux accompagnée d'un déplafonnement de l'assiette, tout en conservant le principe de différenciation spatiale.

⁽¹⁷⁾ Loi n°82-1153 du 30 décembre 1982 d'orientation des transports intérieurs, parue au journal officiel de la République Française du 31 décembre 1982.

⁽¹⁸⁾ extrait de l'article 7 du titre I^{er} "Dispositions générales applicables aux différents modes de transport" de la L.O.T.I.

⁽¹⁹⁾ On retrouve ici la conjecture de Modridge : tout investissement en TC conduit à une augmentation de la vitesse de déplacement des usagers de la voiture particulière, alors que tout investissement en voirie conduit à une diminution de la vitesse des déplacements de la VP.

Allemagne notamment, où 50 % d'une taxe sur les carburants est spécifiquement affectée aux transports collectifs. L'instauration d'une telle taxe en France a été proposée à la fin des années 1992 (par la mairie de Lyon), mais aucune suite n'a été donnée à cette requête).

D'autres formes de taxation peuvent être envisagées, tel le "car licence" en vigueur depuis 1975 à Singapour, qui constitue un droit d'entrée dans le périmètre de l'agglomération. Les sections autoroutières urbaines à péages dans les grandes métropoles américaines relèvent de la même logique.

- **Les propriétaires fonciers** et les promoteurs immobiliers bénéficient des plus-values créées par les infrastructures de transports collectifs. La récupération de ces externalités positives accaparées par le secteur privé a été particulièrement développée aux Etats Unis et au Canada, au travers de la "value capture". Ce système permet à la collectivité d'acheter, de gérer ou de taxer les terrains situés près des infrastructures de transports collectifs créées ou à venir. Les produits financiers de la revente de ces terrains ou des taxes perçues sont entièrement affectés à la réalisation ou au financement de l'infrastructure. Aux Etats Unis toujours, la "property tax", impôt local sur la propriété bâtie et non bâtie, comporte une part spécifique affectée à la couverture des coûts d'exploitation et d'investissement des réseaux de transports collectifs.

- **Les commerçants** enfin, bénéficient de l'existence des réseaux de transports collectifs, grâce à l'élargissement de leur marché de clientèle potentielle (zone de chalandise). Aux Etats Unis, la "sales tax" permet de prendre en compte les améliorations d'accessibilité créées par les réseaux de transports collectifs. Cette taxe s'applique sur le chiffre d'affaire des commerces de détail, et les ressources qu'elle procure sont affectées ici encore à la couverture des coûts d'exploitation et d'investissement des réseaux de transports collectifs.

La notion de participation des collectivités locales que nous avons exhibée tout au long de nos développements, ne doit pas être considérée comme une entité définie. Nous ne l'avons retenue que par rapport à l'état actuel des modalités de recouvrement des déficits des réseaux de transports collectifs urbains. Si ces déficits devenaient trop importants, comme le laissent supposer un grand nombre de nos simulations, des modifications législatives pourraient être envisagées qui permettraient de faire participer un plus grand nombre d'entités économiques au financement des réseaux.

Il est grandement souhaitable, au regard de l'évolution des grands agrégats socio-économiques locaux, de retrouver au sein de l'agglomération lyonnaise une croissance économique forte. Mais dans ces conditions, il faudra sans aucun doute et à des degrés divers, accepter que l'usager des transports collectifs paie pour éviter la crise du financement, et que l'automobiliste et le contribuable (quel qu'il soit) paie pour éviter celle de l'encombrement.

Si l'automobiliste est le plus souvent montré du doigt, c'est que la taxation de la voiture particulière apporte une solution (certes partielle) à ces deux crises. Par la taxation, on oriente la demande, et on peut ainsi espérer faire diminuer l'encombrement de la voirie et progresser l'utilisation des réseaux de transports collectifs. Par l'affectation des fonds récoltés au financement des investissements et de l'exploitation des réseaux de transports collectifs, on peut espérer résoudre la crise financière de ces réseaux et développer une offre qui constituerait une alternative crédible à la voiture particulière.

L'analyse des invariants utilisés par le modèle QUINQUIN va permettre d'expliciter plus amplement la logique du raisonnement présenté ci-dessus.

2.2. Les invariants du modèle QUINQUIN parisien.

QUINQUIN est un modèle de simulation de type macro-économique qui scinde la RIF en trois zones : Paris, la petite couronne et la grande couronne. En se basant sur les enquêtes globales transports (RIF), il utilise un certain nombre d'invariants très marqués qui caractérisent la mobilité :

On trouve ainsi une relation très stable entre le niveau des revenus et celui de la mobilité motorisé : la mobilité motorisée est une fonction croissante des revenus, et sur la RIF, les données issues des trois EGT de 1976, 1983 et 1992 se calent parfaitement sur une même courbe.

On observe également une conservation dans le temps de la répartition des déplacements entre les modes VP et TC, selon la catégorie de motorisation et la zone de résidence. D'une manière générale, plus les ménages sont motorisés, plus l'usage de la voiture particulière est important, quelle que soit la zone de résidence ; par ailleurs, plus les ménages sont localisés loin de Paris, plus l'usage des transports collectifs est faible.

On peut aussi mettre en évidence une stabilité forte du rapport entre la mobilité motorisée selon le niveau de motorisation et la mobilité motorisée totale de chacune des zones.

Compte tenu de ces invariants et d'hypothèses relatives aux évolutions d'équipement en voitures particulières des ménages (équipement croissant en fonction du revenu des ménages) et de la taille des ménages selon les trois zones de résidences, nous pouvons estimer pour deux horizons (2005 et 2015) les niveaux de mobilités en VP et en TC des résidents de chacune des trois zones.

La dynamisation du modèle par la définition de scénarios différentiés en termes de croissance des revenus et de localisation des populations aux horizons 2005 et 2015 permettra d'évaluer une fourchette des déplacements que le système de transport aura à supporter. Les résultats obtenus seront confrontés dans la seconde partie de ce rapport aux résultats issus de l'utilisation de MODUS.

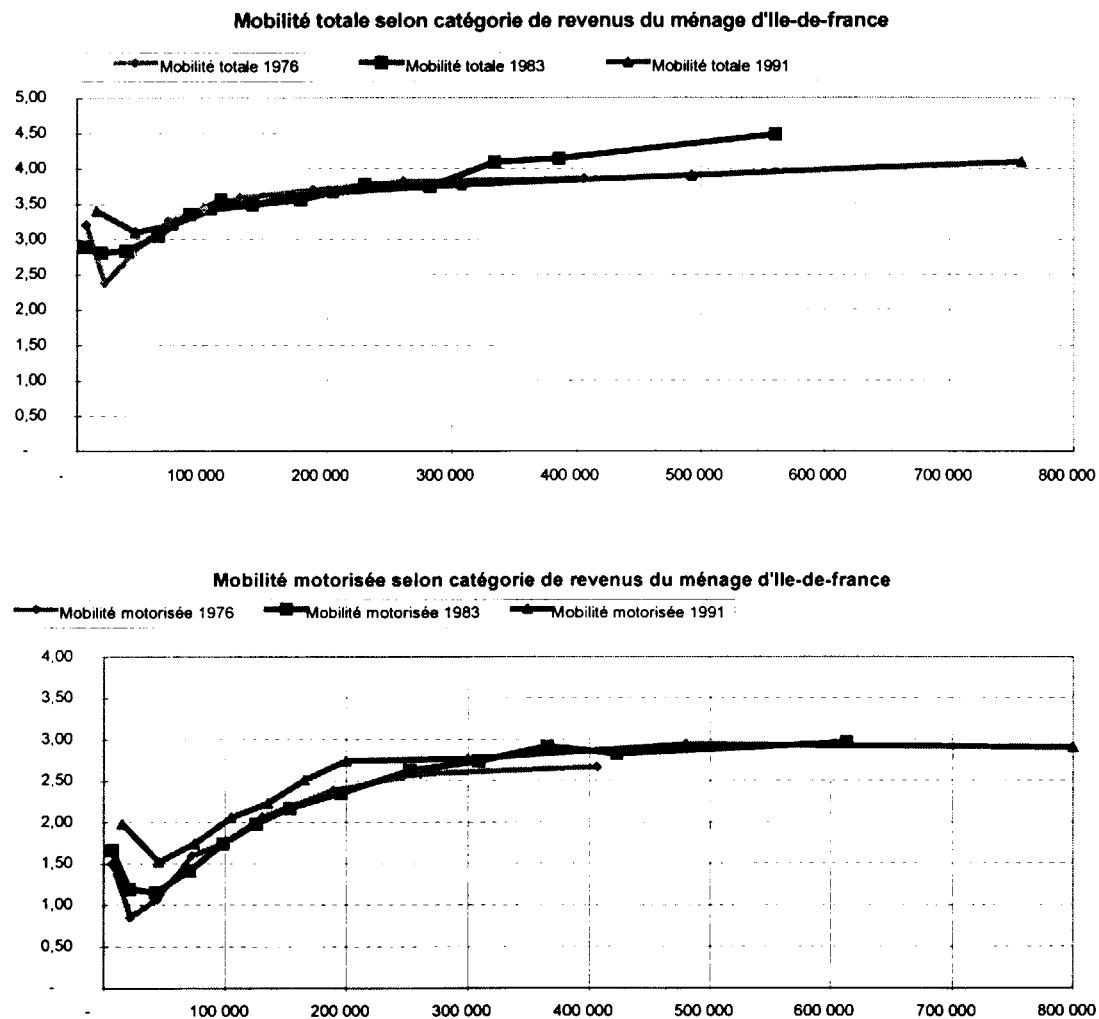
2.2.1. *Le lien Revenu-Mobilité*

Une hypothèse fondamentale des modèles QUINQUIN, est de supposer que la mobilité globale ne dépend que du revenu²⁰. Ainsi contourne-t-on la difficulté posée par la multicolinéarité en exploitant les données obtenues en coupes transversales de l'univers statistique et en supposant que les effets de la variation d'un facteur dans le temps peuvent en être déduits.

²⁰ Cette hypothèse s'est trouvée validée par la comparaison des coupes transversales établies pour deux années différentes.

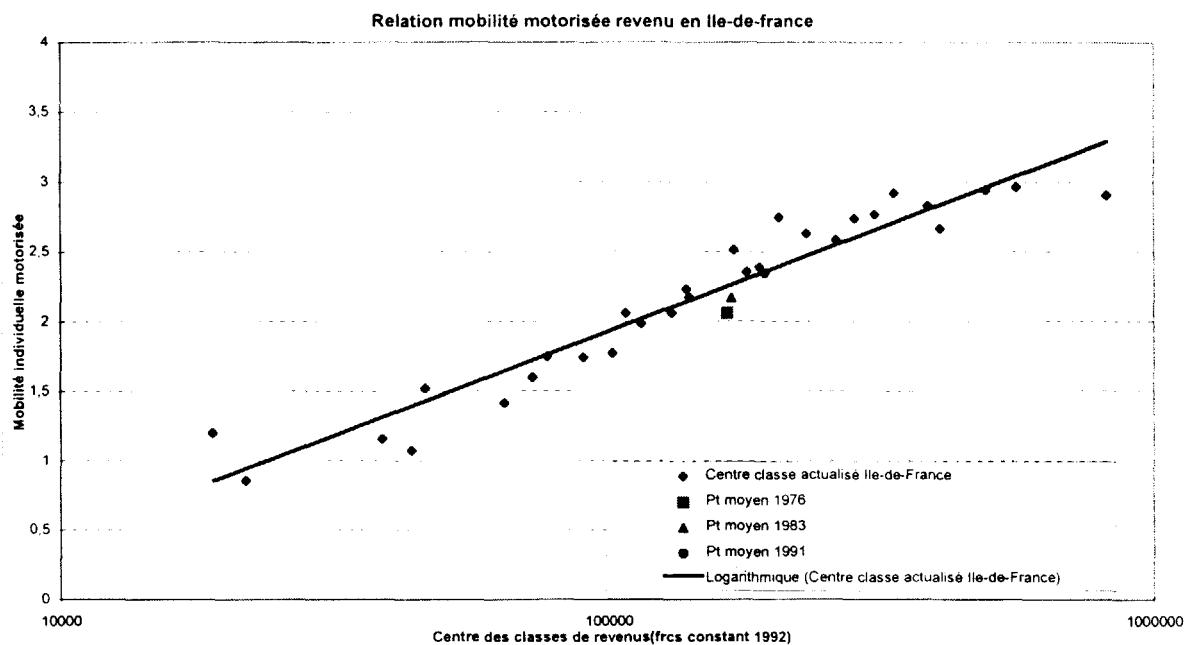
A partir des Enquêtes Globales Transports, et en actualisant les revenus des ménages en francs constants 1992, nous pouvons montrer qu'en dehors des classes extrêmes de revenus, les courbes de mobilité totale et de mobilité motorisées en fonction des revenus, sont relativement stables dans le temps.

Figure 1 : Evolution de la mobilité tous modes et motorisés en Ile-de-France

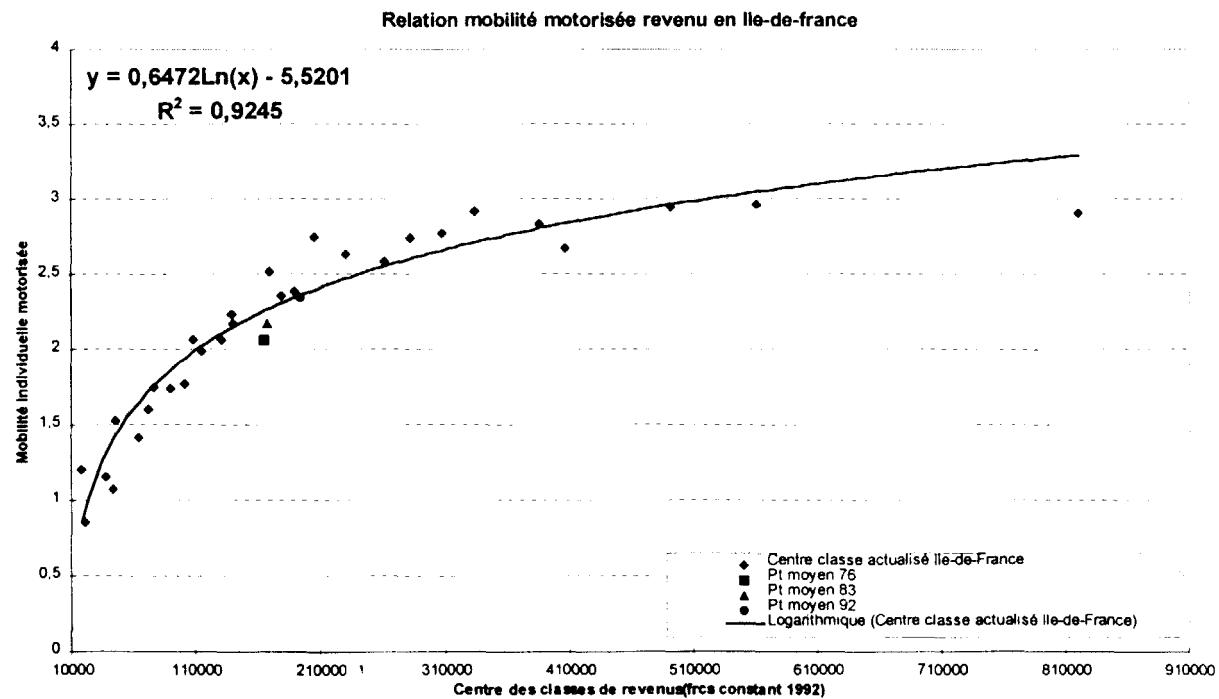


Les déplacements individuels par zone de résidence et selon le niveau de revenu du ménage peuvent être rendu de manière satisfaisante par une fonction logarithmique mettant en jeu le revenu moyen et la mobilité moyenne de la zone. Dans le graphique suivant, nous avons écarté les points extrêmes, et fait apparaître sur un même graphique l'ensemble des données relatives aux trois dernières enquêtes globales transports.

Figure 2: Relation mobilité motorisée revenu en Ile-de-France



Si nous adoptons une présentation non logarithmique sur l'axe des revenus, le calage obtenu fournit le graphique suivant :



La formalisation de cette relation se fait sous hypothèse d'invariance fonctionnelle²¹ entre la mobilité et le revenu : à cette fin des observations synchroniques sont utilisées pour les projections qui doivent permettre d'étudier, sur la période 1976-1992, une dépendance entre la mobilité et le revenu au sein des macro-zones.

Nous avons précédemment indiqué notre volonté d'utiliser une relation liant la mobilité individuelle aux revenus « déclarés » du ménage auquel il appartient. A cet fin, nous employons des observations synchroniques pour nos projections. Sur la période, 1976-1983-1992, la stabilité a pu être observée. Cette stabilité étant acquise, alors que des gains de pouvoir d'achat ont été observés sur la période, le postulat selon lequel une utilisation diachronique d'observations synchroniques est possible se trouve justifié. Le lissage obtenu par l'ajustement de la courbe log-normale à la fonction de répartition des revenus permet également d'ajuster une courbe logarithmique sur les points représentatifs de la dépendance entre mobilité et revenu. Nous excluons cependant la classe de faible revenu. Cette classe caractérisée par une mobilité plus forte que la classe de revenu immédiatement supérieure, introduit une rupture dans la croissance monotone de la mobilité en fonction du revenu. Exploitation statistiques complémentaires sont en cours pour montrer que les très faibles revenus sont caractéristiques de ménages occupant une position particulière : jeune ou vieux que l'on peut supposer dépendant d'autres ménages.

Les revenus font l'objet d'un traitement particulier. En effet, les statistiques en notre possession donnent la décomposition de la population selon les tranches de revenus du ménage. Il est donc nécessaire de faire une hypothèse sur la forme de la fonction de répartition du revenu. Des études antérieures ont pu montrer qu'une fonction log-normale représentait convenablement la répartition des revenus. Une telle fonction a donc été « calée » sur les statistiques relatives à chacune de zones. Cela nous a permis de calculer les barycentre des classes de revenus. Une fois actualisé en francs constants 1992, nous avons pu ajuster la courbe mobilité -niveau et calculer le revenu moyen de chacune des zones.

Nous avons vu que la courbe de dépendance de la mobilité présente une forme logarithmique, à condition d'exclure la classe à faible revenu, qui correspond à une population assez particulière.

Ces résultats sont valables pour la région Ile-de-France et restent fondés dans le cadre d'un découpage en trois zones concentriques.

Une régression linéaire sur la mobilité donne en fonction du logarithme du revenu donne les résultats suivants :

Paris : $Mob = 0,489\ln(R) - 3,8385$ coefficient de régression : 0.958

Petite couronne : $Mob = 0,724\ln(R) - 6,5163$ coefficient de régression : 0.978

²¹ Nous définissons une hypothèse d'invariance fonctionnelle comme, l'utilisation à des fins de projection, d'une forme analytique fixant la dépendance entre deux variables. Dans le cas de la relation entre la mobilité et le revenu, elle est fixée par une régression linéaire opérant sur des statistiques constituées au moyen d'un type d'hypothèse fréquent en modélisation, que nous avons appelé utilisation de données diachronique de données synchroniques.

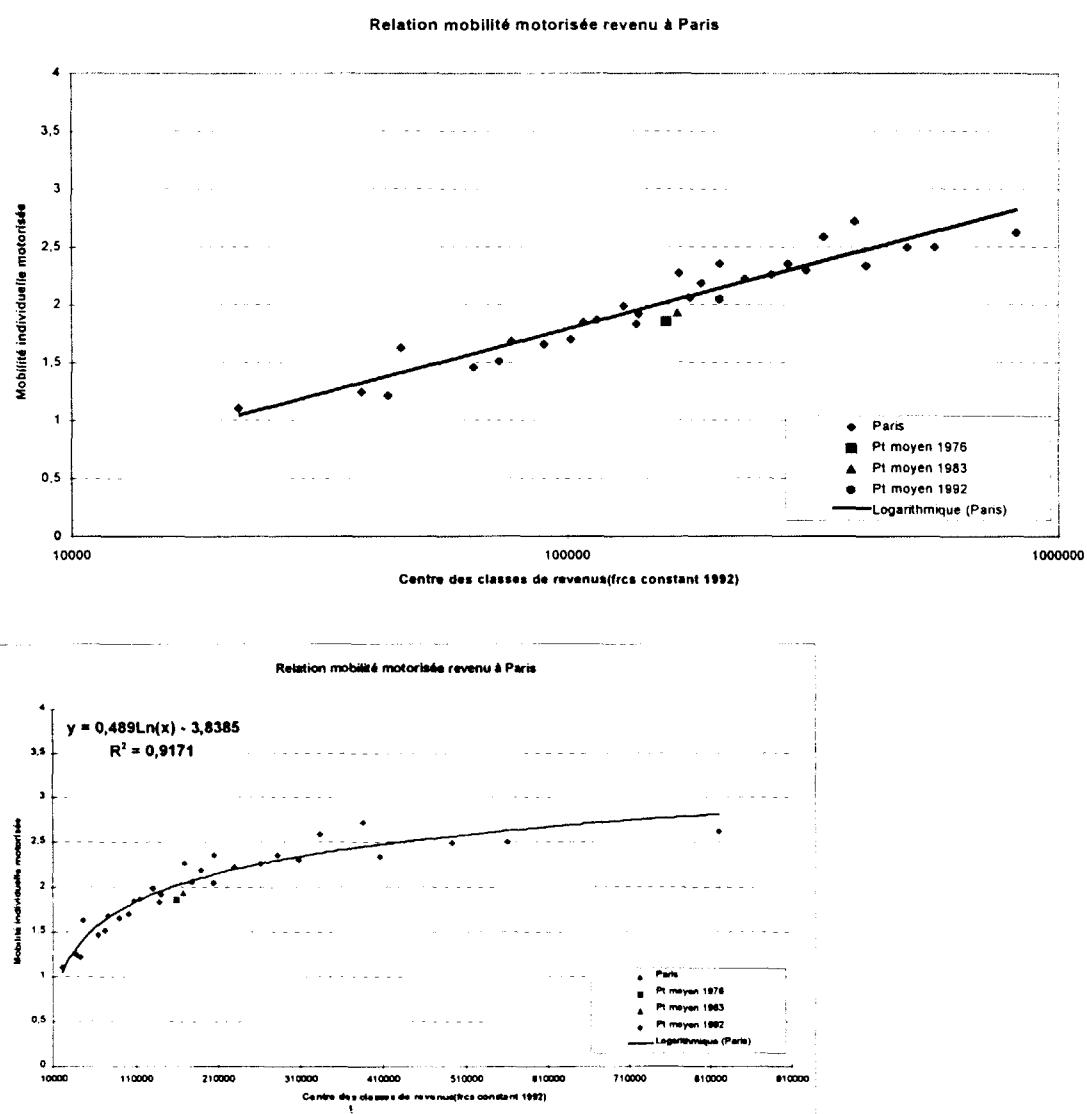
$$\text{Grande couronne : } \text{Mob} = 0,8569 \ln(R) - 7,839$$

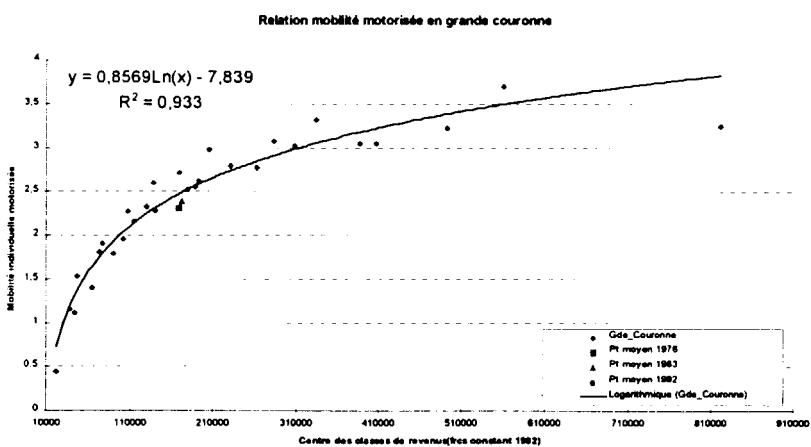
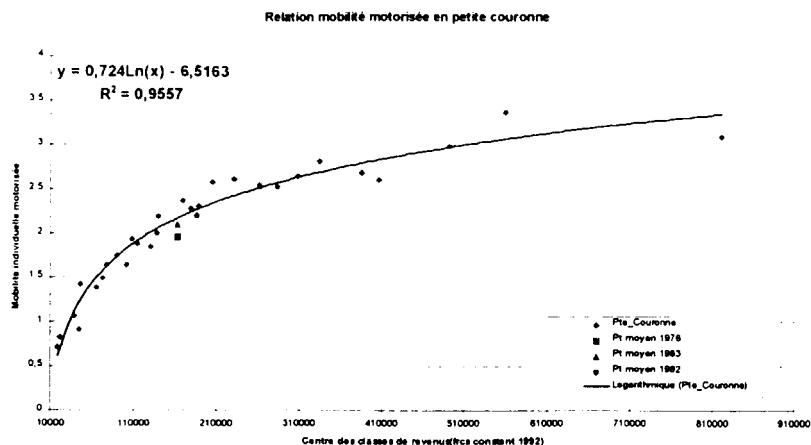
coefficient de régression : 0.966

La variable « revenu déclaré du ménage » utilisée comme variable explicative unique permet d'expliquer plus de 93% de la variabilité de la mobilité individuelle ce qui est très satisfaisant.

Outre les simplifications procurées par une expression analytique de la dépendance, ces relations permettent un calcul aisément grâce à la linéarité introduite. En effet, en l'absence de linéarité, la mobilité moyenne est différente de la mobilité qui correspond au revenu moyen. Les relations précédentes impliquent que la mobilité moyenne correspond à la moyenne des logarithmes des revenus. Cette moyenne se calcule facilement, à l'horizon de l'étude, si l'on suppose une croissance homogène des revenus. La Figure 3 présente cette relation pour Paris en échelle semi-logarithmique, puis pour les trois zones considérées (Paris, première et seconde couronne) la représentation de la mobilité motorisée effective et estimée par la régression.

Figure 3 : Relation mobilité individuelle motorisée - revenu déclaré du ménage à Paris





Pour chacune des zones, des hypothèses différencieront d'évolutions des revenus vont déterminer des niveaux de mobilité associés.

2.2.2. La motorisation

La motorisation des ménages est un élément, comme nous le verrons dans le point suivant, déterminant du niveau de la mobilité et déterminant de la répartition modale des déplacements. Son évolution est fortement dépendante de l'évolution des revenus des ménages, mais également des caractéristiques de localisation de ces ménages. Le tableau qui suit rappelle la répartition des ménages selon leur niveau de motorisation (0, 1 et 2 voitures particulières (VP) et plus), et selon leur localisation pour les trois dernières EGT.

Nous avons ensuite fait apparaître, pour les horizons 2005 et 2015 les prévisions de répartition que nous pouvons raisonnablement envisager, compte tenu de deux hypothèses différencieront.

d'évolution des revenus. Ces estimations sont très proches des prévisions réalisées par l'INRETS²² qui se base sur un modèle âge-cohorte.

Evolution de la répartition des ménages par catégorie de motorisation selon la zone de résidence

	1976	1982	1991	R=1%		R=2%	
				2005	2015	2005	2015
Paris							
0VP	55,5%	52,9%	51,7%	49,7	49,6	49,5	49,1
1VP	39,1%	41,6%	40,5%	41,5	41,45	41,5	41,6
2VP et plus	5,4%	5,5%	7,8%	8,8	8,95	9	9,3
				R=1%		R=2%	
Petite Couronne	1976	1982	1991	2005	2015	2005	2015
0VP	37,8%	30,8%	30,1%	29,75	29,25	29,5	28,5
1VP	50,2%	52,8%	49,4%	47,275	45,1	44,8	40,5
2VP et plus	12,0%	16,4%	20,5%	22,975	25,65	25,7	31
				R=1%		R=2%	
Grande Couronne	1976	1982	1991	2005	2015	2005	2015
0VP	23,9%	20,1%	16,1%	12,8	11,1	11	7,6
1VP	56,2%	50,7%	48,9%	45,95	42,15	42	34,4
2VP et plus	19,9%	29,2%	35,1%	41,25	46,75	47	58

Nous pouvons observer dans le temps une diminution des ménages non motorisés, quelle que soit la zone géographique considérée, une progression du pourcentage des ménages mono-motorisés pour Paris, et une forte progression du pourcentage des ménages bi-motorisés pour l'ensemble des zones. Ces derniers sont d'autant plus importants que l'on s'éloigne de la zone centrale.

Les projections effectuées s'inscrivent dans la chronologie des séries passées: de manière tendancielle lorsque la croissance des revenus est faible, de manière plus accentuée lorsque nous envisageons une croissance annuelle moyenne plus importante.

2.2.3. Mobilité relative des différentes catégories de motorisation.

L'intérêt du développement précédent réside dans ses conséquences en termes de mobilité. En effet, nous avons pu mettre en évidence un rapport à peu près constant entre la mobilité motorisée et la mobilité totale, selon le niveau de motorisation et la zone de résidence des ménages franciliens.

²² J.L. Madre, J. Armoogum, Motorisation et mobilité des franciliens aux horizons 2010-2020, rapport INRETS n°209, 125 p., juin 1996.

Paris	Mobilité motorisée j VP / mobilité motorisée zone i
0 Vp 1976	0,8
0 Vp 1983	0,8
0 Vp 1991	0,8
1 Vp 1976	1,1
1 Vp 1983	1,1
1 Vp 1991	1,1
2 Vp et plus 1976	1,5
2 Vp et plus 1983	1,4
2 Vp et plus 1991	1,4

Pte Couronne	Mobilité motorisée j VP / mobilité motorisée zone i
0 Vp 1976	0,6
0 Vp 1983	0,6
0 Vp 1991	0,6
1 Vp 1976	1,1
1 Vp 1983	1,0
1 Vp 1991	1,0
2 Vp et plus 1976	1,4
2 Vp et plus 1983	1,4
2 Vp et plus 1991	1,3

Gde Couronne	Mobilité motorisée j VP / mobilité motorisée zone i
0 Vp 1976	0,5
0 Vp 1983	0,4
0 Vp 1991	0,4
1 Vp 1976	1,0
1 Vp 1983	0,9
1 Vp 1991	0,9
2 Vp et plus 1976	1,3
2 Vp et plus 1983	1,3
2 Vp et plus 1991	1,2

Île-de-France	Mobilité motorisée j VP / mobilité motorisée zone i
0 Vp 1976	0,6
0 Vp 1983	0,6
0 Vp 1991	0,6
1 Vp 1976	1,1
1 Vp 1983	1,0
1 Vp 1991	1,0
2 Vp et plus 1976	1,4
2 Vp et plus 1983	1,4
2 Vp et plus 1991	1,3

(*j* prenant les valeurs de 0, 1 ou 2 et plus), (*i* représentant Paris, petite couronne, grande couronne et île-de-France).

Le rapport "Mobilité motorisée j VP / mobilité motorisée zone i" est un indicateur du différentiel de mobilité mécanisée des personnes appartenant à des ménages non, mono ou bi-motorisés, par rapport à la mobilité mécanisée moyenne observée dans une zone donnée. Ainsi, pour Paris, la mobilité motorisée des ménages non motorisés représente 80% de la mobilité mécanisée moyenne totale observée à Paris.

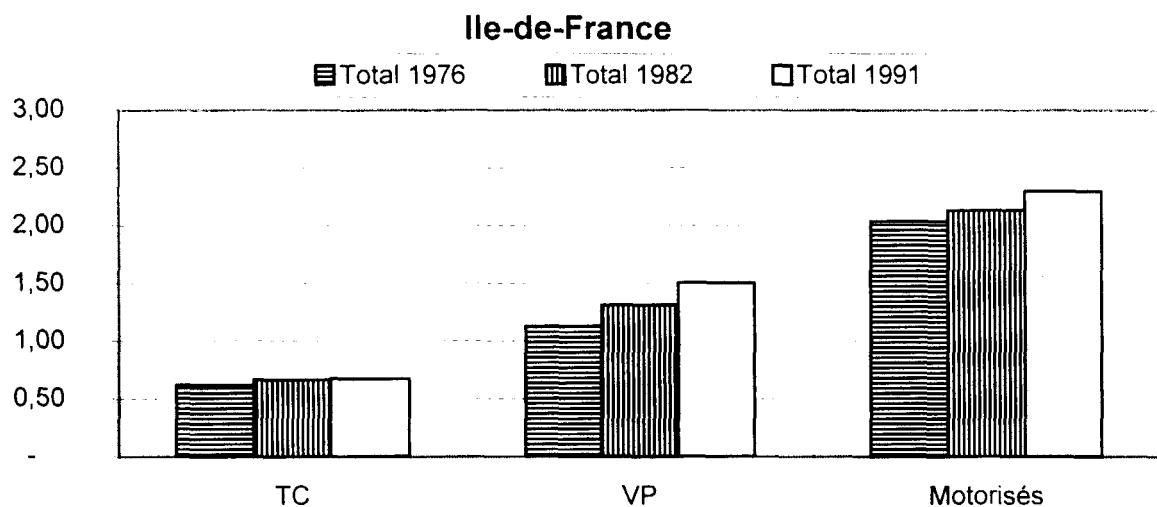
Globalement, on constate que les personnes appartenant à des ménages mono-motorisés ont une mobilité mécanisée sensiblement identique à la mobilité mécanisée moyenne de la zone. Le rapport "Mobilité motorisée j VP / mobilité motorisée zone i" est proche de l'unité. Les personnes appartenant à des ménages non motorisés ont une mobilité mécanisée inférieure à la moyenne, alors que les personnes appartenant à des ménages bi-motorisés réalisent de 30% à 50% de plus de leurs déplacements mécanisés par rapport à la moyenne de la zone.

Ce qui est bien entendu plus intéressant du point de vue de la modélisation, est de remarquer la stabilité des rapports selon les zones, entre les trois EGT.

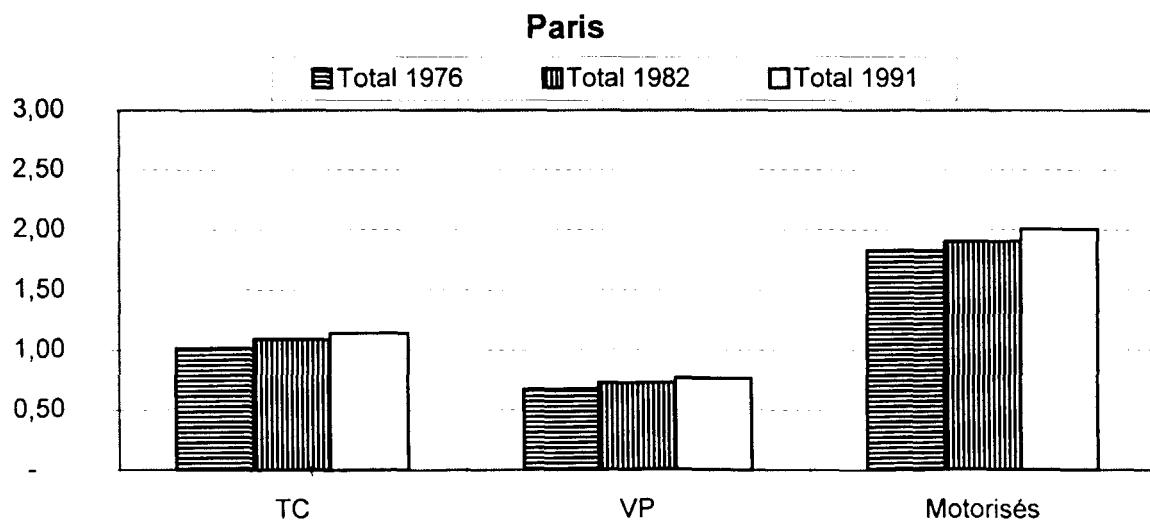
Si comme nous l'avons vu la mobilité motorisée des ménages non motorisés représente 80% de la mobilité mécanisée moyenne totale observée à Paris, le rapport exprimé sous forme de pourcentage est de 60% pour la petite couronne, que ce soit en 1976, en 1983 ou en 1992.

2.2.4. La répartition modale des déplacements selon le niveau de motorisation des ménages.

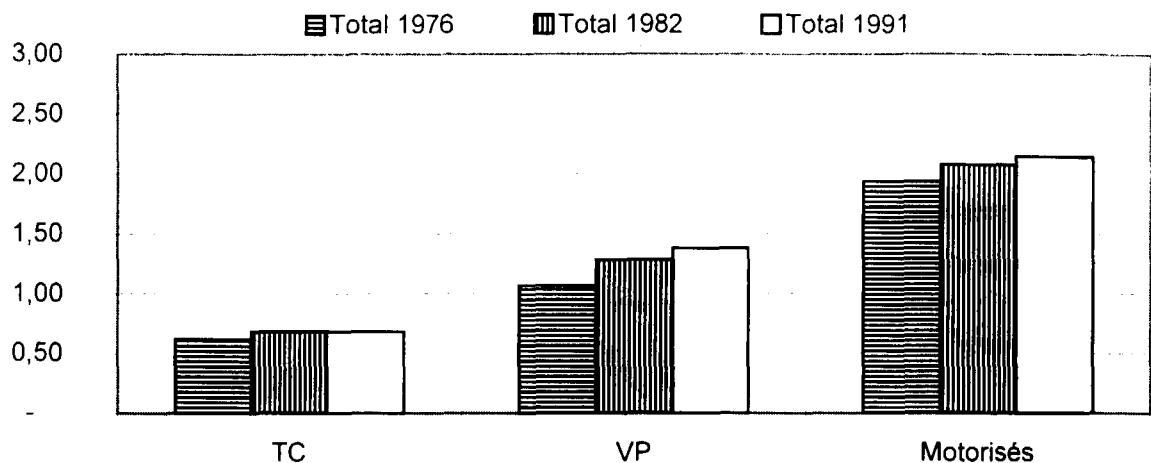
Les graphiques suivants expriment, pour les trois dernières EGT, la répartition de la mobilité motorisée en mode TC et en mode VP. On constate que quelle que soit la zone considérée, la mobilité motorisée s'accroît. On retrouve ici une des caractéristiques observée au niveau national : dans un contexte de stabilité de la mobilité totale, la mobilité mécanisée a tendance à s'élever, alors que la marche à pied diminue. On constate également, au niveau Ile-de-France, que la progression de la mobilité mécanisée est essentiellement due à la progression des déplacements en voiture particulière. Les transports collectifs ne participent que de manière marginale à cette évolution globale.



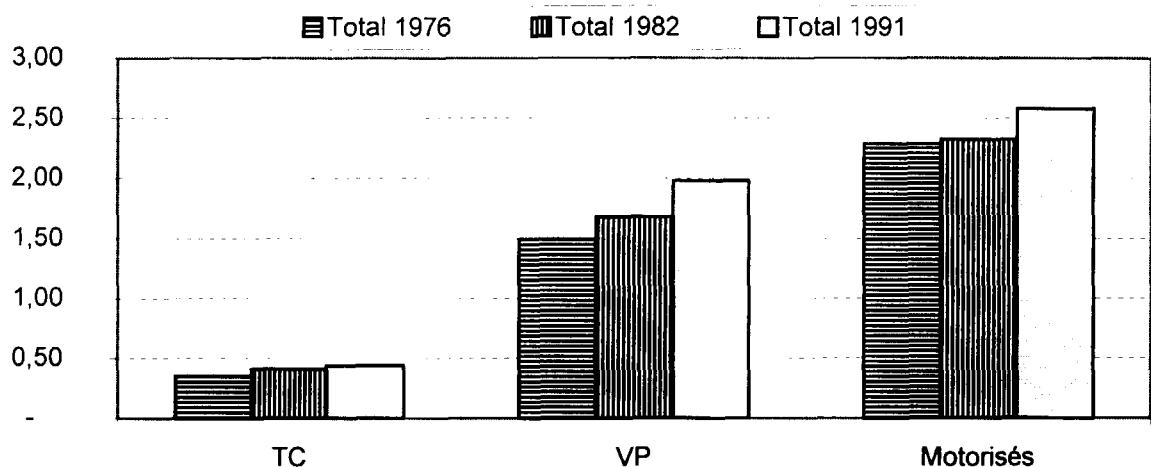
Des différences significatives apparaissent selon les zones géographiques étudiées. Dans Paris, le mode TC est prépondérant par rapport à la VP, du fait de la densité du réseau. En première et surtout en seconde couronne, la voiture particulière devient prépondérante.



Petite Couronne



Grande Couronne



On observe qu'en première et seconde couronne, la progression de la mobilité mécanisée s'explique quasi-intégralement par la hausse de la mobilité en voiture particulière.

Au delà de ces résultats portant sur la répartition de la mobilité mécanisée entre les TC et la VP, nous pouvons observer dans le tableau suivant la stabilité au cours du temps de l'utilisation de ces deux modes de transports selon le niveau de motorisation des ménages, en fonction de la zone de résidence de ces ménages.

Paris	TC	VP
0 Véhicule 1976	90,6%	9,4%
0 Véhicule 1983	91,3%	8,7%
0 Véhicule 1992	90,7%	9,3%
	TC	VP
1 Véhicule 1976	48,6%	51,4%
1 Véhicule 1983	48,5%	51,5%
1 Véhicule 1992	49,1%	50,9%
	TC	VP
2 Véhicules et plus 1976	28,1%	71,9%
2 Véhicules et plus 1983	25,5%	74,5%
2 Véhicules et plus 1992	28,7%	71,3%

Petite Couronne	TC	VP
0 Véhicule 1976	87,9%	12,1%
0 Véhicule 1983	85,8%	14,2%
0 Véhicule 1992	86,1%	13,9%
	TC	VP
1 Véhicule 1976	31,1%	68,9%
1 Véhicule 1983	32,6%	67,4%
1 Véhicule 1992	30,6%	69,4%
	TC	VP
2 Véhicules et plus 1976	14,0%	86,0%
2 Véhicules et plus 1983	14,6%	85,4%
2 Véhicules et plus 1992	14,6%	85,4%

Gde Couronne	TC	VP
0 Véhicule 1976	67,1%	32,9%
0 Véhicule 1983	65,7%	34,3%
0 Véhicule 1992	71,4%	28,6%
	TC	VP
1 Véhicule 1976	20,1%	79,9%
1 Véhicule 1983	22,7%	77,3%
1 Véhicule 1992	20,9%	79,1%
	TC	VP
2 Véhicules et plus 1976	10,4%	89,6%
2 Véhicules et plus 1983	12,0%	88,0%
2 Véhicules et plus 1992	14,6%	85,4%

Île de France	TC	VP
0 Véhicule 1976	86,5%	13,5%
0 Véhicule 1983	85,5%	14,5%
0 Véhicule 1992	86,0%	14,0%
	TC	VP
1 Véhicule 1976	31,1%	68,9%
1 Véhicule 1983	32,6%	67,4%
1 Véhicule 1992	30,6%	69,4%
	TC	VP
2 Véhicules et plus 1976	14,0%	86,0%
2 Véhicules et plus 1983	14,6%	85,4%
2 Véhicules et plus 1992	14,6%	85,4%

Plusieurs enseignements peuvent être extrait de ce tableau :

- A l'intérieur de chacune des zones, plus les personnes appartiennent à des ménages motorisés, plus l'usage de la voiture particulière est important. Ainsi, à Paris, les personnes appartenant à des ménages ayant 0 VP effectuent 9% de leur mobilité mécanisée en VP, ceux qui appartiennent à des ménages mono-motorisés en effectuent près de 51%, et les personnes qui appartiennent à des ménages bi-motorisés effectuent près de 72% de leur mobilité mécanisée en voiture particulière.

- Plus on s'éloigne du centre, plus l'effet d'usage de la voiture particulière - au détriment des transports collectifs - se renforce. Ainsi, parmi les personnes appartenant à des ménages bi-motorisés, l'usage des transports collectifs est de 28% de la mobilité mécanisée dans Paris, de 14% en première couronne et tombe à 12 ou 13% en deuxième couronne. De même, les personnes appartenant à des ménages non-motorisés utilisent proportionnellement plus les transports collectifs que la voiture particulière lorsqu'elles résident dans les zones les plus centrales, par rapport aux personnes ayant les mêmes caractéristiques, mais résidant dans les deux zones plus périphériques.

- Enfin, nous pouvons être frappés par la stabilité de la répartition modale de la mobilité mécanisée par catégorie de motorisation. Cette stabilité est bien entendue fonction de la zone de résidence, et intègre les constatations que nous avons faites dans les deux points

précédents. Bien que la mobilité mécanisée progresse dans l'ensemble des zones, la répartition modale de cette mobilité est relativement stable.

2.2.5. *La combinaison des invariants.*

Pour le modélisateur, le repérage d'invariants temporels est très intéressant. Ces derniers permettent en effet de limiter le nombre d'hypothèses et de variables qui doivent être introduites dans le modèle.

Dans la logique développée par QUINQUIN, les revenus occupent une place privilégiée. Ils vont déterminer le niveau de la mobilité à l'horizon du modèle, ainsi que la répartition des ménages au sein des différentes catégories de motorisation.

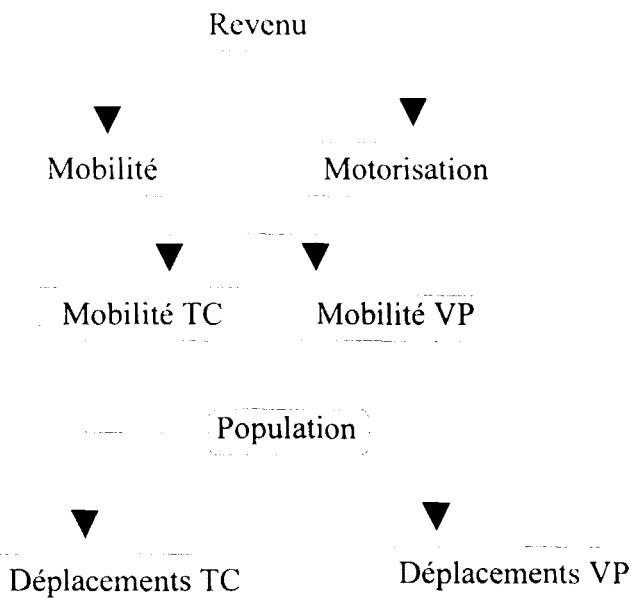
Le passage de la répartition des ménages à la répartition des personnes (pour pouvoir utiliser les données relatives à la mobilité, qui portent sur l'individu) selon ces catégories de motorisation nécessite la prise en compte de la taille des ménages. Nous avons retenu les hypothèses suivantes aux deux horizons 2005 et 2015 :

Evolution de la taille des ménages par catégorie de motorisation selon la zone de résidence

	1976	1982	1991	2005	2015
Paris					
0VP	1,47	1,45	1,47	1,46	1,46
1VP	2,25	2,12	2,00	1,77	1,61
2VP et plus	3,05	2,90	2,86	2,66	2,54
Petite Couronne					
0VP	1,82	1,66	1,64	1,48	1,32
1VP	2,53	2,42	2,30	1,98	1,73
2VP et plus	3,24	3,12	3,06	2,76	2,95
Grande Couronne					
0VP	1,96	1,84	1,71	1,48	1,32
1VP	2,70	2,50	2,33	1,98	1,73
2VP et plus	3,25	3,24	3,12	3,02	2,93

Nous avons ici tout simplement reconduit les évolutions passées sur les deux horizons considérés.

L'utilisation du calcul matriciel nous conduit ensuite à l'architecture suivante :



Le lien revenu-mobilité permet d'apprécier l'augmentation de mobilité, différenciée selon le découpage spatial, résultant d'une croissance des revenus. La croissance des revenus est entrée sous forme d'un taux de croissance annuel moyen, et s'applique indifféremment à l'ensemble des zones.

Le lien revenu-motorisation effectue, à l'horizon de la simulation, une répartition des ménages selon les différentes catégories de motorisation, puis en tenant compte de la taille des ménages, des individus selon les caractéristiques des ménages auxquels ils sont rattachés. La combinaison de ces caractéristiques avec celles relatives aux invariants de la répartition modale, permet de réaliser une répartition modale de la mobilité qui respecte le niveau de mobilité issu du lien revenu-mobilité.

Le module DEPLACEMENTS calcule l'augmentation des déplacements par zone et par mode à l'horizon de la simulation, en tenant compte d'hypothèses relatives à la démographie des différentes zones géographiques.

Les résultats que nous présenterons dans la partie suivante intègrent cette seule dynamique basée sur la détermination des invariants. Ils correspondent donc à une génération de la demande de transport hors effet d'offres et de tarifs.

3. COMPARAISON DES MODELES MODUS ET QUINQUIN

Le modèle MODUS considère un zonage très fin de la région Ile-de-France. Il intègre dans ces diverses simulations l'impact des différentes infrastructures de transport prévues aux horizons des modèles. Le modèle QUINQUIN fournit des résultats macroscopiques et n'intègre pas, dans sa version actuelle, l'impact de ces infrastructures nouvelles. Afin de faciliter la comparaison des résultats issus des deux modèles MODUS et QUINQUIN, et après concertation avec M. Papinutti de la DREIF, nous proposons des résultats relatifs aux déplacements issus des trois zones Paris, première couronne et seconde couronne.

Après avoir présenté les résultats issus des deux modèles pour l'année de référence, nous listerons les indicateurs retenus pour comparer les situations 2005 et 2015.

Nous avons également considéré des hypothèses démographiques similaires. Aux deux horizons envisagés, nous avons retenu pour base commune de simulation les répartitions suivantes :

2005			2015		
	Population	taux de croissance / 1992		Population	taux de croissance / 1992
P	1925693	0%		1925615	0%
PC	3638792	1%		3705359	3%
GC	4388858	9%		4720671	18%
Totale	9953342	5%		10351645	9%

La population de Paris est considérée comme stable aux deux horizons du modèle. La population de la première couronne progresse faiblement, alors que la grande couronne accueille l'essentiel du surcroît démographique aux horizons retenus.

Ces hypothèses constitueront l'option "fil de l'eau" au sein de laquelle nous procéderons à la comparaison des deux modèles MODUS et QUINQUIN pour les deux horizons 2005 et 2015. Dans un dernier temps, nous envisagerons avec QUINQUIN des répartitions différentes de la population entre Paris, la première et la seconde couronne.

3.1. La situation 1992.

Les deux modèles utilisant des démarches différentes, il convient dans un premier temps de présenter la restitution de l'année de base, à savoir 1992, pour chacun des deux modèles, afin d'envisager les points pertinents de comparaison entre les deux modèles.

3.1.1. La restitution de la situation d'origine par le modèle QUINQUIN

Le modèle QUINQUIN se base sur les EGT, en considérant les caractéristiques de la mobilité des personnes résidant dans telle ou telle zone géographique. Il ne produit pas des matrices origine-destination, mais une estimation des déplacements émis par chacune des trois zones. La restitution de la situation en 1992 se présente ainsi :

1992			
Mobilité			
	VP	TC	Total VP+TC
P	0,82	1,19	2,01
PC	1,42	0,73	2,15
GC	2,06	0,53	2,58
Population			

P	1 928 000	Totale
PC	3 586 000	9 523 200
GC	4 009 200	

Déplacements			
	VP	TC	Total VP+TC
P	1 571 815	2 302 194	3 874 009
PC	5 080 918	2 626 126	7 707 044
GC	8 251 796	2 111 636	10 363 431
Total	14 904 529	7 039 956	21 944 485

Compte tenu de la répartition de la population du niveau différent de la mobilité individuelle journalière et de l'utilisation spécifique des différents modes de transports au sein des trois zones géographiques, la génération des déplacements de chacune de ces zones se conforme aux remarques faites lors de la partie précédente. Globalement, nous constatons que près de 22 millions de déplacements motorisés se réalisent quotidiennement, 15 en voiture particulière et 7 en transports collectifs. La répartition en pourcentage du total des déplacements est la suivante :

	Pourcentage du total			Part modale par zone		
	VP	TC	Total VP+TC	VP	TC	Total VP+TC
P	7%	10%	18%	41%	59%	100%
PC	23%	12%	35%	66%	34%	100%
GC	38%	10%	47%	80%	20%	100%
Total	68%	32%	100%	68%	32%	100%

Répartition modale selon les zones			
	VP	TC	Total VP+TC
P	11%	33%	18%
PC	34%	37%	35%
GC	55%	30%	47%
Total	100%	100%	100%

La grande couronne réalise près de la moitié des déplacements totaux (47%) et la première couronne plus du tiers (35%). Les pourcentages en ligne traduisent la répartition modale au sein de chacune des zones. On constate que dans Paris, près de 60% des déplacements mécanisés se réalisent en transports collectifs, contre le tiers en première couronne et le cinquième en grande couronne. Les pourcentages en colonnes restituent le poids des zones dans les déplacements modaux. Si la répartition des déplacements en transports collectifs est assez équilibrée entre les trois zones géographiques, les déplacements en voiture particulière sont effectués pour plus de la moitié par la grande couronne et pour plus du tiers par la petite couronne.

Compte tenu de ce constat, il semble évident que les prospectives de répartition de la population au sein des trois zones seront déterminantes pour estimer la génération des déplacements dans l'avenir. Nous traiterons de ce point après avoir effectué les comparaisons des deux modèles sur une base commune de répartition de la population.

3.1.2. La restitution de la situation d'origine par le modèle MODUS

Le modèle MODUS, par agrégation de ces multiples zones, parvient à restituer des matrices origine-destination entre Paris, la première et la seconde couronne.

HORIZON 1992				
DEPLACEMENTS VP / JOUR MODUS				
	PARIS	PC	GC	Total
PARIS	1 489 615	719 177	251 575	2 460 367
PC	751 019	4 173 275	829 566	5 753 860
GC	246 633	805 831	7 254 649	8 307 113
Total	2 487 267	5 698 283	8 335 790	16 521 340
DEPLACEMENTS TC / JOUR MODUS				
	PARIS	PC	GC	Total
PARIS	2 130 959	809 501	439 673	3 380 133
PC	831 485	1 116 720	231 551	2 179 756
GC	443 013	239 527	818 322	1 500 862
Total	3 405 457	2 165 748	1 489 546	7 060 751
DEPLACEMENTS TC et VP / JOUR MODUS				
	PARIS	PC	GC	Total
PARIS	3 620 574	1 528 678	691 248	5 840 500
PC	1 582 504	5 289 995	1 061 117	7 933 616
GC	689 646	1 045 358	8 072 971	9 807 975
Total	5 892 724	7 864 031	9 825 336	23 582 091
DEPLACEMENTS TOUS MODES / JOUR MODUS				
	PARIS	PC	GC	Total
PARIS	7 568 460	1 598 277	707 501	9 874 238
PC	1 660 321	9 830 052	1 096 352	12 586 725
GC	697 319	1 088 690	12 146 313	13 932 322
Total	9 926 100	12 517 019	13 950 166	36 393 285

MODUS restitue 23,6 millions de déplacements mécanisés, et en tenant compte de la marche à pied, 36,4 millions de déplacements tous modes confondus. Ce surcroît de mobilité liée à la marche à pied affecte tout particulièrement les déplacements internes aux zones.

On constate également que les différentes matrices origine-destination sont à peu près symétriques par rapport à la diagonale représentant les flux internes. Cela est tout à fait normal dans la mesure où les déplacements sont repérés au niveau de la journée et qu'une grande partie de ces déplacements du matin (notamment les déplacements domicile - travail) correspondent à des mouvements symétriques en soirée (les retours travail - domicile).

Si l'on s'intéresse aux seuls déplacements mécanisés, on retrouve globalement les constatations faites pour le modèle QUINQUIN, augmentées d'une segmentation orientée des flux.

3.1.3. Convergence des deux approches.

Afin de comparer les deux modèles, nous sommes obligés de limiter toute la richesse de MODUS en termes de restitutions de matrices origine-destination, et d'exprimer les résultats de ce modèle en considérant la marge des émissions de la matrice afin de retrouver des niveaux d'émissions des trois zones et de répartition modale de ces émissions.

Déplacements Modus - Déplacements QUINQUIN

	VP	TC	Total VP+TC
P	888 552	1 077 939	1 966 491
PC	672 942	- 446 370	226 572
GC	55 317	- 610 774	- 555 456
Total	1 616 811	20 795	1 637 606

Ecart en % des déplacements QUINQUIN

	VP	TC	Total VP+TC
P	57%	47%	51%
PC	13%	-17%	3%
GC	1%	-29%	-5%
Total	11%	0%	7%

Mais des différences plus que significatives apparaissent. Elles ont deux explications :

- La prise en compte des déplacements qui se déroulent dans la région Ile-de-France, mais qui sont réalisés par des personnes ne résidant pas en Ile-de-France. Ces personnes ne sont pas enquêtées lors des EGT, et le modèle QUINQUIN ne peut de ce fait restituer leurs déplacements. Par différence - qui se lit dans les totaux en colonnes du tableau précédent -, nous pouvons donc estimer que 1,637 millions de déplacements sont réalisés dans la RIF par des personnes ne résidant pas dans cette région, soit un surcroît de 7% par rapport aux seuls déplacements des franciliens. Ce surcroît de déplacement est effectué en grande majorité en voiture particulière (1,617 millions), contre 20795 en transports collectifs. Ces différences de répartition entre les deux modes font que les déplacements totaux en voiture particulière sont de 11% supérieurs à la seule mobilité des franciliens, alors que l'effet est très marginal sur le mode TC.

Si cette différence était uniformément répartie sur l'ensemble des trois zones, la comparaison des deux modèles serait facilitée. Mais nous pouvons voir que tel n'est pas le cas. Nous tombons dès lors sur la seconde explication des différences entre MODUS et QUINQUIN.

- La seconde explication renvoie à l'analyse localisée des déplacements qu'effectue MODUS, alors que QUINQUIN affecte l'intégralité des déplacements à la zone de résidence des personnes enquêtées à partir des EGT. Ainsi, si un habitant de la grande couronne effectue un déplacement en transports collectifs dans le centre de Paris, Modus considérera effectivement un déplacement Paris-Paris en TC. Pour le modèle QUINQUIN, ce sera un déplacement en transport collectif associé à la grande couronne. A cet effet, se surajoute celui de la localisation spécifique des déplacements des non résidents de la région Ile-de-France. Les

soldes qui apparaissent dans la matrice localisation-modes de transports du tableau précédent intègrent ces deux effets.

Globalement, nous pouvons lire les effets globaux de ce type de dissociation dans le total en ligne du tableau précédent, et regarder ainsi où se situent, en termes de localisations, les différences entre les deux modèles.

La grande couronne perd 5% de ses émissions de déplacements. Cette baisse résulte de la perte de 610,8 milles déplacements en transports collectifs. Si la première couronne gagne globalement des déplacements, cela résulte d'une baisse conséquente des déplacements en transports collectifs (-446 milles) compensée par un gain de 673 milles déplacements en voiture particulière. Globalement, la différence est de +3% en termes de rapport des résultats obtenus par MODUS et ceux de QUINQUIN. C'est Paris qui enregistre les modifications les plus profondes selon l'approche retenue. Les flux totaux sont supérieurs de 51% dans MODUS par rapport à QUINQUIN, ce qui correspond à près de 2 millions de déplacements. La différence est de plus de 1 million sur les déplacements en transports collectifs et de 888 milles pour la voiture particulière. L'analyse des transports collectifs nous permet d'éclairer les différences entre les deux modèles. La mobilité en TC que le modèle QUINQUIN affecte aux habitants de la première et de la seconde couronne, sur la base des EGT, se retrouve en partie dans Paris pour MODUS.

Dès lors, et compte tenu des deux remarques faites précédemment, les deux modèles sont difficilement comparables en termes de grandeurs absolues. Tout au plus, pourrons-nous comparer des évolutions de mobilité globale, à savoir les évolutions des totaux en colonnes du tableau précédent. Cependant, des hypothèses lourdes doivent être posées avant de procéder à ces analyses comparées des deux modèles. Nous devons supposer que les déplacements effectués par des personnes résidents hors de la RIF se comporteront comme l'évolution globale de la mobilité des franciliens. Sous cette seule, mais très lourde hypothèse, nous présenterons une comparaison des deux modèles.

3.2. Horizon 2005 option "fil de l'eau"

L'option fil de l'eau correspond, comme il était indiqué en introduction, à un ensemble de jeux de simulation réalisé avec une répartition de la population identique entre MODUS et QUINQUIN. Nous présentons les résultats de MODUS puis de QUINQUIN à l'horizon 2005, avant de tenter une comparaison de ces deux modèles.

3.2.1. Prévision DREIF horizon 2005

Les prévisions de la DREIF sont données dans le tableau suivant :

HORIZON 2005

DEPLACEMENTS VP / JOUR MODUS

	PARIS	PC	GC	Total
PARIS	1 475 014	746 796	321 344	2 543 154
PC	773 010	4 184 485	971 444	5 928 939
GC	295 630	925 339	8 313 443	9 534 412
Total	2 543 654	5 856 620	9 606 231	18 006 505

DEPLACEMENTS TC / JOUR MODUS

	PARIS	PC	GC	Total
PARIS	2 106 141	878 035	509 182	3 493 358
PC	880 044	1 273 596	283 469	2 437 109
GC	481 695	287 095	948 254	1 717 044
Total	3 467 880	2 438 726	1 740 905	7 647 511

DEPLACEMENTS TC et VP / JOUR MODUS

	PARIS	PC	GC	Total
PARIS	3 581 155	1 624 831	830 526	6 036 512
PC	1 653 054	5 458 081	1 254 913	8 366 048
GC	777 325	1 212 434	9 261 697	11 251 456
Total	6 011 534	8 295 346	11 347 136	25 654 016

DEPLACEMENTS TOUS MODES / JOUR MODUS

	PARIS	PC	GC	Total
PARIS	7 473 371	1 686 253	848 308	10 007 932
PC	1 724 603	10 001 756	1 287 291	13 013 650
GC	784 583	1 255 852	13 659 768	15 700 203
Total	9 982 557	12 943 861	15 795 367	38 721 785

Plus que les données absolues, les variations enregistrer entre 1992 et 2005 montrent les modifications estimées au niveau des déplacements :

Evolution 1992-2005

DEPLACEMENTS VP / JOUR MODUS				
	PARIS	PC	GC	Total
PARIS	-1%	4%	28%	3%
PC	3%	0%	17%	3%
GC	20%	15%	15%	15%
Total	2%	3%	15%	9%

DEPLACEMENTS TC / JOUR MODUS				
	PARIS	PC	GC	Total
PARIS	-1%	8%	16%	3%
PC	6%	14%	22%	12%
GC	9%	20%	16%	14%
Total	2%	13%	17%	8%

DEPLACEMENTS TC et VP / JOUR MODUS				
	PARIS	PC	GC	Total
PARIS	-1%	6%	20%	3%
PC	4%	3%	18%	5%
GC	13%	16%	15%	15%
Total	2%	5%	15%	9%

DEPLACEMENTS TOUS MODES / JOUR MODUS				
	PARIS	PC	GC	Total
PARIS	-1%	6%	20%	1%
PC	4%	2%	17%	3%
GC	13%	15%	12%	13%
Total	1%	3%	13%	6%

Globalement, les déplacements en modes mécanisés progressent de 9% entre 1992 et 2005, de 8% pour les transports collectifs et de 9% pour la voiture particulière. La progression des déplacements en voiture particulière est essentiellement due à la grande couronne, alors que celle relative aux transports collectifs résulte à la fois de la petite et de la grande couronne.

3.2.2. Prévision LET horizon 2005

Le modèle QUINQUIN permet de tester des scénarios différenciés en termes de croissance annuelle des revenus. Nous présenterons donc deux de ces hypothèses, en envisageant une croissance très faible, à 1%, et une croissance qui s'inscrit dans la tendance des 20 dernières années, à 2%.

3.2.2.1. Prévision LET horizon 2005, croissance des revenus à 1%

Les tableaux récapitulatifs (grandeurs absolues et variation par rapport à 1992) des prévisions de mobilité et de déplacements à l'horizon 2005, compte tenu d'une hypothèse de croissance des revenus annuelle de 1% sont les suivants :

2005, 1% croissance des revenus			
Mobilité			
	VP	TC	Total VP+TC
P	0,84	1,23	2,07
PC	1,50	0,74	2,24
GC	2,18	0,51	2,69
Population			
P	1 925 693		Totale
PC	3 638 792		9 953 342
GC	4 388 858		
Déplacements			
	VP	TC	Total VP+TC
P	1626555	2360614	3 987 170
PC	5458023	2692353	8 150 376
GC	9571750	2234915	11 806 665
Total	16656329	7287882	23944211

Evolution 1992-2005, 1%			
Mobilité			
	VP	TC	Total VP+TC
P	4%	3%	3%
PC	6%	1%	4%
GC	6%	-3%	4%
Population			
P	0%		Totale
PC	1%		5%
GC	9%		
Déplacements			
	VP	TC	Total VP+TC
P	3%	3%	3%
PC	7%	3%	6%
GC	16%	6%	14%
Total	12%	4%	9%

La mobilité journalière croît de l'ordre de 4% pour chacune des trois zones géographiques. Seule la mobilité en transports collectifs de la grande couronne décroît. Compte tenu de la nouvelle répartition de la population entre ces trois zones, on constate une progression des déplacements qui affecte toutes les zones, mais à des degrés divers. La croissance est modérée dans Paris (3%), moyenne en petite couronne (6%) et forte en grande couronne (14%).

Globalement, la progression des flux mécanisés est de 9% entre 1992 et 2005, inégalement répartie entre les TC (+4%), et la VP (+12%).

3.2.2.2. Prévision LET horizon 2005, croissance des revenus à 2%

Les tableaux récapitulatifs (grandeur absolues et variation par rapport à 1992) des prévisions de mobilité et de déplacements à l'horizon 2005, compte tenu d'une hypothèse de croissance des revenus annuelle de 2% sont les suivants :

2005, 2% croissance des revenus			
	Mobilité		
	VP	TC	Total VP+TC
P	0,87	1,26	2,13
PC	1,58	0,75	2,33
GC	2,29	0,51	2,80
	Population		
P	1925693		Totale
PC	3638792		9953342
GC	4388858		
	Déplacements		
	VP	TC	Total VP+TC
P	1 682 414	2 425 364	4 107 778
PC	5 753 312	2 734 489	8 487 801
GC	10 055 160	2 233 190	12 288 350
Total	17 490 886	7 393 042	24 883 928

Evolution 1992-2005, 2%			
Mobilité			
	VP	TC	Total VP+TC
P	7%	5%	6%
PC	12%	3%	9%
GC	11%	-3%	8%
Population			
P	0%		Totale
PC	1%		5%
GC	9%		
Déplacements			
	VP	TC	Total VP+TC
P	7%	5%	6%
PC	13%	4%	10%
GC	22%	6%	19%
Total	17%	5%	13%

La croissance économique étant supérieure au scénario précédent, deux effets vont se conjuguer: tout d'abord, la mobilité mécanisée totale va progresser. Mais du fait de la hausse de la motorisation des ménages, cette hausse de la mobilité va se répercuter différemment selon les modes, au profit de la voiture particulière. On constate ainsi dans le tableau ci-dessus, que si la mobilité en TC baisse par rapport à 1992 pour la grande couronne - tout comme dans le scénario de croissance des revenus à 1% -, tous les autres postes de la mobilité progressent.

Globalement, les déplacements mécanisés totaux progressent de 13% entre 1992 et 2005, de 17% pour la voiture particulière et de 5% pour les transports collectifs.

3.2.3. Comparaison des estimations de déplacements à l'horizon 2005

A l'horizon 2005, pour de mêmes hypothèses de répartition de la population entre les trois zones géographiques, les modèles MODUS et QUINQUIN estiment les évolutions des déplacements modaux suivantes :

2005	VP	TC	TOTAL
MODUS	+9%	+17%	+9%
QUINQUIN 1%	+12%	+4%	+9%
QUINQUIN 2%	+17%	+5%	+13%

Du point de vue de l'évolution globale des déplacements mécanisés, MODUS et QUINQUIN, sous l'hypothèse de 1% de croissance des revenus, sont très proches. Ils prévoient tous les

deux une hausse des déplacements mécanisés de 9% entre 1992 et 2005. Si l'on introduit de la croissance économique dans QUINQUIN, en supposant un accroissement annuel moyen de 2%, la progression des déplacements mécanisés augmente de 4 points par rapport à une croissance économique annuelle de 1%.

Par contre, et quel que soit le niveau de croissance envisagé, la répartition modale des déplacements est très différente entre les deux modèles. Pour MODUS, la hausse de 9% résulte de la progression de 9% pour la VP et de 17% pour les TC. Pour QUINQUIN, la progression des déplacements s'explique par une plus forte croissance des déplacements en voiture particulière, et une croissance modérée des déplacements en transports collectifs.

3.3. Horizon 2015 option "fil de l'eau"

L'option fil de l'eau correspond, comme il était indiqué en introduction, à un ensemble de jeux de simulation réalisé avec une répartition de la population identique entre MODUS et QUINQUIN. Nous présentons les résultats de MODUS puis de QUINQUIN à l'horizon 2015, avant de tenter une comparaison de ces deux modèles.

3.3.1. Prévision DREIF horizon 2015

Les matrices origine-destination par mode estimées par MODUS à l'horizon 2015 sont les suivantes :

HORIZON 2015

DEPLACEMENTS VP / JOUR MODUS				
	PARIS	PC	GC	Total
PARIS	1 458 076	772 148	385 928	2 616 152
PC	791 207	4 265 861	1 071 645	6 128 713
GC	357 304	1 006 611	9 165 228	10 529 143
Total	2 606 587	6 044 620	10 622 801	19 274 008
DEPLACEMENTS TC / JOUR MODUS				
	PARIS	PC	GC	Total
PARIS	2 064 152	940 570	545 676	3 550 398
PC	928 124	1 487 777	336 171	2 752 072
GC	493 253	335 875	1 114 501	1 943 629
Total	3 485 529	2 764 222	1 996 348	8 246 099
DEPLACEMENTS TC et VP / JOUR MODUS				
	PARIS	PC	GC	Total
PARIS	3 522 228	1 712 718	931 604	6 166 550
PC	1 719 331	5 753 638	1 407 816	8 880 785
GC	850 557	1 342 486	10 279 729	12 472 772
Total	6 092 116	8 808 842	12 619 149	27 520 107
DEPLACEMENTS TOUS MODES / JOUR MODUS				
	PARIS	PC	GC	Total
PARIS	7 383 871	1 763 598	950 794	10 098 263
PC	1 782 056	10 203 140	1 434 451	13 419 647
GC	860 786	1 382 248	15 007 221	17 250 255
Total	10 026 713	13 348 986	17 392 466	40 768 165

Comme pour l'horizon 2005, l'évolution 1992-2015 nous permettra de mieux comparer les deux modèles :

Evolution 1992-2015

DEPLACEMENTS VP / JOUR MODUS				
	PARIS	PC	GC	Total
PARIS	-2%	7%	53%	6%
PC	5%	2%	29%	7%
GC	45%	25%	26%	27%
Total	5%	6%	27%	17%

DEPLACEMENTS TC / JOUR MODUS				
	PARIS	PC	GC	Total
PARIS	-3%	16%	24%	5%
PC	12%	33%	45%	26%
GC	11%	40%	36%	30%
Total	2%	28%	34%	17%

DEPLACEMENTS TC et VP / JOUR MODUS				
	PARIS	PC	GC	Total
PARIS	-3%	12%	35%	6%
PC	9%	9%	33%	12%
GC	23%	28%	27%	27%
Total	3%	12%	28%	17%

DEPLACEMENTS TOUS MODES / JOUR MODUS				
	PARIS	PC	GC	Total
PARIS	-2%	10%	34%	2%
PC	7%	4%	31%	7%
GC	23%	27%	24%	24%
Total	1%	7%	25%	12%

Par rapport au scénario 2005, on note une multiplication par près de deux de l'évolution des déplacements mécanisés. On passe ainsi de +9% des déplacements en 2005 par rapport à 1992, à +17% en 2015. Ce rapport de deux se maintient entre les modes de transports : la VP passe de +9% à +17%, et les TC de +8% à +17%.

3.3.2. Prévision LET horizon 2015

Comme pour l'horizon précédent, nous fournissons les estimations de QUINQUIN pour deux hypothèses de croissance annuelle des revenus de +1% et +2%.

3.3.2.1. Prévision LET horizon 2015, croissance des revenus à 1%

Les tableaux récapitulatifs (grandeurs absolues et variation par rapport à 1992) des prévisions de mobilité et de déplacements à l'horizon 2015, compte tenu d'une hypothèse de croissance des revenus annuelle de 1% sont les suivants :

2015, 1% croissance des revenus			
Mobilité			
	VP	TC	Total VP+TC
P	0,85	1,27	2,12
PC	1,58	0,73	2,31
GC	2,28	0,50	2,78
Population			
P	1925615		Totale
PC	3705359		10351645
GC	4720671		
Déplacements			
	VP	TC	Total VP+TC
P	1641400	2439303	4080703
PC	5852785	2713628	8566414
GC	10752199	2349598	13101797
Total	18246384	7502530	25748914

Evolution 1992-2015, 1%			
Mobilité			
	VP	TC	Total VP+TC
P	5%	6%	5%
PC	11%	0%	8%
GC	11%	-6%	7%
Population			
P	0%		Totale
PC	3%		9%
GC	18%		
Déplacements			
	VP	TC	Total VP+TC
P	4%	6%	5%
PC	15%	3%	11%
GC	30%	11%	26%
Total	22%	7%	17%

Par rapport au scénario 2005, on note une multiplication par près de deux de l'évolution des déplacements mécanisés. On passe ainsi de +9% des déplacements en 2005 par rapport à 1992, à +17% en 2015. Ces hausses se répartissent de manières différentes entre les deux modes de transports, au bénéfice de la voiture particulière. La VP passe ainsi de +12% en 2005 par rapport à 1992, à +22% en 2015, tandis que les TC passent de +4% à +7%.

3.3.2.2. Prévision LET horizon 2015, croissance des revenus à 2%

Les tableaux récapitulatifs (grandeur absolues et variation par rapport à 1992) des prévisions de mobilité et de déplacements à l'horizon 2015, compte tenu d'une hypothèse de croissance des revenus annuelle de 2% sont les suivants :

2015, 2% croissance des revenus			
Mobilité			
	VP	TC	Total VP+TC
P	0,90	1,33	2,23
PC	1,73	0,75	2,48
GC	2,47	0,50	2,97
Population			
P	1925615		Totale
PC	3705359		10351645
GC	4720671		
Déplacements			
	VP	TC	Total VP+TC
P	1741698	2552381	4294078
PC	6410123	2764193	9174317
GC	11676468	2341970	14018438
Total	19828289	7658544	27486833

Evolution 1992-2015, 2%			
	Mobilité		
	VP	TC	Total VP+TC
P	11%	11%	11%
PC	22%	2%	15%
GC	20%	-6%	15%
	Population		
P	0%		Totale
PC	3%		9%
GC	18%		
	Déplacements		
	VP	TC	Total VP+TC
P	11%	11%	11%
PC	26%	5%	19%
GC	42%	11%	35%
Total	33%	9%	25%

La prise en compte d'une dynamique plus importante de la croissance économique favorise une hausse de la mobilité, et ce de manière privilégiée au profit de la voiture particulière. Les déplacements mécanisés globaux progressent ainsi de +25% par rapport à 1992, cette hausse étant de +33% pour la voiture particulière et de +9% pour les transports collectifs.

3.3.3. *Comparaison des estimations de déplacements à l'horizon 2015*

Ici encore, comme pour le scénario à l'horizon 2005, le modèle QUINQUIN sous l'hypothèse d'une croissance annuelle des revenus de 1%, donne des résultats globaux sensiblement identique à ceux de MODUS : les déplacements mécanisés totaux progresseraient de + 17% entre 1992 et 2015. La répartition modale de ces déplacements est différente entre les deux modèles. Alors que MODUS envisage des progressions de +17% à la fois pour les TC et pour la VP, QUINQUIN leur affecte respectivement des taux de croissance de +7% et +22%.

Si l'on tient compte d'une dynamique de la croissance économique, QUINQUIN donne une hausse des déplacements globaux de 25% entre 1992 et 2015. Les TC progresseraient alors de +9% par rapport à 1992, alors que la hausse pour les déplacements en voiture particulière serait de +33%.

3.4. **Evolutions différentes des populations par le modèle QUINQUIN.**

Afin de tenir compte de l'évolution passée des localisations résidentielles, nous avons testé, avec le modèle QUINQUIN d'autres hypothèses de localisation des populations. En effet,

l'analyse des localisations résidentielles²³ nous montre que la croissance urbaine correspond bien à une double progression, progression de la population totale et extension spatiale de la ville. Mais cette croissance ne se réduit pas à un simple phénomène de concrétion aux franges du rayon urbain. C'est l'ensemble de l'espace urbain qui s'est modifié, avec une diminution de la population dans la zone la plus centrale et une augmentation de la population périphérique.

Nous avons donc retenu comme hypothèse une diminution de 10% de la population de Paris entre 1992 et 2005, puis à nouveau une diminution de 10% entre 2005 et 2015. Nous avons supposé que la population de la première couronne demeurait identique entre 1992, 2005 et 2015. Nous avons retenu les mêmes hypothèses de population totale que dans les scénarios "fil de l'eau". Nous avons donc supposé que la population de la grande couronne se déduisait par différence entre la population totale et la population de Paris et de la petite couronne.

Ces hypothèses sont résumées dans le tableau suivant :

2005			2015		
	Population	Taux de croissance / 1992		Population	Taux de croissance / 1992
P	1 735 200	-10%		1 561 680	-19%
PC	3 586 000	0%		3 586 000	0%
GC	4 632 142	16%		5 203 965	30%
Total	9 953 342	5%		10 351 645	9%

En gras et italiques apparaissent la conservation des hypothèses "fil de l'eau".

La mobilité modale des personnes habitant Paris, la première couronne et la grande couronne, est inchangée par rapport au scénario "fil de l'eau". Par contre, du fait de la répartition différente de ces personnes entre les trois zones géographiques, les déplacements sont affectés.

3.4.1. Prévision LET horizon 2005

Compte tenu de ces nouvelles hypothèses de répartition de la population totale entre les trois zones géographiques considérées, nous présentons les simulations réalisées par le modèle QUINQUIN aux deux horizons 2005 et 2015, sous les deux hypothèses de croissance annuelle moyenne des revenus de +1 et +2%.

²³ Notamment étudiées par René BUSSIERE (1972), in « Modèle urbain de localisation résidentielle », Annales du Centre de Recherche et d'Urbanisme, Paris, entre 1911 et 1968, où étudiées par nos soins sur Lyon pour une période plus récente.

3.4.1.1. Prévision LET horizon 2005, croissance des revenus à 1%

Les tableaux récapitulatifs (grandeur absolues et variation par rapport à 1992) des prévisions de mobilité et de déplacements à l'horizon 2005, compte tenu d'une hypothèse de croissance des revenus annuelle de 1% et d'une répartition périphérique des populations sont les suivants :

2005, 1% croissance des revenus			
Mobilité			
	VP	TC	Total VP+TC
P	0,84	1,23	2,07
PC	1,50	0,74	2,24
GC	2,18	0,51	2,69
Total	1,70	0,72	2,42
Population			
P	1735200		Totale
PC	3586000		9953342
GC	4632142		
Déplacements			
	VP	TC	Total VP+TC
P	1 465 654	2 127 098	3 592 752
PC	5 378 838	2 653 292	8 032 130
GC	10 102 334	2 358 802	12 461 136
Total	16 946 826	7 139 192	24 086 018

Evolution 1992-2005, 1%			
Mobilité			
	VP	TC	Total VP+TC
P	4%	3%	3%
PC	6%	1%	4%
GC	6%	-3%	4%
Population			
P	-10%		Totale
PC	0%		5%
GC	16%		
Déplacements			
	VP	TC	Total VP+TC
P	-7%	-8%	-7%
PC	6%	1%	4%
GC	22%	12%	20%
Total	14%	1%	10%

Par rapport au scénario "fil de l'eau", on constate une légère progression des déplacements mécanisés totaux, et une profonde modification de l'évolution des deux modes. En effet, la baisse de la population de Paris conduit à observer une diminution des déplacements tant en VP qu'en TC pour cet espace. Ils sont substituer par des déplacements ayant les caractéristiques de la grande couronne. Dans cette dernière zone, bien qu'à la fois les TC et la VP progressent fortement, la hausse affecte tout particulièrement les déplacements en voiture particulière (respectivement +12 et +22% de croissance globale par rapport à 1992).

Globalement, alors que les déplacements en voiture particulière progressent de +14% par rapport à 1992, les transports collectifs ne croissent que de 1%.

3.4.1.2. Prévision LET horizon 2005, croissance des revenus à 2%

Les tableaux récapitulatifs (grandeur absolues et variation par rapport à 1992) des prévisions de mobilité et de déplacements à l'horizon 2005, compte tenu d'une hypothèse de croissance des revenus annuelle de 2% et d'une répartition périphérique des populations sont les suivants :

2005, 2% croissance des revenus			
	Mobilité		
	VP	TC	Total VP+TC
P	0,87	1,26	2,13
PC	1,58	0,75	2,33
GC	2,29	0,51	2,80
Total	1,79	0,73	2,52
	Population		
P	1735200	Totale	
PC	3586000	9953342	
GC	4632142		
	Déplacements		
	VP	TC	Total VP+TC
P	1 515 987	2 185 443	3 701 430
PC	5 669 843	2 694 817	8 364 659
GC	10 612 540	2 356 981	12 969 521
Total	17 798 370	7 237 240	25 035 610

Evolution 1992-2005, 2%			
	Mobilité		
	VP	TC	Total VP+TC
P	7%	5%	6%
PC	12%	3%	9%
GC	11%	-3%	8%
	Population		
P	-10%		Totale
PC	0%		5%
GC	16%		
	Déplacements		
	VP	TC	Total VP+TC
P	-4%	-5%	-4%
PC	12%	3%	9%
GC	29%	12%	25%
Total	19%	3%	14%

La prise en considération d'une croissance annuelle des revenus à +2% renforce les résultats précédents. La hausse des déplacements mécanisés est de +14% par rapport à 1992, au bénéfice de la voiture particulière, dont les déplacements progressent de +19%, alors que les transports collectifs augmentent leurs déplacements de +3% par rapport à 1992.

3.4.2. Prévision LET horizon 2015

En 2015, la population de Paris diminue encore de 10% par rapport à 2005, la population de la petite couronne demeure étale, et la population de la grande couronne progresse assez fortement, de telle sorte que la population totale de la Région Ile-de-France soit de 10.351.645 habitants, comme dans les scénarios "fil de l'eau". Nous présentons par la suite les résultats issus de QUINQUIN pour deux hypothèses de croissance annuelle des revenus à cet horizon 2015.

3.4.2.1. Prévision LET horizon 2015, croissance des revenus à 1%

Les tableaux récapitulatifs (grandeur absolues et variation par rapport à 1992) des prévisions de mobilité et de déplacements à l'horizon 2015, compte tenu d'une hypothèse de croissance des revenus annuelle de 1% et d'une répartition périphérique des populations sont les suivants :

2015, 1% croissance des revenus			
Mobilité			
	VP	TC	Total VP+TC
P	0,85	1,27	2,12
PC	1,58	0,73	2,31
GC	2,28	0,50	2,78
Total	1,82	0,70	2,52
Population			
P	1561680		Totale
PC	3586000		10351645
GC	5203965		
Déplacements			
	VP	TC	Total VP+TC
P	1331181	1978283	3309464
PC	5664252	2626215	8290467
GC	11852990	2590146	14443136
Total	18848423	7194644	26043067

Evolution 1992-2015, 1%			
Mobilité			
	VP	TC	Total VP+TC
P	5%	6%	5%
PC	11%	0%	8%
GC	11%	-6%	7%
Population			
P	-19%		Totale
PC	0%		9%
GC	30%		
Déplacements			
	VP	TC	Total VP+TC
P	-15%	-14%	-15%
PC	11%	0%	8%
GC	44%	23%	39%
Total	26%	2%	19%

La poursuite de la diminution de la population parisienne entre 2005 et 2015 accentue la baisse des déplacements qui se réalisent dans cette zone. Bien que la mobilité des parisiens progresse (+5% par rapport à 1992), les déplacements émis par cette zone baissent de l'ordre de 15%. Globalement, cette diminution est plus que compensée par la hausse des déplacements émis par la première et surtout la grande couronne. La hausse des déplacements mécanisés est de +19% par rapport à 1992, de +26% pour la voiture particulière et seulement de +2% pour les transports collectifs. Cette progression des transports collectifs est tirée par la grande couronne qui réalise +23% des déplacements en transports collectifs par rapport à 1992. Mais dans le même temps, les déplacements en VP progressent de +44% pour cette même zone.

3.4.2.2. Prévision LET horizon 2015, croissance des revenus à 2%

Les tableaux récapitulatifs (grandeur absolues et variation par rapport à 1992) des prévisions de mobilité et de déplacements à l'horizon 2015, compte tenu d'une hypothèse de croissance des revenus annuelle de 2% et d'une répartition périphérique des populations sont les suivants :

2015, 2% croissance des revenus			
	Mobilité		
	VP	TC	Total VP+TC
P	0,90	1,33	2,23
PC	1,73	0,75	2,48
GC	2,47	0,50	2,97
Total	1,98	0,71	2,69
	Population		
P	1561680	Totale	
PC	3586000	10351645	
GC	5203965		
	Déplacements		
	VP	TC	Total VP+TC
P	1412523	2069989	3482512
PC	6203637	2675151	8878788
GC	12871884	2581737	15453620
Total	20488043	7326877	27814920

Evolution 1992-2015, 2%			
Mobilité			
	VP	TC	Total VP+TC
P	11%	11%	11%
PC	22%	2%	15%
GC	20%	-6%	15%
Population			
P	-19%		totale
PC	0%		9%
GC	30%		
Déplacements			
	VP	TC	Total VP+TC
P	-10%	-10%	-10%
PC	22%	2%	15%
GC	56%	22%	49%
Total	37%	4%	27%

L'introduction de la dynamique de la croissance des revenus, par rapport à 1%, fait augmenter considérablement le total des déplacements mécanisés. Si les déplacements en TC passent de 2% à 4% de croissance, cela s'explique par une stagnation des déplacements issus de la grande couronne, une légère progression de ceux de la petite couronne et une moindre diminution des déplacements de Paris. L'essentiel de la croissance des déplacements s'explique par contre par le développement des déplacements en voiture particulière qui progressent de +37% par rapport à 1992, tirés fortement par la grande couronne.

CONCLUSION

Nous avons montré toute la difficulté de comparaison de résultats issus de deux modèles ayant des objectifs différents.

Le modèle MODUS considère un zonage très fin de la région Ile-de-France. Il intègre dans ces diverses simulations l'impact des différentes infrastructures de transport prévues aux horizons des modèles. Il restitue des matrices origine-destination des déplacements selon les modes de transports utilisés, en intégrant les déplacements des non franciliens en Ile-de-France. De part son degré de finesse, il peut, sur l'analyse de la charge des réseaux, lister les points de congestion qui apparaîtront dans le futur. Il affecte les déplacements sur des liaisons (Paris-Paris, Paris-petite couronne, ...), quelle que soit la localisation résidentielle des personnes qui effectuent ces déplacements. MODUS travaille donc de manière très fine, et sa pertinence réside dans cette caractéristique, notamment du point de vue de ces résultats localisés.

Le modèle QUINQUIN fournit des résultats macroscopiques et s'appuie sur un certain nombre d'invariants pour se projeter dans le futur dans une logique de simulation macro-économique. Dans sa version actuelle, QUINQUIN n'intègre pas l'impact les infrastructures nouvelles prévues aux horizons du modèle. Il délivre des niveaux de mobilité considérés selon les modes voiture particulière et transports collectifs, et compte tenu d'hypothèses relatives à la répartition de la population entre Paris, la petite et la grande couronne, estime des déplacements émis selon ces deux modes par les habitants de chacune de ces trois zones. Ces déplacements ne sont pas localisés, mais affectés, sur la base des résultats des enquêtes Globales Transports, aux habitants des trois zones. QUINQUIN travaille donc de manière macroscopique, et sa pertinence réside dans sa facilité à intégrer des hypothèses variées de croissance économique ou de localisation différentiée de la population de la région Ile-de-France.

Le seul point de comparaison possible entre les deux modèles se résume donc à l'estimation globale des déplacements en voiture particulière et en transports collectifs aux deux horizons 2005 et 2015. Cette comparaison ne peut en aucun cas s'appuyer sur des grandeurs absolues de déplacements, mais sur des pourcentages d'évolution entre les situations estimées de 1992 par chacun des modèles et les situations projetées par chacun de ces modèles.

Compte tenu de ces remarques, les deux tableaux qui suivent résument l'ensemble des simulations que nous avons présentées, en donnant le pourcentage d'évolution par rapport à 1992 des différentes simulations réalisées :

Tableau 1 : évolution des déplacements par rapport à 1992, selon une répartition de la population commune aux deux modèles entre Paris, petite et grande couronne

2005	VP	TC	Total
MODUS	+9%	+8%	+9%
QQ 1%	+12%	+4%	+9%
QQ 2%	+17%	+5%	+13%
2015	VP	TC	Total
MODUS	+17%	+17%	+17%
QQ 1%	+22%	+7%	+17%
QQ 2%	+33%	+9%	+25%

Tableau 2 : évolution des déplacements par rapport à 1992, avec baisse de la population dans Paris, juste maintien en petite couronne et forte croissance en grande couronne

2005	VP	TC	Total
MODUS	/	/	/
QQ 1%	+14%	+1%	+10%
QQ 2%	+19%	+3%	+14%
2015	VP	TC	Total
MODUS	/	/	/
QQ 1%	+26%	+2%	+19%
QQ 2%	+37%	+4%	+27%

Lorsque la répartition des populations est identique entre les deux modèles (tableau 1), MODUS et QUINQUIN, considéré avec une hypothèse de croissance annuelle moyenne des revenus de 1%, donnent des résultats identiques en termes d'évolution globale des déplacements à l'horizon 2005 (+9%) et à l'horizon 2015 (+17%). Par contre, les évolutions modales sont très différentes. Alors que MODUS prévoit des évolutions à peu près identiques entre les modes individuel et collectif, QUINQUIN restitue des évolutions nettement différencierées au profit de la voiture particulière. Cette croissance plus forte de la voiture particulière s'explique par le glissement de la population vers des zones plus périphérique, où la motorisation est plus élevée que dans Paris, et où l'usage de la voiture particulière est plus important.

Si l'on introduit dans QUINQUIN une dynamique plus soutenue de la croissance économique (2%), il en résulte une génération de déplacement plus élevée (+4 points à l'horizon 2005 et +8 points à l'horizon 2015). Ici encore, bien que les deux modes bénéficient de la hausse des déplacements, c'est la voiture particulière qui progresse le plus par rapport à l'année de base. On notera que sous cette hypothèse de croissance annuelle moyenne à 2%, les évolutions de déplacements en voiture particulière sont pratiquement du double des estimations réalisées par MODUS, alors que les évolutions des déplacements en transports collectifs sont de moitié de celles de MODUS.

La prise en compte d'une répartition différente de la population, qui envisage une diminution de la population parisienne, une stagnation de la population en petite couronne et un développement de la localisation des ménages uniquement en grande couronne favorise la génération de déplacements, et accentue le phénomène de différentiation de la répartition modale de ces déplacements en faveur de la voiture particulière.

Les implications en termes de part de marché des modes mécanisés sont importantes. En 1992, MODUS restitue une part de marché de la voiture particulière dans le total des déplacements mécanisés de 70,1%. Le modèle QUINQUIN, qui n'intègre pas les déplacements des non résidents en Ile-de-France, restitue une part de marché inférieure, de 67,9%. La différence s'explique par le fait que les non résidents ont une propension à utiliser la voiture particulière supérieure à celle des résidents. Comme pour les déplacements, nous pouvons dès lors comparer les deux modèles en termes d'évolution relative par rapport à l'année de base. Si nous reprenons la structure des tableaux précédents, en faisant apparaître le

différentiel de part de marché de la VP²⁴ entre les horizons considérés et l'année 1992, nous obtenons le tableau suivant :

Tableau 1 : gain de part de marché de la VP, selon une répartition de la population commune aux deux modèles entre Paris, petite et grande couronne		Tableau 2 : gain de part de marché de la VP, avec baisse de la population dans Paris, juste maintien en petite couronne et forte croissance en grande couronne	
2005	VP	2005	VP
MODUS	+0,1 pt	MODUS	/
QQ 1%	+1,6 pt	QQ 1%	+2,4 pt
QQ 2%	+2,4 pt	QQ 2%	+ 4,5 pt
2015	VP	2015	VP
MODUS	+0 pt	MODUS	/
QQ 1%	+2,9 pt	QQ 1%	+ 3,2 pt
QQ 2%	+4,2 pt	QQ 2%	+ 5,7 pt

Alors que MODUS prévoit un maintien de la part de marché des transports collectifs aux deux horizons 2005 et 2015, QUINQUIN estime que cette part de marché va diminuer, quelques soient l'hypothèse de croissance des revenus et l'horizon envisagés.

Si l'on considère les résultats donnés par les Enquêtes Globales Transports, la part de marché des TC dans le total des modes mécanisés est passée de 32,1% en 1976, à 31,2% en 1983 puis à 28,8% en 1991²⁵. Entre les deux EGT extrêmes, soit sur 15 ans, on constate que la voiture particulière a gagné 3,3 points de part de marché. Il semble donc bien que QUINQUIN restitue cette tendance à l'augmentation de la part modale de la voiture particulière et à la baisse de celle des transports collectifs, dans des limites qui ne semblent pas absurdes par rapport aux évolutions passées.

Si l'on considère les scénarios extrêmes considérés par les deux modèles - résultats MODUS comparés avec ceux de QUINQUIN à 2% de croissance annuelle des revenus et population périphérisée - des différences plus que conséquentes apparaissent. Le modèle QUINQUIN, par rapport à MODUS, restitue :

- à l'horizon 2005, 5 points de croissance supplémentaire de déplacements (+14% contre +9% par rapport à 1992), inégalement répartis entre la VP (10 points de différence) et les TC (-5 points). Alors que la part modale des TC dans le total des déplacements mécanisés demeure identique pour MODUS, elle diminue de 4,5 points pour QUINQUIN.
- à l'horizon 2015, 10 points de croissance supplémentaire de déplacements (+27% contre +17% par rapport à 1992), inégalement répartis entre la VP (20 points de différence) et

²⁴ Ce différentiel se mesure en points, dans la mesure où il correspond à une différence de pourcentage. Etant donné que le total part de marché VP et part de marché TC est égal à l'unité, si la part de marché de la VP progresse de x point, celle des TC baisse de x point.

²⁵ La différence entre les 28,8% donnés par l'EGT de 1991 et les 27,9% restitué par le modèle QUINQUIN provient de l'affectation des déplacements mixtes (VP + TC) au mode principal pour QUINQUIN.

les TC (-13 points). En 2015, la part modale des TC dans le total des déplacements mécanisés demeure identique à celle de 1992 pour MODUS, elle diminue de 5,7 points pour QUINQUIN.

Les résultats fournis par le modèle QUINQUIN ne semble pas s'inscrire en faux par rapport aux évolutions passées. La robustesse temporelle des invariants que nous avons mis en évidence, et sur lesquels repose le modèle, nous laisse penser que nos simulations macroscopiques aux horizons 2005 et 2015 sont plus que correctes. Il serait dès lors intéressant de pouvoir tester les scénarios extrêmes envisagés dans QUINQUIN par le modèle MODUS. Ce dernier, de part son degré de finesse, permettrait de "pointer" les espaces de développement de la congestion, et donc de proposer des politiques pertinentes de développement des grandes infrastructures de transports, de calculer des taux de rentabilité associés, ce qu'en l'état de son développement le modèle QUINQUIN ne sait pas faire.

TABLE DES MATIERES

SYNTHESE	7
1. LES TRANSPORTS URBAINS DE VOYAGEURS EN ILE-DE FRANCE.	9
2. LES EVOLUTIONS DE LA DEMANDE DE TRANSPORT DE MARCHANDISES A L'HORIZON 2015	14
2. 1. <i>Les différents modèles explicatifs du fret</i>	14
2.1.1. Les modèles du SES	14
2.1.2. Le modèle Quinquin-fret du LET	16
2.1.3. Les différentes hypothèses scénariales	17
2.2. <i>Les évolutions du potentiel transportable intérieur à l'horizon 2015.</i>	19
2. 3. <i>Les évolutions de la répartition modale des flux intérieurs a l'horizon 2015</i>	20
3. LES TRANSPORTS INTER-URBAINS DE VOYAGEURS	24
LES EVOLUTIONS DE LA DEMANDE DE TRANSPORT DE MARCHANDISES A L'HORIZON 2015	
COMPARAISON DES SIMULATIONS DU SES ET DU LET	29
1. INTRODUCTION	31
1.1. <i>Les objectifs de l'expertise</i>	31
1.2. <i>Les outils d'analyse</i>	32
2. LES EVOLUTIONS DU POTENTIEL TRANSPORTABLE INTERIEUR A L'HORIZON 2015	32
3. LA PRESENTATION DES RESULTATS PREVISIONNELS DU S.E.S.	33
3.1. <i>Les différents modèles explicatifs du fret</i>	33
3.2. <i>Les différentes hypothèses scénariales</i>	34
3.3. <i>Les évolutions à long terme du potentiel transportable</i>	35
4. LES SIMULATIONS SUR LA BASE DE QUINQUIN FRET	37
4.1. <i>Les évolutions à long terme du potentiel transportable national</i>	37
4.1.1. Présentation du modèle Quinquin-fret	37
4.1.2. Le fret et la croissance industrielle nationale	39
4.2. <i>L'évolution a long terme des échanges internationaux (hors transit)</i>	40
4.2.1. Définition du potentiel transportable international	40
4.2.2. Les évolutions passées des flux internationaux	40
4.2.3. La sensibilité du trafic international à la croissance industrielle (nationale)	42
4.3. <i>Le recadrage des évolutions du fret intérieur à l'horizon 2015</i>	43
4.3.1. La mesure des différences SES/LET	43
4.3.2. L'hypothèse d'une élasticité du trafic à la croissance économique variable	43
4.3.3. Les facteurs explicatifs du potentiel transportable	46
5. LES EVOLUTIONS DE LA REPARTITION MODALE DES FLUX INTERIEURS A L'HORIZON 2015	
5.1. <i>Le rappel des simulations réalisées par le S.E.S.</i>	47
5.1.1. Les évolutions à long terme des parts modales	47
5.1.2. Les évolutions à long terme des tonnes-kilomètres	48

5.2. <i>Les résultats de la comparaison</i>	50
5.2.1. Les évolutions à long terme des parts de marché nationales	50
5.2.2. L'évolution de la répartition modale des flux intérieurs à l'horizon 2015	52
PREVISIONS DE TRAFICS URBAINS DE VOYAGEURS AUX HORIZONS 2005 ET 2015 EN ILE-DE-FRANCE COMPARAISON DES SIMULATIONS DE LA DREIF ET DU LET	57
1. INTRODUCTION	59
2. LES MODELES QUINQUIN	60
2.1. <i>Problématique générale et architecture des modèles QUINQUIN.</i>	
<i>Quelques résultats obtenus sur Lyon.</i>	60
2.2. <i>Les invariants du modèle QUINQUIN parisien.</i>	68
2.2.1. Le lien Revenu-Mobilité	68
2.2.2. La motorisation	73
2.2.3. Mobilité relative des différentes catégories de motorisation.	74
2.2.4. La répartition modale des déplacements selon le niveau de motorisation des ménages.	76
2.2.5. La combinaison des invariants.	79
3. COMPARAISON DES MODELES MODUS ET QUINQUIN	80
3.1. <i>La situation 1992.</i>	81
3.1.1. La restitution de la situation d'origine par le modèle QUINQUIN	81
3.1.2. La restitution de la situation d'origine par le modèle MODUS	83
3.1.3. Convergence des deux approches.	84
3.2. <i>Horizon 2005 option "fil de l'eau</i>	85
3.2.1. Prévision DREIF horizon 2005	85
3.2.2. Prévision LET horizon 2005	87
3.2.3. Comparaison des estimations de déplacements à l'horizon 2005	90
3.3. <i>Horizon 2015 option 'fil de l'eau</i>	91
3.3.1. Prévision DREIF horizon 2015	92
3.3.2. Prévision LET horizon 2015	93
3.3.3. Comparaison des estimations de déplacements à l'horizon 2015	96
3.4. <i>Evolutions différentes des populations par le modèle QUINQUIN.</i>	96
3.4.1. Prévision LET horizon 2005	97
3.4.2. Prévision LET horizon 2015	100