Utilisation conjointe d'un modèle de génération-distribution et des comptages de circulation pour la reconstitution d'une matrice de trafic routier origine-destination

Yu-Sen Chen

▶ **To cite this version:**

Yu-Sen Chen. Utilisation conjointe d'un modèle de génération-distribution et des comptages de circulation pour la reconstitution d'une matrice de trafic routier origine-destination. Réseaux et télécommunications [cs.NI]. Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, 1993. Français. NNT : . tel-00529502

HAL Id: tel-00529502

https://pastel.hal.science/tel-00529502

Submitted on 29 Oct 2010

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

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

IS 19795 T1(5)

THESE DE DOCTORAT DE L'ECOLE NATIONALE DES PONTS ET CHAUSSEES

Spécialité:
TRANSPORTS

présentée par
M. Yu-Sen CHEN

pour obtenir le titre de
DOCTEUR DE L'ECOLE NATIONALE DES PONTS ET CHAUSSEES

UTILISATION CONJOINTE D'UN MODELE DE GENERATION-DISTRIBUTION ET DES COMPTAGES DE CIRCULATION POUR LA RECONSTITUTION D'UNE MATRICE DE TRAFIC ROUTIER ORIGINE-DESTINATION

Tome Principal

soutenue le 7 septembre 1993

Président du jury	: Monsieur Emile QUINET, Professeur à l'ENPC
Directeur de thèse	: Monsieur Georges DOBIAS, Professeur à l'ENPC et Directeur Général de l'INRETS
Rapporteurs	: Monsieur Simon COHEN, Directeur de Recherche INRETS
	: Monsieur A.I.J.M. VAN DER HOORN, Professeur à l'Université d'Amsterdam
Examinateurs	: Monsieur Olivier MORELLET, Ingénieur des Ponts et Chaussées
	: Monsieur David MEUNIER, Ingénieur des Ponts et Chaussées

NS 19795 (T1)(5)

à mes parents

ECOLE DES PONTS ET CHAUSSÉES BIBLIOTHÈQUE

E.N.P.C.
INV03315

25

REMERCIEMENTS

Qu'il me soit permis d'exprimer ici ma reconnaissance envers tous ceux qui, directement ou indirectement, m'ont apporté leur concours et sans qui cette thèse n'aurait pas été possible et pu être menée à bien.

Je remercie d'abord M. Georges DOBIAS, Professeur à l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées et Directeur Général de l'Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité, de m'avoir accepté à l'INRETS et d'être mon directeur de thèse.

Je témoigne également une grande reconnaissance à M. Olivier MORELLET, tout au long de cette thèse dont l'échange des idées, les conseils permanents, et l'expérience m'ont été indispensables. Je le remercie aussi pour la mise à disposition de son modèle MATISSE, notamment des sous-modèles FRIEDRICH, GRECO et G_ROUTE.

Je n'oublie pas de rendre hommage à M. Roger MARCHE, Ancien Directeur du DEST, qui m'a beaucoup aidé lors du commencement de cette thèse.

Je remercie tous les membres de l'équipe de TIP (Transport Interrégional des Personnes), notamment Mme TRIGALO-OLLIVIER et MM. MARCHAL et HILOUT, et les collègues du CETE de Nantes, notamment à M. DESIRE, pour leurs avis sur la mise en forme de cette thèse.

J'adresse également les plus vifs remerciements à MM. ARON, DANECH-PAJOUH, et HILOUT pour leurs aides à l'utilisation des programmes GRECO, OEDIPE et G_ROUTE, et à MM. HIVERT et GUEGUEN pour leurs assistances pour logiciels de Macintosh.

Je suis très reconnaissant de l'efficacité du CIR (Centre Informatique Recherche), des matériels disposés ainsi qu'une bourse attribuée par l'INRETS. Sans ces moyens, je n'aurais pas pu effectuer ma thèse.

Enfin un remerciement spécial aux équipes du SETRA ayant fortement contribué à la collecte des données du sondage de circulation 1990.

SOMMAIRE

INTRODUCTION GENERALE 1

1 - Besoins de modélisations et de réflexions 2
2 - Connaissance nécessaire sur une matrice o-d du trafic 3
3 - Plan de la thèse 4

PREMIERE PARTIE : RECHERCHE D'UNE METHODOLOGIE POUR LA RECONSTITUTION D'UNE MATRICE ORIGINE-DESTINATION 7

1 - Différentes approches de modélisation de la demande 7
2 - Vue générale des modèles récents de génération-distribution-affectation 8
Chapitre 1 - Synthèse sur les modélisations de génération du trafic interurbain 11
Chapitre 2 - Synthèse sur les modélisations de distribution du trafic interurbain 17
Chapitre 3 - Synthèse sur les modélisations d'affectation du trafic interurbain 43
Chapitre 4 - Reconstitution d'une matrice O-D par les comptages et la simulation de circulation 55

DEUXIEME PARTIE : DEVELOPPEMENT D'UN NOUVEAU MODELE POUR LA RECONSTITUTION D'UNE MATRICE ORIGINE-DESTINATION 59

Introduction 59
Chapitre 5 - Raisonnement sur les approches de la reconstitution 61
Chapitre 6 - Réalisation du modèle 75

TROISIEME PARTIE : APPLICATION DU MODELE SUR LE RESEAU ROUTIER FRANÇAIS 105

Introduction 105
Chapitre 7 - Application du modèle sur le réseau routier français 107
Chapitre 8 - Test de sensibilités du modèle et des comptages sur le réseau routier français 171

CONCLUSION GENERALE 203

Références bibliographiques 207
Table des matières 225
Liste des principaux tables, figures et graphiques 229
Lexique des principaux termes utilisés 233
Matériels et logiciels utilisés 235

ENGLISH SUMMARY 237

TOME ANNEXE 1 — Principaux résultats 241
TA11 - Les principales matrices O-D 241
TA12 - Les listings d'un calcul dans le zonage de 40*40 (v107a08) 273
TA13 - Les principaux articles publiés 347

TOME ANNEXE 2 — Programme REMODE 411
TA21 - Présentation du programme REMODE 411
TA22 - Listing des fichiers entrées (input) pour REMODE 417
TA23 - Listing des fichiers sorties (output) pour REMODE 451
TA24 - Listing du programme REMODE 481
Table des matières 579

INTRODUCTION GENERALE

> "*Anyone could build a bridge which would be strong enough, but only an engineer could build one which would be just strong enough*", **J. T. DUFF**[1].

Il serait très difficile, tant pour les services publics que pour les entreprises privées, de fixer leur stratégie, de définir la politique d'exploitation et de programmer des investissements, sans prévision de trafic à moyen ou long terme. Etant un des plus importants indicateurs quantitatifs, le trafic est un élément fondamental pour la prise de décision.

Cette importance est malheureusement liée à une connaissance fortement insuffisante du trafic. Certes, nous disposons aujourd'hui les moyens matériels efficaces pour recueillir les données routières. Mais ces dernières sont souvent limitées aux comptages de circulation. Ce sont des indicateurs importants du trafic, mais ils ne révèlent pas directement de déplacements directionnels.

Pour connaître de plus amples informations sur les déplacements, tels que les origines, les destinations et les itinéraires parcourus, les enquêtes comme enquête par distribution de cartes ou collage de papillons ou enquête par relevé de numéros minéralogiques des véhicules, doivent être utilisées. Cela demande beaucoup de moyens financiers. De plus, les résultats d'enquêtes ne sont pas toujours assez fiables. Ces enquêtes sont limitées aux réseaux simples.

Quant aux études de prévision de trafic, elles sont généralement complexes en raison du grand nombre de variables à expliquer, de la multiplicité des paramètres susceptibles d'intervenir et de l'absence de "lois" physiques régissant les phénomènes clairement établies.

Face à cette difficulté, les études de trafic font souvent appel à des démarches par approximations successives, à partir d'une vision macroscopique. Ceci rend les études très lourdes. De plus, toute erreur à une étape donnée conduit à un retour en

---

[1] **J.T. DUFF** dans [37, WARDROP]. Les chiffres entre crochets se rapportent à la bibliographie qui figure à la suite de cette thèse.

arrière et à répéter le travail. Cette méthode serait donc difficilement recommandée pour actualiser les résultats d'études du trafic. Citons le même propos de **J. T. DUFF** dans [37, WARDROP] sur l'ingénierie du trafic "tandis que les méthodes de 'rule-of-thumb' (règle-de-pouce, désignant estimation) donnaient des résultats, les meilleures économie et efficacité peuvent être achevées seulement quand la propre attention a été faite à la théorie".

Ces méthodes sont limitées dans le temps et l'espace. Tout changement d'étude en géométrie ou/et en horizon provoque l'inévitable répétition de travail.

Ces défauts nous freinent pour estimer la répartition spatiale du trafic, par une matrice origine-destination. Cette matrice est le paramètre concret du trafic. Elle révèle non seulement la somme du trafic émis ou reçu d'une zone, mais également les mouvements du trafic entre les différentes zones.

1 - BESOINS DE MODELISATIONS ET DE REFLEXIONS

La prise de décision ne se conçoit sainement qu'après une analyse des différents problèmes posés ainsi que des conséquences des différentes solutions proposées. La modélisation, en tant que représentation schématique d'un système, permet d'une part d'en décrire simplement les structures et les propriétés, d'autre part d'analyser les effets consécutifs à des modifications internes ou externes.

Dans le domaine des transports, les modèles sont des représentations abstraites de la réalité, faisant appel à des hypothèses socio-économiques, et ils peuvent être décrits en termes de fonctions mathématiques ou d'algorithmes.

"Il n'existe rien de constant si ce n'est le changement" disait le **Bouddha**. Le changement est là : le trafic routier à longue distance a connu encore un fort développement pendant ces dernières années [1, CREDOC/SETRA]. Dans le cas du trafic international, ce potentiel ne peut être que renforcé par l'ouverture du marché unique européen fin 1992.

"Malgré la stagnation constatée depuis 1990, les trafics de voyageurs interurbains devraient augmenter de 75% d'ici à 2010 et les trafics de marchandises d'environ 50%, mais avec de forts écarts selon le type de transport ou d'infrastructure en cause", retenue comme une des conclusions par le Commissariat Général du Plan dans "Transport 2010 " (Juin, 1992).

Par ailleurs, les décisions inscrites au Schéma Directeur impliquent que les autoroutes et les prolongements d'autoroutes présentent à terme la configuration d'un réseau maillé relativement dense couvrant l'ensemble du territoire métropolitain.

Dans ces conditions, on peut se demander si les méthodes utilisées jusqu'à présent restent adaptées aux nouveaux enjeux que doivent refléter les prévisions de trafic sur le réseau des autoroutes et des routes principales ; et, dans la négative, s'il est possible d'améliorer ces méthodes ou d'en mettre au point de nouvelles.

C'est dans ce cadre que s'inscrit cette thèse, en particulier sur la reconstitution d'une Matrice Origine-Destination du trafic routier interurbain.

2 - CONNAISSANCE NECESSAIRE SUR UNE MATRICE O-D DU TRAFIC

Une matrice est un tableau rectangulaire de nombres disposés suivant certaines lignes et certaines colonnes. Dans l'étude de trafic, la ligne d'une matrice représente souvent une zone d'origine et la colonne une zone de destination. Ainsi un élément dans une matrice désigne le trafic se déplaçant d'une origine vers une destination.

Cette matrice correspond à la répartition spatiale des déplacements. Elle évolue selon les mouvements du trafic qualitatifs et quantitatifs entre les différentes zones. En plus, les marges de cette matrice ont aussi une place importante. Chaque marge d'une ligne ou d'une colonne est la somme du trafic émis ou reçu d'une zone. Une telle matrice révèle donc les informations aussi riches que complètes du trafic. Elle s'appelle la matrice o-d (origine-destination).

Pour cette raison, une matrice o-d joue un rôle important dans les études de trafic. En particulier en ce qui concerne :

- la prévision de trafic,
- la planification et l'exploitation du réseau,
- l'évaluation des alternatives,
- le choix d'investissements,

la connaissance de la matrice o-d est indispensable.

Mais les difficultés pour la connaissance de cette matrice o-d sont aussi évidentes. Sur un réseau composé de 10 zones, les cases de la matrice sont de 100. Pour

40 zones, elles sont de 1600. Prenons un cas simple et particulier en utilisant les enquêtes par relevé de numéros minéralogiques des véhicules pour déterminer cette matrice o-d. Selon le **SETRA** [11] (voir également la **Table 1a** dans §2), le coût de cette enquête par poste pendant une journée est de 5 KF. Si nous utilisons un poste pour enquêter un trafic o-d (une case de la matrice), les 100 cases coûtent 500 KF (Francs 90) et 1600 cases 8 millions de Francs. C'est trop coûteux même sans parler de l'exploitation délicate des résultats et des problèmes de redressement et de fiabilité.

Une méthode propre est donc nécessaire pour l'estimation de la matrice o-d. Cette méthode doit d'une part se contenter d'utiliser les données disponibles et, d'autre part garantir de bons résultats.

Les comptages présentent un grand intérêt dans la construction de cette nouvelle méthode. D'une part, les comptages sont devenus aujourd'hui les moyens quasi standardisés pour l'acquisition des données routières. Les coûts de réalisation sont parmi les moins chers. Selon le **SETRA** [11], ces coûts ne sont que de 750 F par point de comptage par jour, six fois moins cher que ceux de l'enquête par relevé de numéros minéralogiques. D'autre part, ils contiennent et reflètent les informations directes sur les trafics de circulation. Les données obtenues sont fiables et cohérentes.

Bien entendu, les comptages ne peuvent pas être utilisés directement comme les déplacements directionnels. Mais ils contiennent des informations implicites sur la répartition du trafic. Nous allons évoquer la relation entre une matrice o-d du trafic routier et les comptages de circulation. Ensuite nous développerons une nouvelle méthode pour la reconstitution d'une matrice o-d à partir de ces comptages.

3 - PLAN DE LA THESE

Dans la première partie, nous essayerons de situer la reconstitution d'une matrice o-d dans le domaine du transport routier, de trouver ses relations avec les caractéristiques socio-économiques des zones étudiées, du réseau et des comportements des voyageurs, tout au long d'analyses des méthodes existantes sur les modélisations de génération, distribution et affectation du trafic interurbain. Nous finirons par la proposition d'une nouvelle méthode pour la reconstitution de matrices origine-destination.

Ensuite nous raisonnerons sur l'application pratique de cette nouvelle méthode. Par l'équation fondamentale entre une matrice o-d et les comptages, nous aurons les

axes principaux de la résolution. Puis par un exposé des méthodes existantes sur la résolution, nous connaitrons celles qui sont appliquées usuellement avec leurs défauts. Enfin, nous proposerons de nouvelles approches pour la résolution de l'équation fondamentale.

La complexité de la résolution nous oblige à évoquer les approches séquentiellement. Nous concrétiserons ces approches par les principes de la résolution, principes qui permettent de décrire un système de transport voyageur-trafic-route en termes socio-économiques. Puis, nous évoquerons la fonction objectif qui a pour but d'atteindre les meilleurs résultats. Enfin nous combinerons cette fonction objectif avec les principes de la résolution pour mettre en oeuvre ces principes.

Nous parlerons également de la réalisation du modèle. Nous commencerons par le développement de la fonction objectif, puis l'enchaînement du modèle. Nous réaliserons tous les sous-modèles selon les principes évoqués, et la fonction objectif.

Ces raisonnements, ces mises en oeuvre des principes et la réalisation du modèle font l'objet de la deuxième partie, partie théorique du modèle.

Dans la troisième partie, nous appliquerons le modèle développé sur le réseau routier français avec le sondage de la circulation 1990[2], réalisé par le **SETRA**. Nous expliquerons le fonctionnement du modèle et interprèterons les résultats. Nous donnons enfin les principales matrices o-d et quelques propositions sur les comptages. Nous testerons également la stabilité du modèle et les sensibilités des comptages dans le dernier chapitre.

La quatrième et dernière partie sera consacrée à la conclusion générale, sur les développements du modèle et les résultats de l'application, avec définition de ses limites.

[2] Ce sondage manuel, effectué en 450 points du réseau national (RN et Autoroutes) recueille les données comme (a). pourcentage du trafic étranger; (b). décomposition par catégorie de véhicule; (c). répartition des véhicules par origine (département d'immatriculation).

PREMIERE PARTIE

RECHERCHE D'UNE METHODOLOGIE POUR LA RECONSTITUTION D'UNE MATRICE ORIGINE-DESTINATION

> "The history of science suggests that progress in any field of research can best be achieved by a judicious mixture of practical experience, experiment, and theory", **WARDROP** [37].

1 - DIFFERENTES APPROCHES DE MODELISATION DE LA DEMANDE

On peut distinguer diverses catégories de modèles suivant le point de vue considéré [1a, 1f ; GERAUD, DOBIAS][3].

- D'une part, selon le niveau d'agrégation sous lequel sont pris en compte les comportements des agents économiques, on a affaire à des modèles dit agrégés ou désagrégés :

  * dans le premier cas, les modèles agrégés permettent d'analyser les déplacements entre zones géographiques d'origine et de destination sans tenir compte des particularités des voyageurs à l'intérieur de chaque zone. Les caractéristiques de ces derniers sont, au mieux, représentées par des distributions sur des sous ensembles de populations ;

  * dans le second cas, les modèles désagrégés cherchent à expliquer, sous une forme probabiliste, les attitudes de choix des individus, dont le comportement est soumis à des phénomènes aléatoires.

- D'autre part, selon la manière dont les choix mêmes sont effectués par les agents, on distingue les modèles dit séquentiels ou directs :

  * les modèles séquentiels supposent que les différents choix sont faits successivement par l'individu ou sont traités comme tels. Par conséquent,

---

[3] Les chiffres entre crochets se rapportent à la bibliographie qui figure à la suite de cette thèse.

chaque maillon de la chaîne de décision est étudié séparément par une formulation appropriée. Concrètement ceci se traduit par des modèles qui calculent tout d'abord le trafic global, tous modes, entre deux zones avant d'en affecter, par une opération distincte, la part revenant à chaque mode et/ou à chaque itération ;

* les modèles directs, s'ils sous-entendent que les choix peuvent être successifs, considèrent néanmoins que la décision est un tout. Ils cherchent donc à intégrer dans une seule équation tout le processus de choix. Par conséquent, ces modèles conduisent directement au calcul du trafic empruntant chaque mode. Ce n'est qu'ensuite que le trafic total peut être reconstitué, par sommation.

Ces distinctions, assez générales, conduisent à quatre types de modèles de demande :

* les modèles agrégés séquentiels,
* les modèles agrégés directs,
* les modèles désagrégés séquentiels,
* les modèles désagrégés directs.

Cette classification sommaire n'a pas la prétention de couvrir toutes les possibilités que renferment les modèles traitant de l'analyse de la demande ; parfois certains modèles plus complexes sont difficiles à classer dans un chapitre plutôt qu'un autre. Néanmoins, cette classification a le mérite de mettre en évidence les principes "philosophiques" ou "socio-économiques" qui ont présidé à leur élaboration.

2 - VUE GENERALE DES MODELES RECENTS DE GENERATION-DISTRIBUTION-AFFECTATION

L'approche la plus souvent utilisée correspond aux modèles agrégés séquentiels. La raison en est que le problème étudié est plus simple et l'étude correspondante moins coûteuse. C'est aussi approuvé par la plupart des auteurs (voir Références).

D'une part, les modèles agrégés séquentiels peuvent utiliser les données disponibles ou agrégées. Chaque formule dans chaque étape est relativement facile à calibrer. D'autre part, les modèles directs demandent en même temps une série de

données cohérentes, qui sont souvent de plusieurs dimensions et donc difficiles à obtenir. En plus, ces modèles directs sont souvent exprimés en une seule équation, qui est très difficile à calibrer.

Ces modèles décrivent et prévoient plus particulièrement les flux de trafic globaux entre deux zones géographiques. Ils affectent ensuite des parties de ces flux aux différents modes intervenant sur la liaison. Lorsque les zones géographiques sont nombreuses, une dernière partie est réservée à l'affectation de ces flux sur l'ensemble du réseau. C'est ainsi que quatre étapes successives peuvent être distinguées :

- la génération de trafic qui a pour objet le calcul du nombre de déplacements effectués (émis ou reçus) dans une zone ;
- la distribution de trafic qui correspond à la répartition spatiale de ces déplacements entre une zone à l'autre ;
- le choix modal qui permet d'affecter ces déplacements aux divers modes en présence ;
- l'affectation sur le réseau qui consiste à répartir le flux par mode de façon réaliste sur les différents itinéraires entre ces deux zones.

Le schéma ci-dessus correspond au cas général. En ce qui concerne particulièrement les modèles de génération, de distribution et d'affectation, ils seront étudiés séparément.

CHAPITRE 1 - SYNTHESE SUR LES MODELISATIONS DE GENERATION DU TRAFIC INTERURBAIN

Dans le processus de prévision, d'évaluation et de prise de décision, la connaissance et l'estimation des flux de trafic et de leur évolution en fonction du niveau de qualité de service sont particulièrement importantes [1b,1c,1d,1e]. C'est pourquoi l'analyse de la demande de transport fait depuis longtemps déjà l'objet de travaux de réflexion et de modélisation approfondis.

Malheureusement, les modèles de génération restent toujours assez simplifiés et sont traités de manière relativement classique. Les facteurs économiques ou socio-économiques sont dominants dans ces modèles. Dans certains cas, les indicateurs macro-économiques ou socio-économiques sont plutôt utilisés, alors que dans les autres, les indicateurs des ménages (e. g. : personnes actives, taux de déplacement, etc.) sont préférés selon les données disponibles. La méthode de régression est beaucoup employée dans ce domaine.

Ces modèles n'ont de sens, bien sûr, qu'à court ou moyen terme et dans la mesure où il n'y a pas de modifications importantes des conditions de transport ou du système d'activité. D'autre part, ils ne tiennent pas compte à l'horizon de l'étude des flux de transport inexistants à l'heure actuelle.

Ces modèles peuvent être classés en quatre types principaux : méthode des facteurs socio-économiques [1, 3-9], méthode de classification croisée (cross-classification ou category analysis) [2 ; STOPHER], méthode désagrégée [7, 48, 49], et résultats d'enquête. Ils peuvent être formalisés comme ci-dessous.

1.1 - Méthode des facteurs socio-économiques

Cette méthode est largement utilisée par les pays anglo-saxons [1-9, 47]. Elle est retenue par le FHWA (Federal Highway Administration, U.S.A.) comme la méthode centrale [2]. Les facteurs principaux employés dans cette méthode sont : population, revenu, emploi, nombre d'équipements, consommation de carburant, et éventuellement longueur des routes.

Formulation générale :

$$O_i = a + \sum_{j=1}^{n} b_j * X_j \qquad (1)$$

Où : O_i - nombre de déplacements générés de la zone i,
X_j - facteur j,
a, b_j - constante,
n - nombre de facteurs.

Le mode de calcul pour cette méthode est la régression linéaire. La régression linéaire est une méthode d'ajustement des données observables permettant de représenter par deux droites les relations entre deux séries. De nombreux documents [9b ; BRESSON] sont disponibles à propos de cette régression linéaire. Il n'est donc pas nécessaire de reprendre les formules ici. Un programme FORTRAN sur la régression se trouve dans le **Tome Annexe 2** (sous-programme MOGET).

Les avantages de l'analyse de régression sont les suivants : (1) les données incomplètes ou agrégées peuvent être utilisées ; (2) les formulations sont flexibles ; (3) les fiabilités de termes peuvent être contrôlées. Les inconvénients sont : (1) les données incomplètes ne peuvent pas garantir la totale cohérence avec les données complètes ; (2) les structures des données sont différentes d'une zone à l'autre. Les données partielles ne peuvent pas être totalement représentatives de l'ensemble de la situation.

Dans l'utilisation pratique, on commence toujours par les données partiellement connues. On calibre la formule ci-dessus par ces données. Ensuite, on utilise la même formule pour calculer les nombres de déplacements inconnus dans d'autre zones. Un exemple de l'utilisation de cette méthode est présenté dans **§7.1.1.** ci-après.

1.2 - Méthode de classification croisée

La méthode décrite précédemment est formulée pour estimer les déplacements en fonction des variables zonales. Elle est critiquée de temps en temps, particulièrement parce que la nature extrêmement agrégée de ces modèles limite les possibilités explicatives. Pour tenter de résoudre ces difficultés, la méthode de classification croisée (Cross-Classification) a été conçue [2, 6 ; STOPHER, SUPERNAK].

Dans cette méthode, la variable dépendante est constituée par les déplacements moyens journaliers, par motif, fonction des attributs du ménage. Les autres variables utilisées sont la taille du ménage, la possession de voitures, le type du logement, le cycle de vies du ménage, le nombre d'actifs, le nombre de permis de conduire, les revenus et le type de région.

Formulation mathématique :

$$YP_{mn} = TP_{mn} / H_{mn} \qquad (2)$$

Où : - YP_{mn} = Taux de déplacement pour motif p pour les ménages du type mn,
- TP_{mn} = Déplacements observés faits par les ménages du type mn, pour motif p,
- H_{mn} = Nombre observé des ménages du type mn.

L'application correcte de ce modèle consiste à estimer le nombre des ménages de chaque catégorie dans une zone et de multiplier les taux de déplacements par ces nombres de ménages. Un point à souligner est que les taux dans les cases de matrice sont alors les taux moyens pour les ménages du type correspondant.

L'avantage de ce modèle est de permettre de fournir une structure qui a le mérite d'être tant conceptuel que statistique.

Enfin, et surtout le modèle prend en compte les interactions entre les variables indépendantes, qui ont été retenues dans ce modèle-standard.

1.3 - Méthode désagrégée

La méthode de classification croisée étant déjà relativement désagrégée, l'utilisation de ce titre permet de souligner que certains travaux ont mis l'accent sur la théorie de l'utilité de consommateurs [7, 5, 48, 49].

L'hypothèse centrale est la suivante :

$$V_{it} = V(Z_{it}, S_t) + \varepsilon_{it} \qquad (3a)$$

Où : $-V_{it}$ est l'utilité de l'alternative i pour l'individu t,
$-Z_{it}$ est un vecteur qui représente l'ensemble des attributs de l'alternative i à laquelle est confronté l'individu t,
$-S_t$ est le vecteur des caractéristiques socio-économiques de l'individu t,
$-\varepsilon_{it}$ est la composante aléatoire de l'utilité de l'alternative i pour l'individu t.

Initialement, cette approche est développée pour aider à la détermination de la répartition modale. C'est-à-dire qu'elle est une partie intégrée dans les modèles désagrégés (séquentiels ou directs).

L'application de cette théorie de l'utilité de consommateurs sur la génération du trafic nous donne les formules suivantes [29 ; SAFWAT et MAGNANTI] :

$$G_i = \alpha * S_i + E_i \qquad (3b)$$

où : G_i = nombre de trajets généré de l'origine i,
α = coefficient à estimer,
S_i = accessibilité de l'origine i,
E_i = les effets composés que les variables socio-économiques, qui sont exogènes du système de transport, ont sur la génération du trafic de la zone i.

L'accessibilité S_i dans la formule ci-dessus est fonction de l'utilité mesurable des consommateurs $V(Z_{it}, S_t)$. Une hypothèse bien connue et souvent utilisée dans les analyses de demande de voyageurs est que les termes d'erreur sont indépendants et distribués identiquement comme une distribution des valeurs extrêmes du type des origines i. Selon cette hypothèse, **BEN-AKIVA** et **LERMAN** [119] montrent que l'accessibilité est donnée par le logarithme naturel de la somme exponentielle des utilités mesurées à toutes destinations accessibles, comme la formule ci-dessous :

$$S_i = \max \{0, \ln \sum_{j \in H_i} \exp(-\theta * U_{ij} + A_j)\} \quad \text{pour toute } i \in I \qquad (3c)$$

où : H_i = l'ensemble de destinations accessibles de l'origine i,

U_{ij} = le coût perçu du voyage de i à j,
θ = le coefficient à estimer,
I = l'ensemble d'origines i,
A_j = les effets composés que les variables socio-économiques, qui sont exogènes du système de transport, ont sur l'attraction du trafic de la zone j.

Le terme $(-\theta*U_{ij}+A_j)$ ci-dessus exprime en fait l'utilité mesurée de l'origine i à la destination j.

A_j ou E_i est donné comme suit :

$$A_j = \sum_{w=1}^{W} \theta_w * g_w(A_{wj}) \qquad (3d)$$

où : A_{wj} = la valeur de $w^{ième}$ variable socio-économique qui influence l'attraction du voyage dans la destination j,
$g_w(A_{wj})$ = une fonction donnée spécifiant comment la $w^{ième}$ variable socio-économique influence l'attraction du voyage,
θ_w = le coefficient à estimer,
W = le nombre de variables socio-économiques.

Le calibrage des formules ci-dessus utilise la même méthode que celle dans **§1.1** ci-dessus, méthode de la régression linéaire.

1.4 - Méthode de résultats d'enquête

Cette méthode de résultats d'enquête peut être la plus directe et la plus coûteuse, notamment sur un réseau à grande échelle géographique.

Souvent, l'enquête "cordon"[4] est employée pour recueillir les données. C'est le cas de l'enquête "cordon" Paris-Sud-Est 1967-1968 (S.A.E.I.) [1a ; GERAUD], enquête qui s'est inscrit dans le schéma général d'une étude sur les moyens d'améliorer les transports collectifs entre la Région Parisienne et le Sud-Est et qui a pour but de tester l'influence sur la demande de l'introduction de modes nouveaux de transports.

[4] Cette enquête peut également être utilisée pour déterminer la distribution de trafic qu'on parlera dans le chapitre suivant.

Pour utiliser ces résultats d'enquête, la première chose à faire est le redressement de données. Pour une enquête partielle ou pour les enquêtes réalisées en différentes périodes, la consistance des données est très importante.

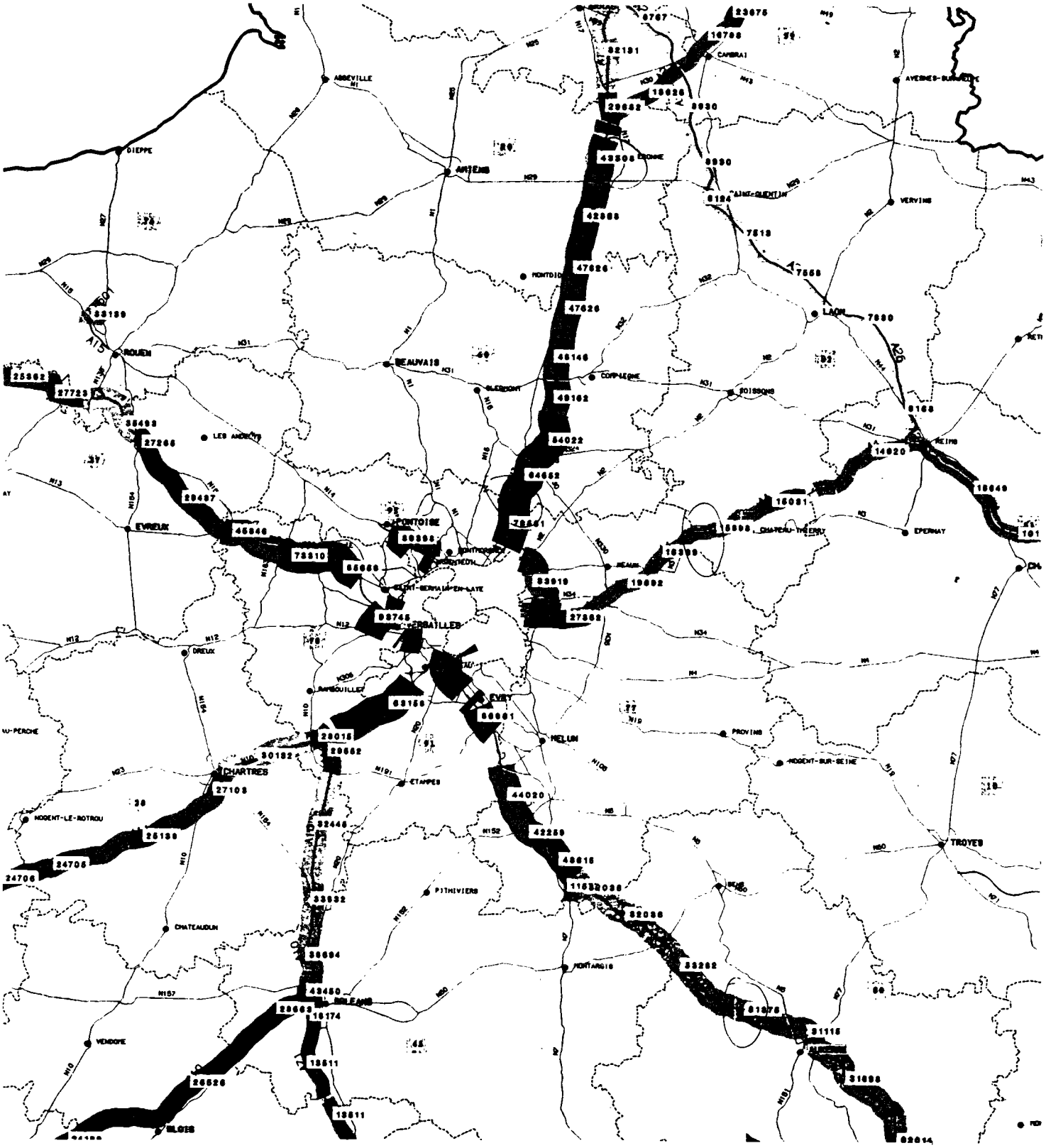
La méthode de projection tendancielle est souvent utilisée. Elle consiste à analyser l'évolution de la demande globale pour un mode particulier ou pour plusieurs modes à partir de données recueillies sur les années passées, puis à projeter à l'horizon de l'étude, soit par simple extrapolation, soit par l'intermédiaire d'un taux de croissance annuel moyen.

Il est possible d'extrapoler directement des données existantes ou être modulé par des coefficients prenant en compte l'évolution probable de facteurs économiques ou socio-économiques.

La carte du recensement de trafic du **SETRA** (voir les extraits de carte ci-contre) peut être visée comme un cas particulier dans ce domaine. L'informatisation de cette carte, complétée par la description du réseau et le temps de parcours des véhicules, peut servir comme une véritable base de données, et éventuellement faciliter les entreprises de modélisation.

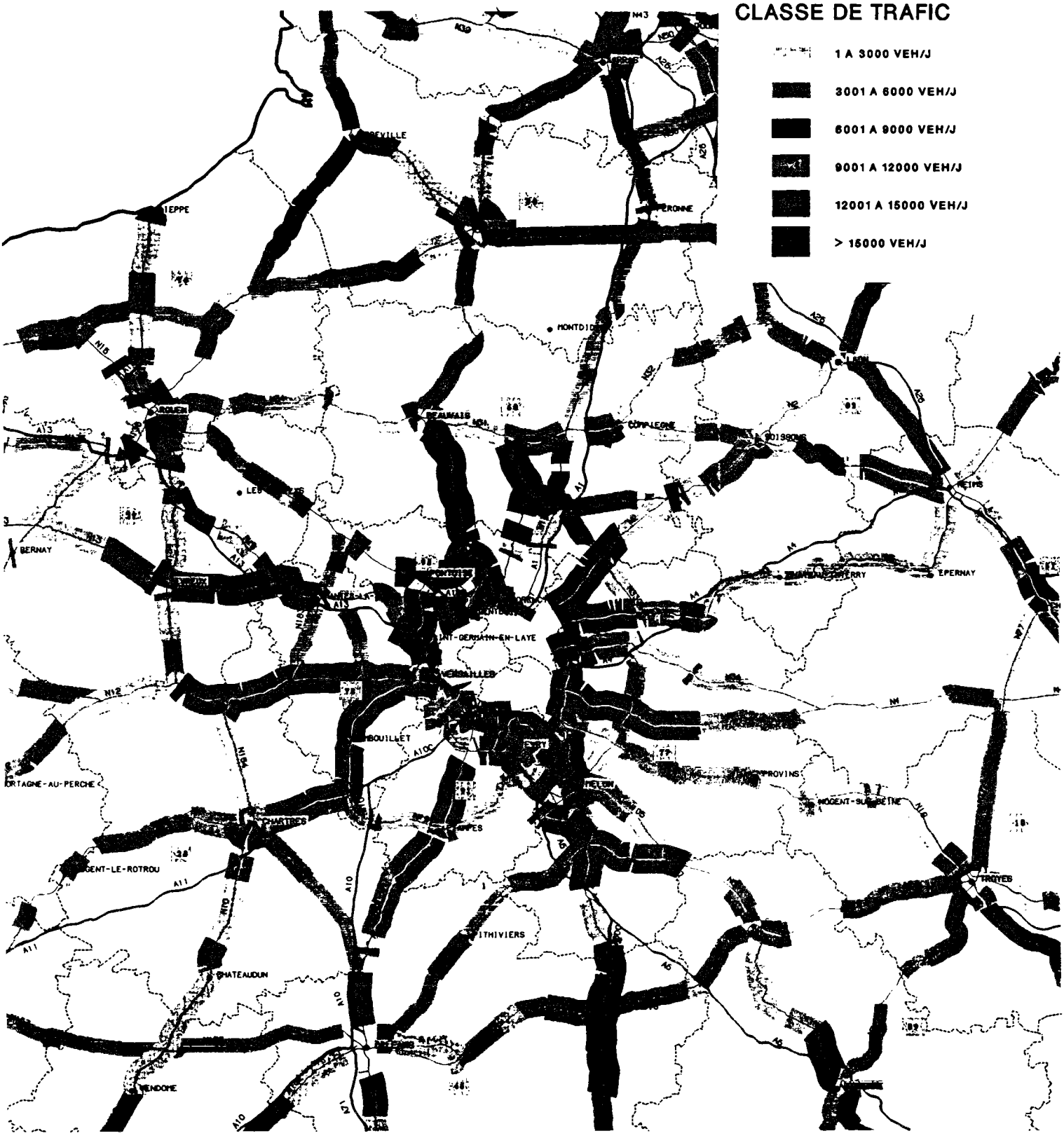
Le plus récent exemple réside dans le sondage de circulation en 1990. Ce sondage manuel, effectué en 450 points du réseau national (RN et Autoroutes) recueille les données comme (a) pourcentage du trafic étranger ; (b) décomposition par catégorie de véhicule ; (c) répartition des véhicules par origine (département d'immatriculation). Les informations contenues dans ce sondage peut donner une idée du trafic généré ou/et émis de chaque zone définie.

RESEAU AUTOROUTIER
TRAFIC 1990



SOURCE DES INFORMATIONS : S.E.T.R.A

ROUTES NATIONALES
TRAFIC 1990



SOURCE DES INFORMATIONS : S.E.T.R.A

CHAPITRE 2 - SYNTHESE SUR LES MODELISATIONS DE DISTRIBUTION DU TRAFIC INTERURBAIN

La distribution de trafic correspond à la répartition spatiale des déplacements. Elle représente les mouvements du trafic qualitatifs et quantitatifs entre les différentes zones. Le résultat de cette distribution est représenté par une matrice, appelée généralement Matrice Origine-Destination (Matrice O-D).

Pour cette raison, la Matrice O-D joue un rôle important dans les études de trafic. En particulier en ce qui concerne :

- la prévision de trafic,
- l'aménagement d'axe,
- l'évaluation des alternatives,
- le choix d'investissements,
- la planification et l'exploitation du réseau.

La connaissance de la matrice O-D est nécessaire.

Il existe des méthodes d'estimation de ces matrices, pratiques et théoriques :

- Celles dites pratiques : "Collage de papillons", "Relevé de numéros minéralogiques", "Enquêtes à domicile" et "Photographies aériennes" [11, 144 ; SETRA, DESFORGES],

(1) Les enquêtes par "Collage de papillons" ou "Distribution de cartes"

Elles permettent de connaître pour un secteur déterminé la provenance et la destination des véhicules engendrés par les zones extérieures. Le procédé employé est le suivant :

A chaque entrée du secteur, des agents collent sur le pare-brise des véhicules qui y pénètrent des papillons, ou distribuent des cartes aux conducteurs, portant un numéro spécifique (ou une couleur particulière). D'autres agents repèrent les papillons ou récupèrent les cartes aux différentes sorties du secteur.

Ce type d'enquête présente l'avantage, outre la rapidité de l'exploitation, de pouvoir se faire de jour comme de nuit (encore que dans le dernier cas il n'est pas

toujours facile d'effectuer le repérage des papillons) mais il présente nombre d'inconvénients. En particulier, il ne permet pas de connaître l'origine et la destination exacte des véhicules mais seulement les points d'entrée et de sortie du secteur étudié.

(2) Les enquêtes par "Relevé des numéros minéralogiques"

Elles consistent à relever les numéros minéralogiques des véhicules dans un sens (éventuellement les deux) en différents points judicieusement choisis du réseau.

On note les trois ou quatre premiers chiffres portés par la plaque minéralogique de tous les véhicules. La durée des relevés, comprise entre 1 et 4 heures, doit être d'autant plus longue que les postes d'observations sont éloignés les uns des autres. La comparaison des numéros relevés sur les différents postes permet d'avoir une estimation des différents types de déplacements effectués dans le réseau.

Cette méthode permet d'intervenir très rapidement sur le terrain ; par contre les erreurs de lectures sont fréquentes et le dépouillement fastidieux.

Cette technique peut également permettre si l'on saisit le numéro de département d'avoir une estimation de la provenance géographique des usagers : différents déplacements français et pays étrangers (cas concret : le sondage de circulation en 1990).

Il existe à l'heure actuelle des micro-ordinateurs portables qui permettent d'enregistrer à la fois le numéro d'immatriculation et l'horaire de passage : l'exploitation étant très rapide, c'est probablement le système qui convient le mieux à ce type d'enquête. De plus, le relevé de l'horaire permet également une estimation des temps de parcours [11b ; CHEN].

Ces deux types d'enquêtes sont particulièrement adaptés au problème des déviations d'agglomérations en permettant, en particulier, d'identifier les courants de transit concernés.

(3) Les enquêtes à domicile

Ce sont des enquêtes portant sur un échantillon de ménages habitant dans une agglomération. Ces enquêtes sont similaires à celles qui sont effectuées par l'INSEE lors des recensements de la circulation nationale : elles sont menées généralement par des enquêteurs qualifiés qui se rendent au domicile des personnes dont les adresses ont été prises dans un fichier dont la mise à jour est correcte. Dans la mesure où le nombre

de questions posées peut être assez élevé, on peut obtenir concernant les déplacements de personnes tous les renseignements dont on veut disposer. L'inconvénient majeur de ce type d'enquête est son coût, tant au point de vue de l'exécution proprement dite de l'enquête, que de celui de l'exploitation.

Le domaine des enquêtes à domicile est plutôt réservé aux déplacements urbains ou à des études générales sur les comportements de mobilité.

(4) Les enquêtes par "Photographies aériennes" [144 ; DESFORGES]

Elles consistent à suivre les véhicules à l'intérieur d'une superficie comportée toutes les zones origine-destination, sur une période appartenant à l'heure souhaitée (e. g. : l'heure de pointe et au moins 20 minutes recouvrant la pointe), par la prise des clichés aériens distants de quelques secondes (4 secondes environ).

Pour pouvoir couvrir sur une photo toute la superficie étudiée, la technique choisie est de passer avec un avion à la verticale du point central de cette superficie, à la cadence la plus élevée possible. L'expérience [144 ; DESFORGES] a montré que pour être réalisé de façon régulière pendant 20 minutes, l'évolution de l'avion devait correspondre à une trajectoire circulaire continue, à inclinaison sensiblement constante, interrompue par de brèves mises à inclinaison nulle au moment du passage à la verticale du point central.

L'intérêt d'avoir deux clichés distants de quelques secondes est d'augmenter les chances de suivre un véhicule sur tout son parcours en diminuant les risques de perte dûs aux devers ou aux mouvements dans les carrefours.

Chaque véhicule suivi est "marqué" et ce sur tous les clichés sur lesquels il a été repéré, afin de procéder par élimination successive et éviter de le prendre en compte une deuxième fois. On a donc un recensement exhaustif de tous les parcours.

Le dépouillement des clichés des photos comprend les phases suivantes :

— *préparation des clichés* : le film est découpé par paires de clichés et celles-ci sont assemblées par collage afin que toutes les photos aient la même orientation,

— *exploitation* : chaque véhicule est pris isolément, suivi sur les clichés successifs et pointé sur chaque cliché par marquage au moyen d'un piquoir,

— *codification* : pour chaque véhicule, les données suivantes caractéristiques de son parcours sont recueillies et codées directement sur bordereau :

- le type d'apparition du véhicule sur le réseau (stationnement, venant de l'extérieur, première photo) et le numéro de la photo d'apparition,
- le numéro du carrefour origine du tronçon où est apparu le véhicule,
- les divers événements qui marquent le trajet du véhicule, soit :
  * carrefour vers lequel se dirige le véhicule,
  * arrêt suivi de l'heure et de la distance du carrefour,
  * heure de franchissement du carrefour (évaluée en 1/10 de photo par interpolation),
  * heure de sortie du carrefour.
- le type de disparition du véhicule (stationnement, véhicule perdu, sortie du réseau, fin des photos).

Sont en outre codés un numéro pour identifier le véhicule et le type du véhicule.

L'exploitation est assez pénible pour l'opérateur (fatigue visuelle notamment). La limite de durée de travail est de 4 heures environ. Avec 3 opérateurs travaillant par roulement, la cadence est de 26 véhicule/jour. Ceci est dû en partie à la finesse de suivi et à un grand nombre de renseignements à coder. Les causes majeures de pertes sont les arbres et les devers continus.

Les données ainsi recueillies sont exploitées par les sociétés spécialisées. Elles aboutissent à des principaux résultats suivants :

- matrice o-d sur des zones au choix de l'utilisateur,
- itinéraires,
- temps de parcours,
- retards aux feux,
- débit.

En cas d'erreur ou de parcours incomplet, le parcours n'est pas totalement invalidé, mais seulement pour les utilisations qui ne sont strictement pas possibles : un parcours ne sera pas utilisé pour le calcul de la matrice o-d mais il pourra l'être pour le calcul des retards à un feu.

Une telle enquête a été réalisée par l'**IRT** (l'ex-INRETS) en 1976 [144 ; DESFORGES]. La superficie choisie a environ 1,2 km *1,2 km, centrée sur le centre ville de Roanne. L'avion est monté à une hauteur de 1300 mètres et l'enquête s'est déroulée durant quarante minutes de 11h45 à 12h25, ce qui recouvre bien la pointe de midi à Roanne.

Par rapport aux enquêtes par "Relevé des numéros minéralogiques", la méthode des photographies aériennes reconstitue le mieux les divers courants observés. Le grand avantage de cette dernière est de permettre un suivi complet des parcours de tous les véhicules, donc d'avoir directement les origines-destinations des trajets avec leurs temps de parcours et de disposer d'une matrice que l'on peut aisément corriger automatiquement. Dès que l'on veut connaître les courants de trafic relatifs à des zones internes au cordon d'étude, la méthode au sol souffre par rapport à elle d'un grand handicap : par nature, elle ne peut recenser que les véhicules passés aux postes de comptages, et les erreurs de relevé de numéros et l'imprécision des temps de passage rendent la reconstitution des itinéraires particulièrement difficile. Les erreurs qui en résultent biaisent considérablement les résultats.

Sur le plan théorique, la méthode aérophotographique semble plus adaptée que la méthode d'enquête au sol pour attendre le but recherché : disposer de la matrice des courants origine-destination détaillés et de tous types relatifs à la zone d'étude [144 ; DESFORGES].

Les moyens nécessaires aux deux enquêtes sont fort différents : l'enquête aérienne nécessite un équipement lourd (avion, caméra, film) mais peu de personnel. Au contraire, l'enquête au sol réclame un matériel léger (quelques magnétophones) mais un grand nombre d'enquêteurs d'où des problèmes d'organisation.

Par contre la méthode d'enquête aérienne a les inconvénients suivants :

- elle est coûteuse. Selon **DESFORGES** [144], son coût (99000 FF) est 7 fois plus élevé que celui (13100 FF) de l'enquête au sol (en prix 74 hors TVA),
- le dépouillement en est lent (1 mois environ),
- elle doit être réalisée avec de bonnes conditions météorologiques et une luminosité suffisante (d'où des problèmes pour l'heure de pointe du soir en hier : or cette heure a une grande importance dans les études de plan de circulation),
- la zone maximum exploitable correctement a une superficie de 1500 m * 1800 m,
- elle ne pourrait durer plus de 30 à 35 minutes, vu le caractère quelque peu acrobatique des évolutions de l'avion qui fatigue rapidement l'opérateur,
- enfin, elle ne peut être rapidement mise en oeuvre car les appareils pouvant réaliser ce type de mission sont rares.

On trouvera ci-après une table de synthèse (voir la **Table 1a**) sur les principaux types de recueil de données.

- et celles dites théoriques : "Modèles gravitaires", "Approche par l'interaction", "Approche par l'entropie", "Modèles probabilistes", et "Régression linéaire". Elles seront discutées ci-après.

Les méthodes pratiques sont coûteuses tant en main d'oeuvre qu'en traitement. Nous avons déjà indiqué dans l'introduction générale que le coût d'une enquête (e. g. : Relevé de numéros minéralogiques) est très élevé même pour un zonage limité. Très souvent, les données sont incomplètes. C'est dire qu'un grand nombre de paires O-D n'est pas observé. De même, les données recouvertes partiellement, peuvent conduire à des informations O-D contradictoires. Le renouvellement et l'exploitation de ces matrices posent toujours des problèmes.

Pour avoir une matrice complète et consistante, les techniques d'estimation des Matrices O-D sont utilisées. Bien que les hypothèses et les termes d'optimisation puissent différer, l'objectif pour atteindre la matrice de base (ou de référence) reste le même : trouver l'équivalence optimale ("optimal fitting") entre les estimations et les données disponibles.

Ces méthodes d'estimation de matrices O-D doivent satisfaire aux conditions suivantes. Elles peuvent :

- inclure toutes les données disponibles ou agrégées ;
- prendre en compte les erreurs de données disponibles ;
- inclure les caractéristiques socio-économiques et les attitudes, ainsi que le réseau et le temps de parcours ;
- fournir certaines mesures de validité de l'estimation.

Des approches classiques (e. g. : modèles gravitaires) aux approches plus récentes (e. g. : théories de l'entropie), ces modèles peuvent être classés en huit groupes principaux, qui sont les suivants [83-93] :

1- Modèle gravitaire [8, 10-15, 50-62],
2- Approche par l'interaction de distribution-affectation [29, 40-42, 63-73],
3- Approche par l'entropie et par la théorie de l'information [18-23, 74-80],
4- Méthode du maximum de vraisemblance [74, 117],

Table 1a - Synthèse des différents recueils de données

	Domaine d'utilisation	Intérêt	Difficultés et limites	Mise en oeuvre	Coût (Francs 90)
Comptages manuels	- Comptages directionnels en carrefour - Composition du trafic selon type de véhicules	Mise en place rapide	Renseignements ponctuels Problèmes de redressement	Simple	Variable selon éloignement, durée et importance du personnel en fonction de la complexité du site
Comptages automatiques	Elément de base de toute étude de trafic	Possibilité sur chaque section de route de disposer d'un observatoire sur le niveau, les fluctuations et éventuellement l'évolution du trafic et sa composition	Renseignements ponctuels Cohérence des informations selon le type de matériel	Réalisation possible par les moyens propres d'une DDE	Environ 3000 F pour une semaine par point de comptage
Enquêtes par distribution de cartes ou collage de papillons	Répartition du trafic sur un réseau limité (transit pour une déviation)	Résultats rapidement disponibles après l'enquête Préparation légère	Intervention sous circulation (présence des forces de police) Exhaustivité nécessaire et difficultés sous fort trafic	Environ un mois de préparation (délais administratifs)	Environ 15 KF par poste (distribution et lecture)
Enquêtes par relevé de numéros minéralogiques	Répartition du trafic sur un réseau simple Temps de parcours Composition géographique du trafic (département, étranger)	Mise en place immédiate	Erreurs d'observations pouvant être importantes Exploitation délicate Problèmes de redressement et fiabilité	Simple à utiliser pour des interventions sur courtes périodes (environ 2 heures)	5 KF par poste (entrée+sortie)
Enquêtes à domicile ou au lieu d'activité (direct ou postal)	Recensement complet des déplacements Etudes d'opinion, d'attitude, de comportement..	Recueil du maximum d'informations	Coût-réalisation Redressement Champ géographique Personnel spécialisé	Lourde : préparation, réalisation, exploitation	Variable selon le type
Enquêtes par interviews au bord de la route	Etudes d'axes Analyse fonctionnelle de la route	Seule approche permettant de savoir à quoi et à qui sert la route, d'où viennent et où vont les usagers	Coût et réalisation lourde Impossibilité a certains périodes de l'année (pointe, période hivernale)	1 mois de préparation, 1 mois d'exploitation soit 2 mois environ	En semaine = environ 40 KF par poste + 10 KF selon le cas (trafic, durée, éloignement) en week-end, +25%
Mesures de vitesses (analyseur ou véhicule flottant)	Niveau de service offert	Permet de bien mettre en évidence les conditions réelles de circulation	Difficultés de généraliser et projeter les résultats obtenus	Simple	Identique aux comptages pour les analyseurs Variable pour véhicule flottant

Source : SETRA [11]

5- Méthode de la régression linéaire [14-28, 81],
6- Modèle probabiliste [18, 29, 78, 82],
7- Méthode d'équité [30],
8- Technique de prédiction récurrente d'erreur [31].

Cette classification sommaire ne donne que les titres indicatifs ; souvent, certains modèles se trouvent croisés ou combinés avec d'autres. Il est donc indispensable de décrire les modèles de manière aussi claire que possible.

2.1 - Modèle gravitaire

Vers 1955, **A.M. VOORHEES** [10] a proposé une formule de distribution du trafic automobile inspirée de la loi de gravitation universelle (Newton) et vérifié qu'elle fonctionnait à peu près bien.

$$T_{ij} = K * \frac{E_i * A_j}{S_{ij}^2} * F_{ij} \qquad (4)$$

Où : T_{ij} = trafic de zone i à zone j,
E_i = émission de i,
A_j = attraction de j,
S_{ij} = "Séparation" entre i et j,
K = coefficient de normalisation,
F_{ij} = coefficient aussi voisin de 1 que possible, tels que

$$\sum_{j=1}^{n} T_{ij} = E_i \qquad (5)$$

et $$\sum_{i=1}^{n} T_{ij} = A_j \qquad (6)$$

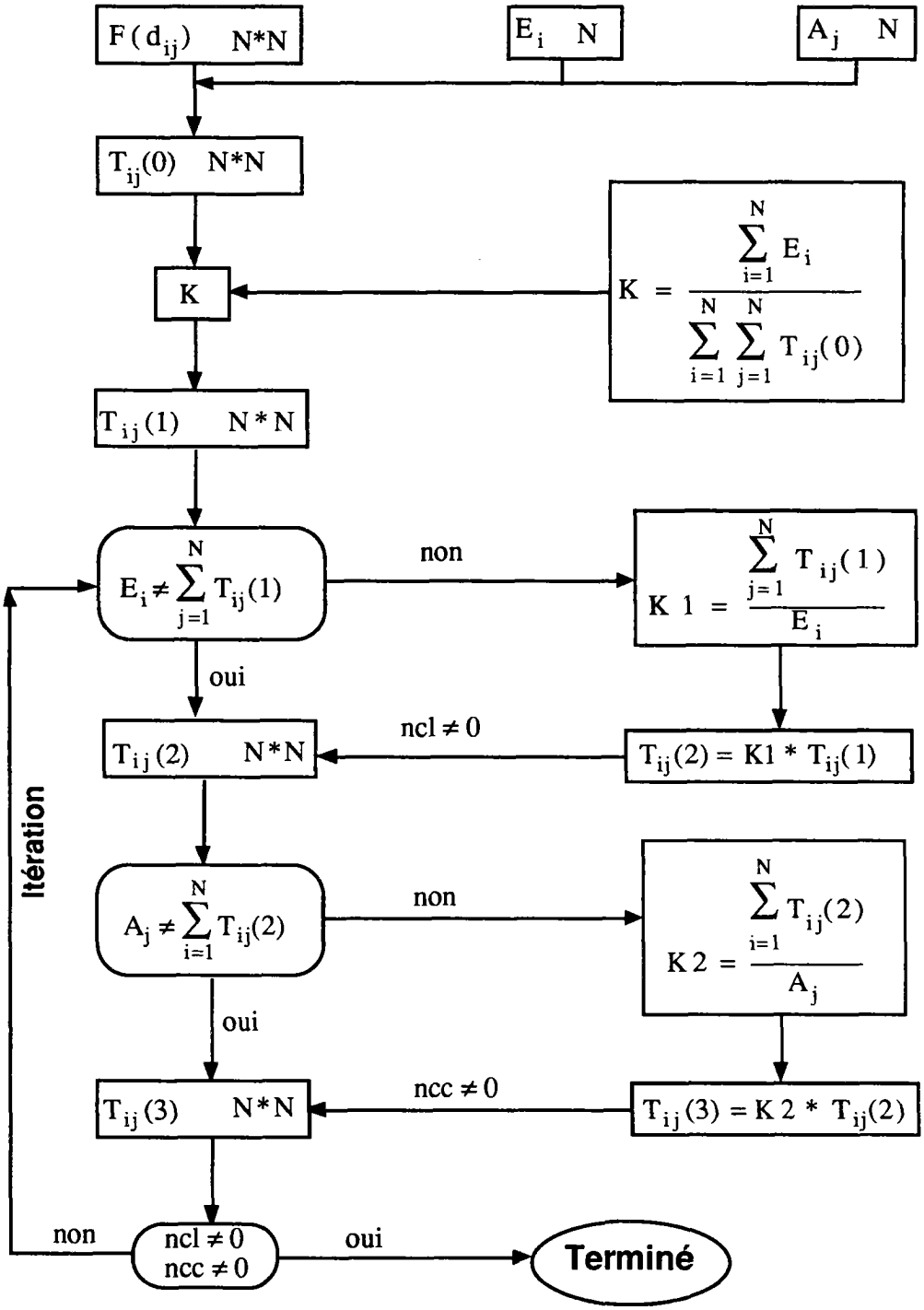
Depuis plusieurs modifications ont été essayées selon la formule générale :

$$T_{ij} = K * E_i * A_j * F(S_{ij}) \qquad (7)$$

Où : * $F(S_{ij})$ est une fonction qui mesure la séparation entre i et j,
* S_{ij} pouvant être soit la distance, soit le temps de parcours, soit un coût généralisé.

Figure 1 - Algorithme du Modèle Gravitaire

$$T_{ij} = K * E_i * A_j * F(d_{ij}) \qquad \forall\ i, j$$



$F(S_{ij}) = e^{(-\beta * S_{ij})}$ donne les meilleurs résultats le plus souvent.

Cette formule du modèle gravitaire est largement utilisée pour estimer une matrice O-D. Une des raisons de cette popularité est que la formule est simple et rapide pour le calcul. Elle est adoptée dans le "Guide des études de trafic interurbain - Guide Méthodologique" du **SETRA** [11].

Une autre remarque doit être faite : le calibrage de ce modèle est nécessaire. Les méthodes pour le calibrer sont principalement la méthode des moindres-carrés et la méthode de vraisemblance maximale ("maximum likelihood")[12-15].

La méthode pour réaliser le calcul est celle de **Fratar** (identique à celle de **Furness** [13, 145]). Les principes sont à vérifier : les "contraintes des marges" dans la formule (5) et (6) par des itérations sur les lignes et les colonnes (voir **Figure 1** ci-contre).

2.2 - Approche par l'interaction de distribution-affectation

Dans la plupart des modèles de distribution, les trajets estimés dépendent des coûts de voyages entre les diverses paires de zones. Ces coûts de voyages sont habituellement fixés, calculés en fonction des caractéristiques des relations du réseau. Cependant, on sait bien que le coût du voyage sur la relation croît avec le volume du trafic utilisant cette relation ; ce qui est habituellement pris en compte quand les demandes des voyages obtenus à partir d'un modèle de distribution sont ensuite répartis sur des chemins du réseau selon un modèle d'affectation. Les coûts des relations qui correspondent aux flux finaux estimés obtenus à partir d'un modèle d'affectation ne sont cependant, en général, pas les mêmes, que ceux supposés à l'étape de distribution. Ce problème est résolu par la combinaison de la distribution et de l'affectation en une seule étape et par leur description dans un même modèle. C'est ce que l'on appelle le modèle d'interaction de distribution-affectation.

Deux algorithmes ont été proposés. Le premier consiste à trouver l'ensemble des chemins de coûts minimaux et à résoudre un problème de programmation linéaire standard du transport à chaque itération. Le second prend exactement deux fois plus de travail par itération, parce qu'à chaque itération, les chemins de coûts minimaux et les chemins utilisés de coûts maximaux sont trouvés et deux problèmes de transport sont résolus.

Concernant le premier algorithme [16 ; MATSOUKIS], **J.A. TOMLIN** considère que le problème vient de la combinaison du modèle gravitaire des doubles contraintes (avec une fonction du coût exponentielle), avec un modèle d'affectation qui cherche les flux minimisant les coûts totaux de voyages quand les coûts de voyages de chaque relation sont constants, chacune ayant une capacité associée. Ce modèle est formulé comme un problème de minimisation non linéaire qui est résolu par l'utilisation du principe de décomposition de **Dantzig-Wolfe**.

Pour le second, **S. EVANS** [17] dérive aussi des modèles combinés de distribution et d'affectation. Trois hypothèses ont été faites :

a) la demande pour trajets est décrite par un modèle gravitaire des contraintes doublées ;
b) le coût de voyage le long de chaque relation du réseau de transport est une fonction du flux de trafic connue et strictement croissante ;
c) les voyages sont affectés au réseau de telle façon que les flux de trafic résultants satisfont les conditions d'équilibre.

L'ensemble des contraintes du second algorithme est le suivant :

pour chaque $i \in \Re$ $x_{kl,i} \geq 0$	pour tout $(k,l) \in \Psi$	(8)
pour chaque $i \in \Re$ $x_{kl,i} = 0$	pour tout $(k,l) \notin \Psi$	(9)
$x_{kl} = \sum_{i \in \Re} x_{kl,i}$	pour tout $(k,l) \in \Psi$	(10)
$x_{kl} < X_{kl}$	pour tout $(k,l) \in \Psi$	(11)
$\sum_{k \in V} x_{kj,i} - \sum_{k \in V} x_{jk,i} = t_{ij}$	pour tout $i \in \Re$, $j \in \Re_i$	(12)
$\sum_{k \in V} x_{kl,i} - \sum_{k \in V} x_{lk,i} = 0$	pour tout $i \in \Re$, $l \notin \Re$	(13)
$t_{ij} > 0$	pour tout $i \in \Re$, $j \in \Re_i$	(14)
$\sum_{j \in \Re_i} t_{ij} = a_i$	pour tout $i \in \Re$	(15)
$\sum_{i \in \Re_j} t_{ij} = b_j$	pour tout $j \in \Re$	(16)
$\theta_{ii} = 0$	pour tout $i \in \Re$	(17)
$\theta_{il} \leq \theta_{ik} + C_{kl}(x_{kl})$	pour tout $i \in \Re$, $(k,l) \in \Psi$	(18)

$$\theta_{il} = \theta_{ik} + C_{kl}(x_{kl}) \qquad \text{si } x_{kl,i} > 0 \qquad (19)$$

$$\text{et } t_{ij} = r_i * s_j * \exp(-\alpha * \theta_{ij}) \qquad \text{pour tout } i \in \Re, j \in \Re_i \qquad (20)$$

où : (i,j) — origine i, destination j ;
(k,l) — relation k-l ;
x — flux de la relation, $x_{kl} < X_{kl}$;
θ — coût de voyage sur un chemin du coût minimal ;
C — coût de voyage ;
V — l'ensemble de tous les vertex ;
$\Re$ — le sous-ensemble des vertex représentant les centroïdes ;
Ψ — l'ensemble des relations.

Notons que les conditions de (8) à (14) définissent surtout le modèle d'affectation et les conditions de (15) à (20) le modèle de distribution.

Une esquisse de l'algorithme est décrite ci-dessous :

(1) pour chaque (k, l), calculer les coûts C_{nkl} qui correspondent à des flux X_{nkl},
(2) pour chaque vertex i d'origine $i \in \Re$, trouver le coût minimal K_{nij} du voyage vers chaque destination $j \in \Re_i$ et choisir un chemin du coût minimal de i à j,
(3) trouver un nouvel ensemble de demandes Q_{nij} ($i \in \Re, j \in \Re_i$) par résoudre le modèle gravitaire des contraintes doublées définit par :

$$Q_{nij} = r_{ni} * s_{nj} * \exp(-\alpha * K_{nij}) \qquad \text{pour tout } i \in \Re, j \in \Re_i \qquad (21)$$

$$\sum_{j \in \Re_i} Q_{nij} = a_i \qquad \text{pour tout } i \in \Re, \qquad (22)$$

$$\sum_{i \in \Re_j} Q_{nij} = b_j \qquad \text{pour tout } i \in \Re, j \in \Re_i \qquad (23)$$

$$\text{et } Q_{nij} > 0 \qquad (24)$$

(4) affecter les nouvelles demandes Q_{nij} aux chemins du coût minimal choisis dans l'étape (2) pour obtenir un nouveau vecteur Y_n
(5) trouver la combinaison linéaire $(1 - ß) * (X_n, T_n) + ß * (Y_n, Q_n)$, $0 \leq ß \leq 1$, de (X_n, T_n) et (Y_n, Q_n) qui minimise la fonction objectif. Cette combinaison sera notée (X_n, X_{n+1})

(6) retourner à l'étape (1) en remplaçant n par n+1.

Le problème du modèle combiné de distribution-affectation n'est pas résolu directement, mais les problèmes de minimisation équivalents ont été pris en considération et résolus. Il est, cependant, prouvé que l'algorithme converge vers une solution requise. Les capacités des routes ne sont pas prises en compte dans ce modèle, ce qui représente un inconvénient sérieux.

2.3 - Approche par l'entropie et par la théorie de l'information

L'entropie d'un système caractérise son degré de désordre. Dans la théorie de la communication, c'est le nombre qui mesure l'incertitude de la nature d'un message donné à partir de celui qui le précède (Larousse 1989).

L'introduction de l'entropie dans l'analyse du système de transport a été faite en premier par **A.G. WILSON** en 1967 [18]. Il a associé à la distribution T_{ij} le plus grand nombre de façons $W(T_{ij})$ grâce auxquelles les individus peuvent produire la totalité de la distribution[5].

$$W(T_{ij}) = (T!)/(\prod_{ij} T_{ij}!) \qquad (25)$$

$$\text{dont } T=\sum_{i=1}^{N} O_i = \sum_{j=1}^{N} D_j = \text{Nombre total de trajets} \qquad (26)$$

Puisque T est une constante, la maximisation de $W(T_{ij})$ est équivalente à la

minimisation de $\prod_{ij} T_{ij}!$

ou minimisation $\sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{N} \ln(T_{ij})!$ (27)

[5] Le propos original de cette hypothèse : "The crucial assumption of the new method can now be stated : that the probability of a distribution {Tij} occurring is proportional to the number of states of the system which give rise to the distribution {Tij}. Thus, if W{Tij} is the number of ways in which individuals can arrange themselves to produce the overall distribution {Tij}, then the probability of {Tij} occurring is proportional to W(Tij). The total number of such arrangement is ΣW(Tij)".

A ce stade, **WILSON** utilise *l'approximation de Stirling* pour obtenir la fonction objectif approximative de ce type d'entropie. Donc on peut écrire :

$$\text{minimise} \sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{N} (T_{ij}*\ln T_{ij} - T_{ij}) \qquad (28)$$

C'est dans ce contexte que **L.G. WILLUMSEN** [18b] a introduit le modèle de Maximisation d'Entropie (M.E.) pour l'estimation de la matrice O-D à partir de comptages en 1978. En même temps, **VAN ZUYLEN** [19] a conçu le modèle de Minimisation d'Information (M.I.) en incorporant l'information supplémentaire (une matrice a priori). Ces deux modèles sont équivalents [20, 21 ; HAMERSLAG, BELL]. La seule différence entre eux est que le modèle de M.I. utilise quelques informations initiales sur la probable matrice (e. g. : matrice o-d a priori). Le modèle de M.I. est donc une généralisation du modèle de M.E.. En outre, il peut être vu intuitivement au moins que un état du maximum de désordre est aussi celui contenant un minimum d'information [18b ; WILLUMSEN].

L'intérêt de l'incorporation d'une matrice O-D a priori est qu'elle peut aboutir à une estimation de matrice plus réaliste. Donc la matrice O-D a priori joue un rôle important pour l'estimation de la matrice O-D actuelle [19, 22, 23].

Selon la théorie de Minimisation d'Information [18b, 20 ; VAN ZUYLEN, HAMERSLAG et al.], la matrice la plus probable T_{ij} satisfait l'équation suivante :

$$L = \text{Minimise} \sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{N} [T_{ij}*\ln(T_{ij}/T^{\dagger}_{ij})] \qquad (29)$$

$$\text{Soumise à: } R^{kl} = \sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{N} (P^{kl}_{ij} * T_{ij}) \qquad kl=1,2,\ldots,M \qquad (30)$$

où : L = "distance" entre matrices,
$T^{\dagger}_{ij}$ = matrice O-D a priori,
si $T^{\dagger}_{ij}=1$, Equation (30) est équivalente à la formulation de M.E.
T_{ij} = nombre de trajets de i à j (à estimer),
R^{kl} = contrainte kl (e. g. : comptages),
P^{kl}_{ij} = fraction des trajets ij soumis à la contrainte R^{kl},
(e. g. : nombre de trajets qui utilise la relation kl)

La minimisation de l'information (29) soumise à la contrainte (30) donne une estimation pour T_{ij}. Cette solution peut être dérivée pour minimiser le Lagrangien (si les conditions de Kuhn-Tucher sont remplies) :

$$L=\min \{\sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{N}[T_{ij}*\ln(T_{ij}/T^{\dagger}_{ij})]-\sum_{kl=1}^{M}(\mu_{kl}*[\sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{N}(T_{ij}*P^{kl}_{ij})-R^{kl}])\} \quad (31)$$

$$\text{par } \frac{\partial L}{\partial T_{ij}}=0 \quad \forall_{ij} \quad \text{et}$$

$$\frac{\partial L}{\partial \mu_{kl}}=0 \quad \forall_{kl}$$

$$\text{on a : } \frac{\partial L}{\partial T_{ij}}=1+\ln(T_{ij})-\ln(T^{\dagger}_{ij})-\sum_{kl=1}^{M}(\mu_{kl}*P^{kl}_{ij})=0$$

$$\text{suppose que : } \ln(X_0)=-1, \quad \ln(X_{kl})=\mu_{kl}*P^{kl}_{ij} \quad (32)$$

$$\text{On a : } T_{ij}=T^{\dagger}_{ij}*X_0*\prod_{kl=1}^{M}X_{kl} \quad \forall\, i,j \quad (33a)$$

$$\text{où : } \sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{N}(T_{ij}*P^{kl}_{ij})=R^{kl} \quad \forall\, kl \quad (30)$$

L'équation (33a) indique que la matrice o-d a priori est multipliée par un nombre de coefficients X_a (multiplicateur Lagrangien). Chaque comptage R^{kl} ajoute une contrainte pour l'estimation, contrainte qui se traduit par un multiplicateur Lagrangien supplémentaire X_a, et par conséquent, par un coefficient de plus dans le modèle. **VAN ZUYLEN** et **WILLUMSEN** ont indiqué qu'ils n'ont pas encore trouvé une interprétation adéquate pour ces variables X_a [18b, 20].

Ce modèle a quelques caractéristiques spéciales :

(a) L'équation (29) n'est pas définie dans le cas où $T^{\dagger}_{ij} = 0$. Donc toutes les relations de $T^{\dagger}_{ij}$ qui ne sont pas observées ne peuvent être utilisées dans

le processus de l'estimation. Cela peut devenir un problème sévère si une matrice observée a priori contenant, pour la plupart, la valeur zéro, est utilisée ;

(b) Si l'ensemble de contraintes dans l'équation (30) est incohérent, alors, la solution produite par le modèle n'aura pas de sens, car l'équation (29) a été fondée sur l'hypothèse que les éléments de la matrice a priori $T^{\dagger}_{ij}$ doivent être indépendants et cohérents.

(c) Les comptages sont utilisés pour ajuster les trafics des seules paires O-D observées. Toutes les autres paires O-D ne changeront pas du tout.

En plus, **HAMERSLAG et al.** [20] a illustré par les exemples numériques que la matrice o-d estimée par l'entropie diffère considérablement la matrice a priori car l'ajustement nécessaire doit être fait pour satisfaire les contraintes de comptages, ce qui indique que beaucoup d'informations a priori ont été perdues. Ils ont expliqué ensuite que cette perte pourrait être causée par les trois facteurs principaux : (1) une matrice o-d a priori incorrecte ; (2) les propriétés spéciales du modèle de Minimisation d'Information ; (3) les données incohérentes.

Pour faire tourner ce modèle, il faut fournir trois sources principales de données : (1) les comptages, qui doivent être incohérents et bien distribués dans le réseau ; (2) la matrice O-D a priori, la meilleure possible ; (3) des matrices de fractions des trajets qui sont normalement le produit de l'étape d'affectation.

L'auteur de ce modèle de Minimisation d'Information **VAN ZUYLEN** a ainsi indiqué que ces modèles d'entropie semblent convenir spécialement pour actualiser une ancienne matrice O-D [19].

Nous avons effectué également les calculs pour ce genre de modèle (e. g. : le modèle d'**OEDIPE** [80 ; DANECH-PAJOUH]), dont l'analyse des résultats de calculs se trouvent dans un rapport d'étude [103 ; CHEN]. Nous reprenons les principales conclusions comme suit :

(1) La matrice O-D estimée est fortement déformée par rapport à la matrice O-D de référence, ce qui ne nous permet pas d'interpréter les résultats.

Tout d'abord, la matrice de référence est donnée par les sources autre que **OEDIPE**, tandis que ce dernier sollicite une matrice de référence compatible avec les comptages, qui est difficile à obtenir et en fait est celle que nous allons chercher. Cela pourrait être l'une des raisons de cette forte déformation.

Puis, les caractéristiques purement mathématiques de ce genre de l'entropie, les critères d'arrêt plutôt forcés vers la fin du programme et sans contrôle de la matrice o-d du point de vue de l'économie de transport peuvent conduire à toutes ces déformations.

(2) L'utilisation des résultats d'autres modèles ne peut pas garantir la cohérence entre les données d'entrée d'**OEDIPE**.

Les plus courts chemins et leurs proportions d'utilisation ont été calculés par les modèles **GRECO** [104 ; ARON] et **FRIEDRICH** [46 ; MORELLET]. L'expérience montre que ces deux modèles produisent de bons résultats. Mais il est difficile de garantir leur cohérence totale avec d'autres entrées d'**OEDIPE**.

(3) Une matrice O-D a priori est importante pour **OEDIPE**, mais aussi difficile à obtenir.

Le modèle lui-même n'a pas défini dans les cas où $T^{\dagger}_{ij}=0$ (exemple de cas de matrice OEST). Donc toutes les relations $T^{\dagger}_{ij}$ qui ne sont pas observées ne peuvent pas être utilisées dans le processus d'estimation. Cela peut devenir un problème sérieux si une matrice observée a priori contenant, pour la plupart, la valeur zéro, est utilisée.

(4) La distribution multinomiale (le noyau dur d'OEDIPE) demande une cohérence totale de tous les éléments : la matrice a priori, les entrées, etc. Dans le cas présent, l'introduction des données exogènes a posé des problèmes.

(5) Enfin, signalons encore que **OEDIPE** est un outil destiné à actualiser une matrice O-D par les comptages dans le milieu urbain. **OEDIPE** ne peut pas être utilisé pour reconstituer une matrice O-D interurbaine. De plus, la longueur ou/et le coût du voyageur sont des facteurs importants dans la formation du voyage, mais ils ne sont pas pris en compte directement dans le modèle de l'entropie.

Pour conclure ce paragraphe, nous allons évoquer une autre observation importante. En fait, dans les modèles d'entropie, il y a une certaine contradiction entre les hypothèses faites sur la distribution des individus et les formulations ainsi que les résultats obtenus pour interpréter cette distribution. A ce propos, **WILLUMSEN** [18b] indique que ces modèles d'entropie apparaissent sensibles au trafic total, trafic total qui est une variable usuellement pas disponible dans la plupart de cas. Dans la formule (26) ci-dessus, le trafic total est supposé constant. D'après notre calcul, ce trafic total ainsi que la distribution du trafic o-d changent pendant chaque itération [103]. En plus, la

demande est fonction de l'offre. Tout changement de l'offre provoque la modification de la demande, et vice versa. Donc, l'hypothèse du trafic total constant n'est pas réaliste. Le fondement de l'entropie est douteux.

2.4 - Méthode du maximum de vraisemblance

Cette méthode [74 ; CASCETTA] consiste à maximiser la vraisemblance entre les données connues et la matrice $\{T_{ij}\}$ à estimer.

Les données sont composées d'une matrice o-d a priori et des comptages. Ces deux sortes de données sont souvent considérées statistiquement indépendantes. Donc la vraisemblance entre les données peut être exprimée comme suit :

$$L(T^{\dagger}, V \mid T) = L(T^{\dagger} \mid T) * L(V \mid T) \qquad (33b)$$

où : L — l'ensemble d'arcs sur le réseau,
$T^{\dagger}$ — la matrice a priori, $\{T^{\dagger}_{ij}\}$,
V — les comptages, $\{V_{ij}\}$,
T — la matrice à estimer, $\{T_{ij}\}$.

Une explication simple peut être faite sur l'équation (33b). Puisque les données $T^{\dagger}$ et V sont considérées statistiquement indépendantes, la probabilité d'observer ces deux ensembles sous T en même temps est bien le produit de la probabilité de $T^{\dagger}$ sous T et celle de V sous T.

L'estimateur du maximum de vraisemblance T^{ml} de la matrice T peut ainsi être obtenu en maximisant l'expression (33b), ou plus conventionnellement, par son logarithme naturel :

$$T^{ml} = \ln(L(T^{\dagger}, V \mid T))$$
$$= \max_{T \in S} \{\ln L(T^{\dagger} \mid T) + \ln L(V \mid T)\} \qquad (33c)$$

où : S - l'ensemble de $\{T_{ij}\}$ possible. Sauf la spécification explicite, S prendra simplement l'ensemble de toute T non-négative.

Le calcul de T^{ml} dépend de la distribution des probabilités de T et V. On ne considère que l'échantillon constitué ici par hasard. Le détail se rapporte dans **CASCETTA** [74].

Le développement de ce modèle de vraisemblance conduit à des équations identiques à (32) et (33), et la résolution de ces équations nécessite aussi une matrice a priori $\{T^{\dagger}_{ij}\}$ et des matrices d'affectation $\{P^{kl}_{ij}\}$.

Les mêmes problèmes existent dans ce modèle comme dans l'entropie. Les $\{P^{kl}_{ij}\}$ et $\{T^{\dagger}_{ij}\}$ sont supposées connues et restent inchangées pendant le calcul.

2.5 - Approche par la régression linéaire

L'approche par la régression linéaire est utilisée souvent dans le contexte où les données disponibles sont incomplètes [18b, 24-28].

La fonction objectif de cette approche est de minimiser la somme des erreurs d'estimation pour obtenir de meilleurs résultats.

Les données utilisées dans cette méthode sont généralement les suivantes :

(1) les indicateurs socio-économiques de chaque zone d'origine i et de chaque zone de destination j, notés x_i et x_j,

(2) les séparations entre zone i et zone j, C_{ij}, qui peuvent être simplement les temps de voyage,

(3) les flux observés de certaines zones, q_{ij}.

La fonction de demande peut être écrite comme la suivante :

$$q_{ij} = f(x_i, x_j, C_{ij}, \beta) + \varepsilon_{ij} \qquad (34)$$

où : β — l'ensemble de paramètres à déterminer,
ε_{ij} — le terme d'erreur.

Donc le modèle mathématique est :

$$\text{Min } Z(q,\beta) = \sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{N}[q_{ij} - f(x_i, x_j, C_{ij}, \beta)]^2 \qquad (35)$$

Quelques remarques : (a) q_{ij} peut être issus de résultats d'enquête. Dans ce cas, l'équation (35) sert plutôt à calibrer le modèle (34) et à trouver une formule provisoire [25 ; CAREY] ; (b) q_{ij} peut être les flux à estimer. Dans ce cas, un modèle d'affectation est utilisé, souvent une simple méthode d'affectation proportionnelle pour faciliter les démarches [27 ; CASCETTA] ; (c) les formulations de q et f varient selon les différents réseaux et zones, ils ne sont pas traités en détail ici.

Dans le cas où q_{ij} sont les flux à estimer, le problème de programmation quadratique est souvent rencontré. Il faut dire que ce problème est assez lourd pour les calculs.

Les avantages de l'analyse de régression sont les suivants: (a) les données incomplètes ou agrégées peuvent être utilisées ; (b) les formulations sont flexibles ; (c) les fiabilités des termes peuvent être contrôlées.

Et les inconvénients sont : (a) les calculs sont lourds ; (b) l'application de cette méthode est limitée à des réseaux simples.

2.6 - Modèle probabiliste

Pour mieux comprendre les comportements de déplacements des individus, les modèles désagrégés ont connu un renouveau. Ces comportements assez aléatoires conduisent à des modèles probabilistes.

Deux modèles principaux de ce genre existent : (1) le modèle d'opportunités ("intervening opportunities model") ; et (2) le modèle de fonction d'utilité de l'usager ("user utility fonction"). Théoriquement, ils sont fondés sur les mêmes principes.

Le premier modèle ("intervening opportunities model") a été développé en premier par **S.A. STOUFFLER** (1940) [18 ; WILSON]. Dans une forme simple, il a supposé que le nombre de voyages d'une origine à une destination est proportionnel au nombre d'opportunités dans la zone de destination considérée, et inversement proportionnel au nombre total d'opportunités possibles (vers d'autres zones). Sous-jacent au modèle, il est en effet supposé que le voyageur considère chaque opportunité, tour à tour, dès qu'il l'a réalisée, et qu'il y a une probabilité définitive que son besoin sera satisfait [18 ; WILSON].

La formule générale de ce modèle est :

$$T_{ij\mu} = K_i * O_i * [\exp(-L * A_{j\mu-1}) - \exp(-L * A_{j\mu})] \quad (36)$$

Où : i, j — origine, destination,
$j\mu$ — le $\mu^{ième}$ destination à l'ordre croissante à l'écart de i,
K_i — constante,
O_i — nombre de voyages dans la zone i,
L — une opportunité satisfaisant le voyageur,
$A_{j\mu}$ — nombre d'opportunités passées vers et incluant $j\mu$.

Depuis, plusieurs développements ont été faits, notamment celui de **A.G. WILSON** [18], en maximisant l'entropie sur le modèle gravitaire avec la séparation de forme exponentielle. La formule est la suivante :

$$T_{ij} = O_i * \frac{\exp(\beta * W_j - \beta * C_{ij})}{\sum_{k=1}^{N} \exp(\beta * W_k - \beta * C_{ik})} \quad (37)$$

Où : ß — constante,
C_{ij} — coût du voyage,
W_j — mesure économique.

Le second modèle, fondé sur les fonctions d'utilités des usagers, suppose que celles-ci sont probabilistes et peuvent être décomposées en utilité mesurée plus un terme aléatoire, qui est :

$$U_{ij} = V_{ij} + \varepsilon_{ij} \quad (38)$$

Où : U_{ij} — utilité de voyage de i à j,
V_{ij} — utilité mesurée de voyage de i à j,
ε_{ij} — utilité aléatoire de voyage de i à j.

On peut en plus supposer que l'utilité mesurée est fonction à la fois des caractéristiques socio-économiques de la destination (e. g. : consommation, population) et de l'usager (e. g. : revenu, profession, formation), et fonction aussi de la performance du système. Elle peut être exprimée comme suit [29 ; SAFWAT] :

$$V_{ij} = \mu * C_{ij} + A_j \qquad (39)$$

Où : μ — coefficient à estimer,
C_{ij} — coût de voyage perçu de i à j,
A_j — effet composite que variables socio-économiques (qui sont exogène au système de transport) ont sur l'attraction à destination de j.

Dans ce contexte, le modèle de distribution est donné par le modèle "logit" :

$$T_{ij} = G_i * \frac{\exp(-\mu * C_{ij} + A_j)}{\sum_{k=1}^{N} \exp(-\mu * C_{ik} + A_k)} \qquad (40)$$

Où : G_i — nombre de voyage générés de i.

On peut voir clairement que l'équation (40) est identique à l'équation (37), bien qu'elle soit élaborée de façon différente.

Enfin, en comparant avec les autres méthodes, ces modèles probabilistes peuvent prendre la forme d'un modèle gravitaire, dans certaines conditions assez générales et assez raisonnables [18, 29 ; WILSON, SAFWAT]. **WILSON** [18], **SAFWAT** et **MAGNANTI** [29] ont indiqué que *la distribution la plus probable (de ce type probabiliste) est la même que celle du modèle gravitaire*. Ce point est tout-à-fait important et intéressant.

Nous démontrons cette conclusion par un simple exemple. Si $T_j \geq 0$ désigne le nombre de voyages attirés par la destination j et $Aj = \ln (T_j)$, la formule (40) ci-dessus devient comme suit :

$$T_{ij} = G_i * \frac{T_j * \exp(-\mu * C_{ij})}{\sum_{k=1}^{N} T_k * \exp(-\mu * C_{ik})} \qquad (40b)$$

Cette expression définit un modèle gravitaire avec une fonction de séparation exponentielle.

2.7 - Méthode d'équité ("equity method")

Un seul article se rapporte à cette méthode, dans lequel l'auteur **Rodney VAUGHAN** [30] indique que l'équité est prise en compte comme le cas où le coût moyen de voyage et l'encombrement pour les travailleurs dans une zone donnée est égal au coût moyen dans les autres zones. Le coût moyen K_j pour un individu est :

$$K_j=(\sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{N}(C_{ij}*T_{ij}))/W_j \qquad j=1,2,...,N \qquad (41)$$

Où : C_{ij} — coût de voyage de i à j,
T_{ij} — nombre de voyage de i à j,
W_j — nombre de voyage dans la zone j

$$W_j=\sum_{i=1}^{N}T_{ij} \quad .$$

La fonction objectif est :

$$\text{Min} \sum_{i=1}^{N}C_{iN}*T_{iN}*W_N \qquad (42)$$

soumise à :

$$\text{Min} \sum_{i=1}^{N}C_{ij}*T_{ij}*W_j-C_{iN}*T_{iN}*W_N=0 \quad j=1,2,..,N-1 \qquad (43)$$

La solution peut être trouvée par la programmation linéaire.

Cette méthode a été testée sur une petite ville linéaire (imaginée), mais n'a pas été recommandée pour la pratique. L'auteur a indiqué que l'application de cette méthode à un cas réel se heurterait à des difficultés d'ordre quantitatif.

2.8 - Technique de prédiction récurrente d'erreur

Cette technique ("recursive prediction of error technique") n'utilise que les totaux émis de chaque origine et les totaux reçus de chaque destination, et ne tient pas

compte de choix d'itinéraires. Elle est purement statistique et représentée par la théorie de moindres-carrés.

Les formulations générales sont les suivantes [31 ; NIHAN]. i = 1, 2,... M

$$Y_j(t) = q'(t) * b_j(t) + \varepsilon_j(t) \qquad j = 1, 2,... N \qquad (44)$$

$$\sum_{j=1}^{N} b_{ij}(t) = 1{,}0 \qquad i = 1, 2,... M \qquad (45)$$

$$b_{ij}(t) \geq 0 \qquad i = 1,...M,\ j = 1,...N \qquad (46)$$

Où : $Y_j(t)$ — vecteur (N * 1), donnant le nombre reçu de destination j pendant un intervalle du temps t,

$q'(t)$ — transposée de q (t),

$q(t)$ — vecteur (M * 1), donnant le nombre émis d'origine i pendant un intervalle du temps t,

$b_j(t)$ — matrice (M * N), donnant la proportion des voyages de i à j pendant l'intervalle t,

$\varepsilon_j(t)$ — vecteur (N * 1), terme d'erreur d'estimation.

Les techniques pour résoudre ces équations ont été déduites, notamment celle de l'algorithme Gauss-Newton. On ne les recopie pas ici.

Les auteurs **N. L. NIHAN** et **G. A. DAVIS** indiquent que cette méthode, qui simplifie le choix d'itinéraires, peut être utilisée pour estimer les mouvements tournants du carrefour, la matrice O-D de l'autoroute, ou la distribution des voyageurs sur routes où circulent uniquement des bus. En plus, puisque les vecteurs matrices sont dépendants du temps, la méthode peut être appliquée aux procédures de régulations en temps réel de carrefours ou d'autoroutes.

2.9 - Comparaison des méthodes existantes de distribution

En fin de ce chapitre, on voit bien que les huit méthodes (approches) pour estimer la distribution de trafic ont été présentées de façon relativement indépendante. Chacune d'elles a ses caractéristiques propres et ses domaines d'applications. Une combinaison de certaines méthodes existe cependant aussi.

Ces huit méthodes sont :

(1) Modèles gravitaires
(2) Approche par l'interaction de distribution-affectation
(3) Approche par l'entropie et par la théorie de l'information
(4) Méthode du maximum de vraisemblance
(5) Méthode de la régression linéaire
(6) Modèle probabiliste
(7) Méthode d'équité
(8) Technique de prédiction récurrente d'erreur

Le modèle gravitaire est largement utilisé depuis sa formation et est devenu aujourd'hui une méthode normalisée. Sa formule est simple et rapide pour le calcul. En prenant en compte les caractéristiques socio-économiques et l'offre de transport, ce modèle est aussi souple que dynamique.

L'approche par l'interaction de distribution-affectation permet surtout de réaliser un équilibre entre l'étape de distribution et l'étape d'affectation. Elle cherche la cohérence entre ces deux étapes. C'est un outil complémentaire pour trouver les meilleurs résultats de distribution. Les capacités des routes ne sont pas prises en compte dans cette approche actuellement , ce qui constitue un inconvénient sérieux.

L'approche par l'entropie et par la théorie de l'information tente d'expliquer l'arrangement de la matrice de distribution à l'échelle des individus. En maximisant l'entropie sous les contraintes des comptages, on essaie d'obtenir une matrice plus réaliste.

Les comptages, une matrice a priori, et des fractions des trajets sont nécessaires pour l'estimation de la matrice par l'entropie. Mais, les comptages ne servent que pour ajuster les trafics des paires O-D observées, et l'incohérence de l'information ne permet pas de trouver une solution qui ait un sens. De plus, une mauvaise matrice a priori peut conduire à des résultats très erronés.

Les équations de ce modèle ne sont pas définies dans le cas où $T_{ij}=0$. Cela peut poser un problème sévère si une matrice utilisée, observée a priori, contient une majorité de valeurs nulles. Un autre problème sévère est que l'utilisation de ce modèle induit une perte d'information.

Ces modèles d'entropie semblent convenir spécialement pour actualiser une ancienne matrice O-D [19 ; VAN ZUYLEN]. Ils ne peuvent pas être utilisés pour la reconstitution d'une matrice O-D.

Le développement du modèle du maximum de vraisemblance entre les données connues et la matrice $\{T_{ij}\}$ à estimer conduit à des équations identiques à celles de l'entropie. Les mêmes problèmes existent dans ce modèle comme dans l'entropie.

L'approche par la régression linéaire est utilisée souvent dans le contexte où les données disponibles sont incomplètes. Les formulations de cette approche sont souples et les fiabilités des termes peuvent être contrôlées. Cependant, les inconvénients sont aussi évidents : (1) les données disponibles partielles ne peuvent pas refléter la situation totale ; (2) les équations sont souvent doublement formulées par la régression elle-même et par le lien avec les indicateurs zonaux ; ce qui pose des problèmes de calcul très lourd. L'application de cette méthode est limitée à de petits réseaux.

Le modèle probabiliste, fondé sur une explication des comportements de déplacement des individus, décrit mieux la demande. Dans sa forme "logit", les indicateurs qui caractérisent l'usager (e. g. : revenu, profession, formation) et les variables socio-économiques des zones (e. g. : consommation, population), qui sont exogènes au système de transport, sont prises en compte. Les générations (ou les attractions), reliées directement à ces indicateurs et variables, d'une part reflètent bien les comportements des individus, d'autre part intègrent également le lien direct avec l'offre.

Enfin, la méthode d'équité et la technique de prédiction récurrente d'erreur sont fondées sur des hypothèses très simplifiées. La première suppose que tous les voyageurs sont affectés du même coût moyen et la seconde ignore les choix d'itinéraires. Ces deux approches ne peuvent être utilisées que sur des petits réseaux ou sur des domaines restreints.

CHAPITRE 3 - SYNTHESE SUR LES MODELISATIONS D'AFFECTATION DU TRAFIC INTERURBAIN

L'affectation du trafic consiste à calculer la répartition des déplacements sur les diverses composantes des réseaux maillés de transport. Ces déplacements estimés pour une liaison origine-destination sont alors affectés aux tronçons d'un ou plusieurs itinéraires susceptibles d'être empruntés par les individus se déplaçant. Les résultats obtenus par l'affectation sont des trafics sur chaque tronçon du réseau.

L'affectation du trafic est étroitement reliée à la distribution du trafic. D'une part, l'affectation d'une paire O-D peut être considérée comme la suite et la phase détaillée de la distribution ; d'autre part, la distribution révèle la somme totale des déplacements spatiaux entre cette même paire O-D. La distribution serait une approximation de déplacements entre une paire O-D, si l'interaction entre l'affectation et la distribution n'était pas prise en compte.

La demande de transport est mieux décrite par l'affectation, car cette dernière permet de trouver la charge sur le réseau. Cette charge (ou débit) a des liens directs avec l'offre (le réseau, les conditions de déplacement).

Beaucoup de travaux ont été consacrés à ce domaine de l'affectation. La plupart d'entre eux ont de fortes caractéristiques mathématiques. Nous allons présenter les quatre principales méthodes couramment utilisées :

(1) approche par l'équilibre,
(2) modèles stochastiques,
(3) méthode des potentiels,
(4) modèles dynamiques.

Dans ces quatre méthodes, nous présenterons également quelques autres méthodes simplifiées.

La présentation des modèles de l'affectation par logiciel peut être consultée dans [35 ; MORELLET] et dans [36 ; CETUR].

3.1 - Approche par l'équilibre

En 1952, **WARDROP** [37] a défini deux principes[6] d'affectation, généralement exclusifs l'un de l'autre.

— Premier principe : pour chaque relation origine-destination (relation O-D), les temps de parcours sur tous les itinéraires effectivement utilisés sont égaux entre eux, et inférieurs (ou égaux) à ceux que ressentirait un véhicule sur toute route non utilisée.
— Deuxième principe : la somme des temps de parcours est minimale.

Le premier principe définit ce que l'on appelle généralement "l'optimum individuel", et le second "l'optimum collectif". C'est l'optimum individuel qui correspond à l'affectation proprement dite. Il décrit une situation d'équilibre de théorie des jeux dans laquelle, si chaque conducteur est un joueur s'efforçant de minimiser son temps de parcours, aucun n'a intérêt à changer d'itinéraire. L'optimum collectif, qui a surtout un intérêt théorique, correspond à l'objectif que peut se donner un centre de décision unique.

C'est sur cette base des principes que de nombreux algorithmes ont été fondés, qui ont pour but d'atteindre les solutions d'équilibre pour les problèmes d'affectation du trafic.

Dans ce cas, les trois catégories principales peuvent être identifiées [16 ; MATSOUKIS] :

— Affectation d'équilibre avec des demandes fixes,
— Affectation d'équilibre avec des demandes élastiques,
— Modèles d'équilibre combinés (exposés déjà dans §2.2).

Les modèles dans chaque catégorie vont être examinés brièvement.

3.1.1 - Affectation d'équilibre avec des demandes fixes

BECKMAN et al. [38] ont été les premiers à montrer que l'affectation selon les principes d'équilibre de **WARDROP** peuvent être exprimés comme un problème de

[6] Le propos original de ces deux principes : (1) The journey times on the routes actually used are equal, and less than those which would be experienced by a single vehicle on any unused route ; (2) the average journey time is a minimum.

minimisation convexe avec des contraintes linéaires, et ont fournis que le coût de parcours sur chaque relation du réseau est une fonction croissante de flux de trafic sur la relation. Dans sa forme la plus simple, ce problème peut être énoncé comme suit :

$$Z = \text{Min} \sum_a \int_0^{V_a} S_a(X)\, dx \qquad (47)$$

$$\text{Soumis à} \quad V_a = \sum_i \sum_j \sum_r \delta_{ij}^{ar} * X_{ij}^r \qquad (48)$$

$$\sum X_{ij}^r = T_{ij}$$

$$X_{ij}^r \geq 0$$

où : V_a = Nombre de véhicules par unité du temps sur la relation a du réseau,

$S_a(V_a)$ = Temps de parcours généralisé sur la relation a, qui est fonction du flux V_a,

(une fonction typique de ce genre largement utilisée dans la pratique est $t_a (1+0,15(V_a/C_a)^4)$, où t_a est le temps de parcours libre avec le flux de zéro, et C_a est la mesure de capacité par unité de temps de la relation a)

X^r_{ij} = Nombre de véhicules de i à j sur le chemin r, et

δ^r_{ij} = 1 si la relation a appartient au chemin de i à j ; 0 sinon.

pour toutes les relations du réseau ; i,j=12,...,N, et N=Nombre de zones.

C'est un problème de programmation non-linéaire (PNL) avec une fonction objectif convexe. La contrainte V_a énonce que V_a est égale à la somme du flux de toutes zones i à toutes zones j qui utilisent cette relation a. La deuxième contrainte énonce que le nombre de véhicules de zone i à zone j passant par chaque chemin utilisé doit avoir la somme de T_{ij}. En fin, la troisième contrainte assure que les flux ne sont pas négatifs.

Z est la fonction objectif. Il est facile de démontrer que les flux des relations pour lesquels cette fonction objectif atteint sa valeur minimale sont ceux qui satisfont les conditions d'équilibre de **WARDROP**.

Quant à l'algorithme de l'équilibre-affectation, c'est une séquence de tout-ou-rien. C'est dire que dans chaque étape les chemins les plus courts sont tracés de chaque origine à toutes destinations (voir également §3.2.1 ci-après). Tous trajets de chaque origine à chaque destination sont affectés à ces plus courts chemins. Ce processus continue jusqu'au moment où la convergence est atteinte.

On constate, un peu plus tard, que ce problème de PNL est difficile à résoudre. A partir de cette réalité, plusieurs procédures alternatives sont adoptées :

(1) Algorithme de **Frank-Wolfe** [39 ; FRANK]
Dans cet algorithme, la fonction objectif est remplacée par une simple approximation linéaire et la programmation linéaire (PL) de la minimisation soumise aux trois contraintes est résolue.

(2) Méthode de linéarisation
Cette méthode utilise une approximation de la fonction objectif avec une fonction linéaire et utilise une simple méthode pour résoudre ce problème de PL résultant.

Les développements détaillés de ces deux algorithmes peuvent être retrouvés à partir des références [16, 40-42, 34].

Le logiciel **DAVIS EQUILIBRE** [118 ; BARBIER SAINT HILAIRE] est classé dans ce genre de modèles. Développé à l'**INRETS**, ce logiciel a pour but d'aider la conception et l'évoluation des plans de circulation en zone urbaine.

Pour ce qui est de l'affectation dans ce logiciel, il apporte trois nouveautés qui se complètent :

— le calcul des temps de parcours par l'option DEMANDE ECRETEE ou SATURATION LINEAIRE, ce qui permet, d'une certaine façon, de prendre en compte de saturation sur les tronçons,
— le calcul d'un temps de parcours généralisé pour la recherche des plus courts chemins et la comparaison des chemins avec et sans péage,
— un nouveau mode d'affectation converge vers la solution de **WARDROP**, complètant le modèle d'équilibre du péage.

Ce logiciel offre également une présentation graphique évoluée des données et des résultats, qui donne donc la facilité d'utilisation pratique.

3.1.2 - Affectation d'équilibre avec des demandes élastiques

Dans le problème de l'affectation du trafic avec des demandes fixes, le nombre requis de voyages entre chaque paire O-D est une constante spécifiée. Le modèle de l'affectation du trafic avec des demandes élastiques, le nombre de voyages entre une paire O-D dépend du temps de parcours entre origine et destination. Ce dernier est un problème plus général dans les analyses du système de transport.

$$t^{od} = g^{od}(y^{od}) \qquad (49)$$

où : t^{od} = voyages entre origine O et destination D,
y^{od} = temps de parcours entre origine O et destination D.

Ce problème est résolu en premier par **BECKMAN** qui développe un modèle d'optimisation convexe et qui utilise l'analyse de **Kuhn-Tucker**. L'algorithme de **Frank-Wolfe** peut aussi être considéré pour résoudre ce problème. **M.A. HALL** a montré que :

(1) Le vecteur des flux totaux d'équilibre est une fonction continue des flux de trafic entrés,
(2) Les coûts totaux du voyage d'origine à destination sont aussi des fonctions continues des flux de trafic entrés dans les conditions relativement faibles,
(3) Chaque coût d'origine à destination est une fonction monotonie non-décroissante de ses flux entrés quand les autres entrés sont fixes,
(4) Finalement, les fonctions du coût ne possèdent en général pas ces autres propriétés comme convexité ou concavité.

Ce problème de l'affectation d'équilibre avec des demandes élastiques peut être encore divisé en des sous-catégories, alors que la plupart d'entre elles est développée en deux même principes : (a) la théorie de l'inégalité à formuler les conditions d'équilibre ; (b) un algorithme décomposé pour résoudre le problème de l'optimisation. Pour tous ces détails, voir la référence [16 ; MATSOUKIS].

L'introduction de cette méthode d'équilibre peut être terminée par un autre propos de **WARDROP** [37], selon lequel l'approche purement théorique aux problèmes du trafic doit usuellement être très simplifiée sinon elle entraîne une analyse mathématique très difficile.

3.2 - Modèles stochastiques

Les modèles stochastiques viennent des modèles de l'affectation de tout-ou-rien. Ces derniers ont un seul itinéraire par une paire o-d, tandis que les premiers en ont plusieurs.

3.2.1 - Affectation par tout-ou-rien

C'est le modèle d'affectation le plus simple. Le principe de ce modèle est que pour se rendre d'une zone à une autre, tous les voyageurs empruntent le même itinéraire le plus court (ou le moins coûteux).

Il est évident que ce principe n'est pas très réaliste, puisqu'en réalité lorsque plusieurs itinéraires sont sensiblement équivalents (en distance, en temps ou en coût) sur une paire origine-destination, les voyageurs se répartissent sur ces itinéraires de façon équivalente.

En outre, il ne tient absolument pas compte de la capacité des routes empruntées, ce qui n'est pas admissible dans un réseau interurbain de plus en plus dense.

3.2.2 - Modèles stochastiques

L'effort des modèles stochastiques a pour objectif d'atténuer la brutalité d'une affectation par tout-ou-rien en répartissant le trafic sur des itinéraires concurrents de coût voisin.

On considère que la perception des temps de parcours pour les voyageurs n'est pas une constante, mais une variable aléatoire. On affecte donc à chaque arc deux valeurs représentant la moyenne et l'écart type de temps de parcours supposé distribué normalement (voir également §1.3).

Cette hypothèse peut être formulée comme suit :

$$U_{it} = V_{it} + \varepsilon_{it} \qquad (50)$$

où : U_{it} — utilité du voyageur i sur arc t,
V_{it} — utilité moyenne du voyageur i sur arc t,
ε_{it} — terme aléatoire.

En effectuant des tirages aléatoires dans ces distributions, on aura autant de situations différentes mais également probables de représentation des temps de parcours, induisant éventuellement des chemins différents.

Dans la pratique on effectuera autant de tirages qu'il y a de centroïdes, chaque arbre de plus court chemin issu d'un centroïde donné étant construit à partir d'un nouveau tirage aléatoire.

Pour mieux comprendre ces modèles stochastiques, nous citons l'algorithme de **DIAL** [43 ; HOROWITZ]. Cet algorithme peut être exprimé comme suit :

$$P_{ij} = W_{ij} / \sum_{\text{tout j faisable}} W_{ij} \qquad (51)$$

avec : $W_{ij} = \exp[\mu*(d_i - d_j - d_{ij})]$ (52)

où :
- P_{ij} = probabilité de se déplaçant de i vers j,
- μ = paramètre calibré,
- d_i = désutilité du plus court chemin du noeud i à la destination,
- d_j = désutilité du plus court chemin du noeud j à la destination,
- d_{ij} = désutilité sur l'arc entre i et j.

Pour tous les chemins faisables, d_i sera toujours plus grand que d_j . Il est également important à noter que la valeur W_{ij} atteind son maximum de 1 pour toute direction qui est sur le plus court chemin pour la destination.

EMME II et **TRFM** (Transit Ridership Forecating Model) [43, 94 ; HOROWITZ, JAMES] sont classés dans ce genre de modèles stochastiques du point de vue de ses choix d'itinéraires.

3.3 - Méthode des potentiels

Cette méthode des potentiels [35, 32 ; MORELLET], dite également la loi d'**ABRAHAM** [33], calcule la répartition du trafic d'une relation entre les itinéraires selon les coûts généralisés :

$$P(i) = C(i)^{-a} / (\sum_{j} C(j)^{-a}) \qquad (53)$$

où : P(i) = la proportion de trafic affecté sur l'itinéraire i,
C(i) = le coût généralisé sur l'itinéraire i calculé en moyenne sur l'ensemble des voyageurs de la relation (que ceux-ci prennent ou non l'itinéraire i),
j = tous les itinéraires possibles (n) pour la relation,
a = un exposant de valeur fixe.

Le processus est itératif, à partir d'une situation initiale (P(i)=1/n), on recalcule, à chaque itération, les coûts généralisés C(i) en fonction des trafics au moyen de courbes débits-vitesse de façon à approcher de la solution des équations ci-dessus.

Ce modèle est la base du programme **ARIANE** [101 ; SETRA].

3.4 - Modèles dynamiques

Les modèles dynamiques se distinguent des modèles statiques par l'intégration de la dimension temporelle. Cette dimension temporelle est utilisée pour deux aspects : d'une part le choix de l'heure de départ ; d'autre part le traitement de saturation sur le réseau. Ainsi les modèles dynamiques sont plus réalistes que les modèles statiques.

(1) Les choix de l'heure de départ

Dans tous (ou presque tous) les modèles dynamiques, il y a une fonction de l'heure de départ. Cette fonction P(t) est souvent exprimée sous forme "logit" [44 ; KROES] :

$$P(t) = \frac{\exp(U_t)}{\sum_{t \in T} \exp(U_t)} \qquad (54)$$

dont: $U_t = \beta_1 * [(Z_p - Z_t) + \beta_2 * \mathrm{abs}(T_p - T_t)]$ (55)

avec : $Z_p - Z_t$ = la différence en temps de parcours total entre l'heure de départ souhaité p et l'heure t,
$T_p - T_t$ = la différence de temps entre l'heure de départ souhaité p et l'heure de départ t,
β_1, β_2 = les paramètres.

Le paramètre β_1 est un paramètre d'échelle, déterminant la sensibilité globale des probabilités des choix aux déviations de l'heure de départ souhaité, et le niveau des aléas dans ce processus. Le paramètre β_2 donne l'écart entre les délais du temps de

parcours et l'heure de départ plus tôt ou plus tard. Il n'y a pas assez de données actuellement pour déterminer ces deux paramètres [44 ; KROES].

(2) Le traitement de la saturation

L'introduction de la dimension du temps permet de mieux traiter les phénomènes de saturation, car [35 ; MORELLET] :

— les débits à une heure donnée dépendent effectivement des débits constatés en aval plus tôt dans la journée,
— une partie du phénomène d'auto-régulation de la demande est prise en compte par la redistribution du trafic entre les heures de départ.

Certaines méthodes (comme **MATISSE** [35 ; MORELLET]) prennent en compte l'induction de trafic, certaines autres (comme méthode **Hague-Delft** [44 ; KROES] et **CASCETTA** [45]) non ou implicitement.

(3) L'affectation de trafic

L'affectation de trafic se fait à l'aide des méthodes évoquées dans **§3.1** , **§3.2** et **§3.3,** avec une particularité de **MATISSE** [46 ; MORELLET]. Cette particularité peut être décrite à la façon suivante :

(a) les voyageurs choisissent leur itinéraires sur la base de connaissance statistique qu'ils ont des conditions de circulation sur le réseau pour l'année précédente n-1,
(b) la saturation est traitée en tenant compte des situations de trafic aux maillons voisins afin d'approcher une solution compatible avec le modèle de demande et les lois débits-vitesse.
(c) la cohérence est assurée entre l'induction de trafic et le partage modal fin du trafic.
(d) n varie de 1 à N en effectuant les différentes étapes de l'affectation.

3.5 - Comparaison des méthodes existantes d'affectation

Quatre méthodes principales ont été exposées dans ce chapitre. Ce sont :
(1) Approche par l'équilibre,
(2) Modèles stochastiques,
(3) Méthodes des potentiels,
(4) Modèles dynamiques.

Les trois premières sont marquées par un point commun : une forte caractéristique mathématique. Alors que la dernière est beaucoup plus explicative du point de vue du comportement des voyageurs.

L'approche par l'équilibre est fondée sur les principes de **WARDROP**. Ces deux principes donnent les "optimum individuel" et "optimum collectif".

L'optimum individuel peut être réalisé sur un réseau maillé assez dense et limité, mais serait difficile à appliquer sur le réseau interurbain, car les distances O-D sont très variées et longues, ce qui permet aux individus plus de possibilités pour éviter les situations critiques de l'équilibre.

L'optimum collectif a surtout un intérêt théorique, mais n'explique pas la réalité des individus. Compte tenu de différents profils des individus et de la complexité du réseau, on se demande si cet optimum collectif pourrait être possible.

En plus, cette approche est un problème de Programmation Non-Linéaire (PNL). Difficile à résoudre, cette PNL est transformée en PL. Ce transformation dérive donc le sens original de **WARDROP**.

Les modèles stochastiques tentent de modéliser la perception des temps de parcours des voyageurs avec un terme aléatoire. Ce terme peut prendre différentes formes sous différentes hypothèses (et ainsi différents résultats) mais il est difficile à calibrer à cause du manque de données.

La méthode des potentiels est, d'une certaine façon, une version déterministe des modèles stochastiques. Elle calcule la répartition du trafic entre les itinéraires selon les coûts généralisés. Le problème est que la définition et la description des itinéraires se font à la main, ce qui demande beaucoup de travail et peut conduire facilement à des erreurs.

Les modèles dynamiques décrivent mieux la circulation. La dimension temporelle permet à ce genre de modèles de modéliser les choix de l'heure de départ des voyageurs d'une part, de traiter mieux la saturation d'autre part, et bien évidemment de régler l'interaction entre ces deux aspects.

L'idée d'introduire la dimension temporelle aux modèles est judicieuse. Mais les difficultés pratiques sont aussi énormes, car les données disponibles existantes ne nous permettent pas de calibrer les deux aspects ci-dessus et une dimension de plus pose de très grands problèmes pour le calcul informatique. Certains modèles de ce genre sont en phase de conception [35 ; MORELLET].

CHAPITRE 4 - RECONSTITUTION D'UNE MATRICE O-D PAR LES COMPTAGES ET LA SIMULATION DE CIRCULATION

De l'analyse de génération du trafic à l'analyse d'affectation du trafic, de la collection des méthodes d'enquêtes à la comparaison de différents modèles, de la conclusion d'autres auteurs aux travaux de vérification de la notre, nous avons eu une vue globale et claire sur une matrice o-d. Son importance, sa position dans la demande de trafic et sa reconstitution ont été bien présentées. C'est donc le moment de proposer une méthode pour la reconstitution d'une matrice o-d.

La distribution de trafic est située entre l'étape de génération et l'étape d'affectation. Sans génération, il y aura pas de distribution. Sans l'affectation du trafic sur les routes, la distribution ne sera pas aussi précise. La reconstitution d'une matrice o-d est dans l'étape de distribution. Elle ne peut pas être séparée ni de l'étape de génération, ni de l'étape d'affectation. C'est pour cette raison que nous avons indiqué, dès le début de l'introduction générale, qu'une analyse des méthodes existantes de différentes étapes est nécessaire. Une première recommandation sur une méthode de distribution, parmi celles existantes, prendra éventuellement en compte ses relations avec la génération et l'affectation.

4.1 - Quelle méthode ? méthode pratique ou méthode théorique ?

Deux sortes de méthodes sont disponibles : méthodes pratiques et méthodes théoriques.

Dans le rang de méthodes pratiques, trois enquêtes sont en utilisation pratique. Elles sont les enquêtes par "collage de papillons", les enquêtes par "relevé des numéros minéralogiques de véhicules" et les enquêtes à domicile.

Les données complètes sur une matrice o-d ne peuvent jamais être obtenues en raison des contraintes organisationnelles et financières. Rappelons l'exemple utilisé dans l'introduction générale que une enquête sur une matrice de 10 zones par "relevé des numéros minéralogiques" coûte 500 KF pendant une seule journée sans oublier que le problème de stabilité de cette matrice sur le temps demeure.

Ces enquêtes ne peuvent donc fournir les données partielles. Les enquêtes par "collage de papillons" n'observent que les trafics passant par les routes enquêtées. Les

enquêtes par "relevé des numéros minéralogiques de véhicules" n'enregistrent que les véhicules apparus pendant l'enquête sans parler l'oublie des véhicules de longs trajets et des doubles comptés. Enfin, les enquêtes à domicile concernent seulement les personnes habitant dans les endroits en question.

Les problèmes arrivent en exploitation. Par exemple, car toutes les données sont incomplètes, un grand nombre de trajets et de paires o-d ne sont pas observés. Il est aussi souvent que ces sources de données se montrent chevauchées, qui peuvent aboutir à des informations contradictoires.

A cause de ses dépendances du temps et de l'offre de transport, ces données d'enquêtes sont très difficiles à mettre à jour. L'utilisation de ces données doit prendre beaucoup de précaution en prévision de trafic.

A côté de méthodes théoriques, les modèles les plus utilisés pour l'estimation d'une matrice O-D sont le modèle d'entropie, le modèle gravitaire et le modèle probabiliste.

Face à l'insuffisance de données par rapport au nombre de paires o-d, les modèles d'entropie tentent une solution par une distribution multinomiale des individus. Malheureusement, ces modèles demandent toujours une matrice o-d a priori compatible avec les comptages, ce qui est aussi difficile à obtenir que à fabriquer une nouvelle.

La distribution multinomiale dans l'entropie demande que les incohérences dans les comptages soient supprimées avant l'application du modèle. Sinon, une solution sera difficile à trouver. En plus, ces modèles, étant indépendants de paramètres de planification comme la population et les nombres de voitures, ne semblent pas applicables pour les prévisions de moyen ou de long terme de trafic.

Le modèle probabiliste, qui s'appuie sur la théorie des probabilités ou des utilités de consommateurs, est une méthode désagrégée pour décrire les comportements de déplacements des individus. Ce modèle prend souvent la forme "logit" en prenant en compte le coût de voyage et les variables socio-économiques.

Le modèle gravitaire, par rapport à l'analogie de gravitation, est une méthode agrégée pour déterminer les nombres de déplacements. Il prend en compte aussi le coût généralisé de voyage et les variables socio-économiques agrégées.

Dans ces deux modèles, les variables socio-économiques peuvent être utilisées pour déterminer les générations et les distributions. Le modèle probabiliste, qui intègre toutes les étapes (génération, distribution, répartition modale, affectation), est fonction de beaucoup de paramètres. Le modèle gravitaire par contre peut utiliser toutes les formes de générations (et distributions), indépendamment d'autres étapes et prendre une forme très simple. Tous les deux prennent bien en compte les effets de l'offre.

Dans le cas où le modèle probabiliste prend les mêmes générations (ou les mêmes attractions) que le modèle gravitaire, il est démontré que le modèle gravitaire est la distribution la plus probable du modèle probabiliste (WILSON, SAFWAT et MAGNANTI dans §2.6).

Ces deux modèles ont une liaison importante avec la génération et l'affectation. Ils relient à la fois les variables socio-économiques des zones (population, nombre de voitures, etc.) et le coût de voyages. Imaginons un modèle indépendant de génération et d'affectation, comme modèles d'entropie, que ses résultats n'ont aucun lien avec ni les variables socio-économiques ni le coût de voyages. Comment peut-on interpréter ces résultats ?

Dans son rapport [18b], **WILLUMSEN** a indiqué que le modèle gravitaire semble d'être valide dans un milieu interurbain où le coût de voyage ou/et la longueur de déplacements sont des facteurs importants dans la formation de demande. Il a souligné également que ce type de modèle peut s'en tirer parfaitement bien avec les incohérences dans les comptages, car aucune hypothèse n'a été faite sur la distribution statistique des éléments.

Donc pour établir un nouveau modèle aussi simple que dynamique et pour que les résultats de ce modèle soient interprétables, on va utiliser comme méthode pour l'essentiel le modèle gravitaire (e. g. : sa simple forme) en prenant en compte certains avantages (e. g. : description des comportements des voyageurs) du modèle probabiliste.

4.2 - Quelles données ? résultats d'enquêtes ou comptages ?

Un bon modèle ne pourra jamais reproduire la réalité sans être calibré sur les données réelles, que ce soit directes ou indirectes. C'est pour cette raison que un modèle de trafic est souvent accompagné des données de trafic.

Comme indiquées dans la **Table 1a** du **chapitre 2**, de nombreuses données d'enquêtes peuvent être utilisées. Chaque enquête a ses champs d'application et son coût d'exploitation. Dans le cas actuel, c'est les comptages qui nous conviennent le plus.

En fait, les comptages sont devenus aujourd'hui les moyens quasi standardisés pour l'acquisition des données routières. Les coûts de réalisation sont parmi les moins chers. Selon le **SETRA** [11] (indiqués également dans la **Table 1a**), ces coûts ne sont que de 750 F par point de comptage par jour, six fois moins cher que ceux de l'enquête par "relevé de numéros minéralogiques". En plus, ils contiennent et reflètent les informations directes sur les trafics de circulation. Les données obtenues sont fiables et cohérentes.

Pratiquement, la démarche sera appliquée au cas du trafic intéressant le réseau autoroutier français, en utilisant les comptages effectués par plaques minéralogiques lors du sondage de la circulation de 1990 sur le réseau national (source : SETRA).

DEUXIEME PARTIE

DEVELOPPEMENT D'UN NOUVEAU MODELE POUR LA RECONSTITUTION D'UNE MATRICE ORIGINE-DESTINATION

"Tout changement n'échappe pas de sa racine",
Le Bouddha.

INTRODUCTION

Dans le chapitre précédent, nous avons constaté que les modèles les plus adéquats pour l'estimation d'une matrice O-D sont le modèle gravitaire et le modèle probabiliste.

Ces deux modèles prennent en compte les caractéristiques socio-économiques de la zone étudiée. Avec des spécialités de chaque côté, le modèle probabiliste décrit mieux les comportements des individus, alors que le modèle gravitaire est plus simple pour sa forme du modèle.

Nous avons ainsi proposé que, pour établir une nouvelle méthode aussi simple que dynamique, il faut utiliser comme méthode pour l'essentiel le modèle gravitaire en prenant compte certains avantages du modèle probabiliste.

Nous soulignons encore l'importance des comptages de circulation. D'une part, les comptages sont devenus aujourd'hui les moyens quasi standardisés pour l'acquisition des données routières ; d'autre part, ils contiennent et reflètent les informations directes sur les trafics de circulation.

La reconstitution d'une matrice origine-destination du trafic routier par les comptages sera donc fondée sur une base de données standardisées et fiables.

Les plus importants travaux à faire seront bien évidemment de trouver les liaisons entre les comptages et la matrice O-D. Pour que les résultats de la matrice soient interprétables, ces liaisons devaient être explicatives du point de vue non seulement mathématique mais également des comportements des voyageurs et de l'économie de transport.

CHAPITRE 5 - RAISONNEMENT SUR LES APPROCHES DE LA RECONSTITUTION

5.1 - Equations fondamentales

L'équation fondamentale entre une matrice O-D et les comptages est la suivante (voir également la **Figure 2** ci-dessous) :

$$R^{kl} = \sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{N}(P_{ij}^{kl} * T_{ij}) \qquad kl=1,2,\ldots,M \qquad (56)$$

où : T_{ij} = trafic de i à j, i,j=1,2,...,N,

R^{kl} = trafic de comptage sur l'arc *ab* équipé d'un compteur kl,

P^{kl}_{ij} = pourcentage de T_{ij} passant par l'arc *ab* équipé d'un compteur kl, $0,0 \leq P^{kl}_{ij} \leq 1,0$

N = nombre de centroïdes,

M = nombre de compteurs.

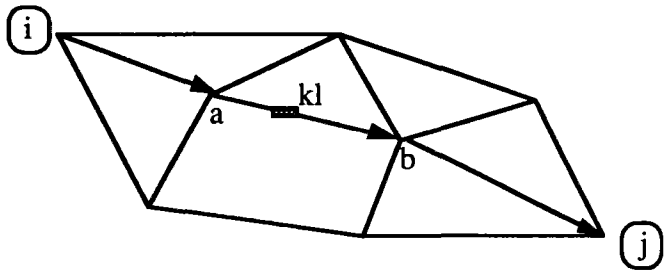


Figure 2 - Représentation de l'équation fondamentale

Dans l'équation (56), $\{R^{kl}\}$ (nombre de compteur : M) sont connus, mais $\{P^{kl}_{ij}\}$ (nombre de pourcentage d'itinéraire : M*N*N) et $\{T_{ij}\}$ (nombre de trafic o-d : N*N) sont inconnus. Dans la plupart des cas, M est inférieur (même fortement inférieur) à N*N (sans mentionner que M*N*N+N*N >> M). Cela implique que seuls les comptages ne sont pas suffisants pour déterminer la matrice o-d. Donc on ne peut pas trouver la matrice $\{T_{ij}\}$ directement.

5.2 - Méthodes existantes pour résoudre le problème

Une analyse des méthodes existantes a été effectuée dans le **chapitre 2**. D'après les premières conclusions de ce chapitre et du **chapitre 4**, les modèles de

l'entropie et la régression linéaire sont apparus comme les plus utilisés pour résoudre l'équation (56).

Comme il y a plus d'inconnues que d'équations de comptages dans le problème de matrice o-d, les modèles d'entropie tentent une solution par une distribution multinomiale des individus. Nous reprenons ici les équations (32) et (33), développées déjà dans **§2.3.**

$$T_{ij}=T^{\dagger}_{ij}*X_0*\prod_{kl}X_{kl} \qquad \forall\ ij \tag{33}$$

$$\text{où: } \ln(X_0)=-1,\ \ln(X_{kl})=\mu_{kl}*P_{ij}^{kl} \tag{32}$$

$$\text{et } R^{kl}=\sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{N}(P_{ij}^{kl}*T_{ij}) \qquad kl=1,2,\ldots,M \tag{56}$$

Ces deux équations (32) et (33) permettent de calculer une nouvelle matrice $\{T_{ij}\}$ à l'aide d'une méthode d'itération étant donnés une matrice o-d a priori ($\{T^{\dagger}_{ij}\}$) et les pourcentages d'affectation sur compteurs ($\{P^{kl}_{ij}\}$). Comme tous les processus d'itération, les résultats sont obtenus quand le standard de convergence est satisfait.

Ces démarches ont été largement utilisées dans ce genre de méthode (voir §2), à noter que les $\{P^{kl}_{ij}\}$ ont été toujours supposées connues, soit par une simple méthode de détermination manuelle ; soit par la méthode d'affectation exogène en utilisant la matrice o-d a priori.

Le problème que les $\{P^{kl}_{ij}\}$ ont été supposées connues et restent inchangées pendant les processus d'itération, n'est pas négligeable. Dans le paragraphe **§5.1.**, on a indiqué que les $\{P^{kl}_{ij}\}$ sont fonction de $\{T_{ij}\}$ et du graphe du réseau et sont normalement le produit de l'étape d'affectation. En pratique, les $\{P^{kl}_{ij}\}$ ne sont pas toujours faciles à obtenir. En l'absence d'observations directes, un algorithme devait être utilisé. Donc cette supposition de la connaissance de $\{P^{kl}_{ij}\}$ est loin d'être réaliste et ne donne aucune garantie sur les résultats.

Ces modèles d'entropie semblent convenir spécialement pour actualiser une ancienne matrice O-D [19 ; VAN ZUYLEN].

Une autre méthode utilisée revient à la méthode par la régression linéaire évoquée déjà dans §2.5 en supposant que une matrice o-d a priori suit la distribution gravitaire. De cette façon, le nombre actuel des inconnues est réduit au nombre de paramètres à calibrer dans les modèles [18b ; WILLUMSEN].

Si le nombre des inconnues est inférieur au nombre des équations indépendantes (e. g. : comptages), les termes d'erreur doivent être supposé suivre une certaine distribution afin de résoudre le système. Par exemple,

$$R^{kl} = \sum_{i=1}^{N} \sum_{j=1}^{N} (P_{ij}^{kl} * T_{ij}) + \varepsilon_{kl} \qquad (56b)$$

ε_{kl} est un terme d'erreur avec la moyenne égale zéro. La solution est ensuite trouvée en minimisant les erreurs supposées, usuellement par la régression multiple.

Les mêmes problèmes existent également dans cette méthode. D'abord, les $\{P^{kl}_{ij}\}$ ont été supposées connues et restent inchangées pendant les processus d'itération. Puis, le calcul est très lourd, car le nombre minimal des paramètres à déterminer par les "moindres carrés" est deux fois plus important que le nombre de zones plus un [24, 18b ; ROBILLARD, WILLUMSEN].

5.3 - Nouvelles approches

Les paragraphes précédents ont montré l'équation fondamentale et les méthodes existantes pour résoudre le problème. Dans ce paragraphe, nous allons analyser tous les processus et tenter de proposer les démarches nécessaires et faisables pour résoudre les questions que soulèvent ces méthodes afin d'établir les nouvelles approches.

Le problème posé est de reconstituer la matrice O-D par les comptages, et il est très clairement présenté par l'équation (56) :

$$R^{kl} = \sum_{i=1}^{N} \sum_{j=1}^{N} (P_{ij}^{kl} * T_{ij}) \qquad kl=1,2,\ldots,M \qquad (56)$$

La résolution de ce problème conduit à deux méthodes principales : méthode de l'entropie et méthode de la régression. Ces méthodes ont demandé toutes deux une matrice a priori $\{T^{\dagger}ij\}$ et des matrices de fraction de trajets $\{P^{kl}_{ij}\}$.

Ces deux conditions pré-définies sont trop simplifiées et ne présentent aucune garantie de bons résultats, parce que les $\{P^{kl}_{ij}\}$ sont fonction des $\{T_{ij}\}$ inconnues et le produit de l'étape d'affectation. De plus, la matrice a priori $\{T^{\dagger}_{ij}\}$ n'est pas facile à obtenir non plus. Toute erreur dans la matrice $\{T^{\dagger}_{ij}\}$ peut conduire à des résultats erronés. Il a été établi que "la précision des résultats d'estimations est extrêmement sensible à la matrice a priori" (**NGUYEN**, 1982)[1] [116, 117 ; NGUYEN, SPIESS].

Selon les conclusions faites dans **§5.2**, nous connaissons que ces deux méthodes existantes ne conviennent pas à reconstituer une matrice o-d dans le milieu interurbain. En plus, l'analyse montre qu'une bonne résolution du problème sollicite les modélisations des matrices $\{T_{ij}\}$ et $\{P^{kl}_{ij}\}$.

Les inconnus $\{P^{kl}_{ij}\}$ sont liés étroitement aux inconnus $\{T_{ij}\}$. En fait, il est clair que $\{P^{kl}_{ij}\}$ sont le résultat de l'affectation de $\{T_{ij}\}$ et de graphe du réseau, $\{P^{kl}_{ij}\}=f(\{T_{ij}\})$. Tant qu'on ne connait pas $\{T_{ij}\}$, on ne peut pas avoir $\{P^{kl}_{ij}\}$. En outre terme, sans $\{P^{kl}_{ij}\}$, on n'aura pas de $\{T_{ij}\}$ par la définition de l'équation (56). Nous nous trouvons donc dans une boucle sans issus. La méthode traditionnelle (résolution directe sans itération) ne peut pas résoudre ce problème. Pour avoir une bonne $\{T_{ij}\}$, il faut donc aussi résoudre le problème de $\{P^{kl}_{ij}\}$.

Pour rendre ce problème plus clair, nous pouvons réécrire l'équation (56) comme suit :

$$R^{kl} = \sum_{i=1}^{N} \sum_{j=1}^{N} (f(T_{ij}) * T_{ij}) \qquad kl=1,2,...,M \qquad (56c)$$

Supposons que T_{ij} prend une forme gravitaire comme suit :

$$T_{ij} = K * O_i * D_j * F_{ij} \qquad (59)$$

[1] Le propos original : "The emerging concensus is that traffic counts cannot capture all the structural particularities of the trip matrix, so that the accuracy of the resulting estimates is highly sensitive to the a priori information contained in the reference input trip matrix $\{t_{ij}\}$.

où : K — constante,
O_i — émission de zone i,
D_j — attraction de zone j,
F_{ij} — facteur de séparation entre i et j, fonction du réseau et d'effet de l'offre.

Comme $\{T_{ij}\}$ sont fonction de générations de trafic (O_i, D_j, α) dont α désigne les paramètres, et de situations de réseau (e. g. : coût généralisé), situations qui sont également fonction de générations de trafic (O_i, D_j, α), on peut donc écrire $\{T_{ij}\} = g(O_i, D_j, \alpha)$. L'équation (56c) devient :

$$R^{kl} = \sum_{i=1}^{N} \sum_{j=1}^{N} (f(g(O_i, D_j, \alpha))^* g(O_i, D_j, \alpha)) \qquad kl=1,2,...,M \qquad (56d)$$

L'équation (56d) montre que si nous raisonnons directement sur les générations de trafic dans les zones étudiées, le nombre des inconnues (O_i, D_j, α) devient 2 fois du nombre de centroïdes (2*N) plus le nombre de paramètres limités (e. g. : 2), et donc est inférieur au nombre de compteurs (M). Par exemple, si nous utilisons un zonage départemental dont N=95, le nombre des inconnues est égal à 192. En utilisant les sondages de circulation 1990, nous avons 450 compteurs. Le nombre des équations est donc supérieur au nombre des inconnues.

Cela implique que une solution la plus probable existe si nous appliquons la méthode du maximum de vraisemblance, sans oublier que les situations de réseau ainsi que les comportements des voyageurs sont aussi importants. C'est une des raisons que nous allons proposer une fonction objectif pour minimiser les écarts entre les comptages réels et les comptages estimés. Nous évoquerons cette fonction objectif dans le paragraphe suivant.

De plus, la reconstitution d'une matrice o-d ne doit pas être limitée dans l'étape de distribution, car cette étape de distribution se situe entre l'étape de génération et l'étape d'affectation. Un équilibre implique éventuellement le traitement simultané de ces trois étapes. En pratique, dans la conception de la nouvelle méthode, le phénomène d'interaction entre l'étape de distribution et l'étape d'affectation ne doit pas être négligé. C'est nécessaire pour atteindre les résultats équilibrés entre ces deux étapes. Enfin, la situation de la circulation ne doit pas être oubliée non plus. Par exemple, la contrainte de capacité des routes doit aussi être prise en compte .

Compte tenu de la relation étroite entre $\{T_{ij}\}$ et $\{P^{kl}{}_{ij}\}$, les modélisations des matrices $\{T_{ij}\}$ et $\{P^{kl}{}_{ij}\}$ doivent garantir leur cohérence et rendent les résultats explicatifs. Et en aucun cas, il ne faut oublier l'intégrité des modèles.

5.4 - Principes de la modélisation

Les nouvelles approches que nous avons évoquées au paragraphe précédent proposent de modéliser les matrices $\{T_{ij}\}$ et $\{P^{kl}{}_{ij}\}$, de garantir leur cohérence, de rendre les résultats explicatifs et d'assurer l'intégrité des modèles.

Les $\{T_{ij}\}$ représentent les voyageurs. Les $\{R^{kl}\}$ enregistrent les trafics sur les routes. Les $\{P^{kl}{}_{ij}\}$ interprètent la relation entre les $\{T_{ij}\}$ et les $\{R^{kl}\}$. Ces trois variables décrivent donc un système de transport composé de voyageur-trafic-route.

Reprenons l'équation essentielle ci-dessous :

$$R^{kl} = \sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{N}(P_{ij}^{kl} * T_{ij}) \qquad kl=1,2,\ldots,M \qquad (56)$$

Nous pouvons ainsi déduire que la résolution de cette équation consiste à modéliser le système de voyageur-trafic-route et leurs interactions. Cela peut être synthétisé par les principes ci-dessous :

5.4.1 - Une relation explicative entre le trafic et les caractéristiques socio-économiques des zones étudiées.

Le trafic, en tant qu'activité humaine, est bien évidemment en étroite relation avec les autres facteurs liés aux personnes. La génération du trafic dépend donc de l'occupation d'emploi, du revenu, du nombre d'équipement, de la consommation du carburant et éventuellement de l'offre de transport (e. g. : la longueur des routes et la condition de la circulation, etc.). Les résultats retrouvés du trafic devraient également avoir de bonnes relations avec ces caractéristiques socio-économiques des zones étudiées.

5.4.2 - La désagrégation des différents profils des voyageurs

Un voyageur est différent de l'autre, et est marqué par sa valeur du temps, son motif de déplacement, etc. Son comportement pendant le voyage sera en plus

caractérisé par sa profession, ses attitudes personnelles. La population totale des voyageurs est donc composée de différents profils de voyageurs. La prise en compte des différences entre voyageurs est un pas de plus vers la compréhension de déplacements.

Cette désagrégation des voyageurs est beaucoup plus réaliste qu'une simple représentation des voyageurs en un seul profil. De nombreux documents ont insisté sur ce fait [99 ; SETRA].

5.4.3 - Une description de l'offre en fonction de la demande

L'offre de transport désigne ici le réseau routier. Mais elle ne peut pas être séparée de condition de la circulation. Si la demande change sur le réseau, la condition de la circulation change et l'offre change également. Ceci pourrait être décrit par les lois débit-vitesse ou débit-temps. Nous avons indiqué ci-dessus que la demande est désagrégée en certain nombre de segments. L'offre changera à chaque chargement d'un nouveau segment sur le réseau.

5.4.4 - La traduction de la relation entre l'offre et la demande

Le même voyageur réagit différemment sur les différentes offres ou/et les différents voyageurs ne réagissent pas de la même façon face aux mêmes offres. La traduction de ce phénomène est présentée d'un côté par le voyageur lui même (e. g. : motif de déplacement et valeur du temps), d'autre côté par l'offre (e. g. : dépense monétaire et niveau du service). Il est nécessaire d'établir cette relation en fonction de l'offre et du voyageur. A nouveau, nous signalons que la cohérence entre l'offre et la demande sera totalement et automatiquement assurée.

5.4.5 - La simulation de l'écoulement du trafic.

La segmentation des voyageurs et la description de l'offre nous permettent de simuler l'écoulement de la circulation. Cette simulation d'une part recherche les chemins parcourus par les voyageurs, d'autre part affecte directement les voyages sur le réseau. Cela nous donne les premiers résultats entre voyageur-route-trafic. Elle rend l'affectation très explicative.

5.4.6 - Le calibrage autonome des modèles

Un problème qu'on pose souvent est comment calibre-t-on tous les modèles dans le système de transport ?

Certes, le problème de calibrage handicape souvent et rend même impossible les modélisations du système de transport, car les données sont rarement connues ou ne sont pas disponibles et les travaux de calibrage sont souvent très lourds.

Le problème ne sera pas posé dans la circonstance actuelle. D'une part, les principes ci-dessus ne sont pas tous en formules mathématiques. En effet, la plupart d'entre eux est fondée en algorithmes, ce qui évitent d'introduire de nouveaux paramètres. D'autre part, ce système de transport est fondé sur les objets finaux (e. g. : comptages), et non sur les connaissances de données initiales (e. g. : enquêtes partielles). Toutes les étapes sont conçues d'une façon continue et seront calibrées sur les mêmes objets finaux. Donc on n'aura pas de paramètre intermédiaire. On peut avoir un calibrage approximatif au début, mais on aura les résultats de calibrage à la fin.

Cette idée du calibrage autonome vient surtout de la fonction objectif (développée dans le chapitre suivant). Cette fonction objectif consiste à minimiser la différence entre le comptage et la valeur reconstituée sur tous les compteurs. Elle permet donc approcher les premières estimations vers les résultats. Cela veut dire que les modèles approchent mieux la réalité et nous en donnent un message de retour à chaque application de la fonction objectif. Ce message nous permet donc calibrer les modèles.

5.5 - Fonction objectif

La fonction objectif consiste à minimiser la différence entre le comptage et la valeur reconstituée sur tous les compteurs.

Elle peut donc être exprimée comme ci-dessous :

$$\text{Min } Z = \text{Min} \sum_{kl=1}^{M} (R_e^{kl} - R_m^{kl})^2 \qquad (57)$$

$$\text{Soumise à : } R_e^{kl} = \sum_{i=1}^{N} \sum_{j=1}^{N} (P_{ij}^{kl} * T_{ij}) \qquad kl=1,2,...,M \qquad (58)$$

où : $R^{kl}{}_e$ = trafic estimé sur l'arc *ab* équipé d'un compteur kl,

$R^{kl}{}_m$ = trafic mesuré sur l'arc *ab* équipé d'un compteur kl,

$P^{kl}{}_{ij}$ = pourcentage de T_{ij} passant par l'arc *ab* équipé d'un compteur kl,

$0,0 \leq P^{kl}{}_{ij} \leq 1,0$

Il est évident que la fonction objectif dépend non seulement de T_{ij}, mais aussi de P^{kl}_{ij}. Nous découvrons à nouveau que les P^{kl}_{ij} doivent être des variables (pas des valeurs prédéterminées et inchangées) comme les T_{ij} pendant les processus de résolution.

Notons que T_{ij} n'est plus une valeur prédéterminée d'une matrice O-D a priori, mais sera initialisée par un sous-modèle (voir le chapitre ci-après) fondé sur les caractéristiques socio-économiques. La fonction objectif a donc non seulement un sens mathématique mais aussi celui de l'économie.

Le développement de la fonction objectif est reporté au paragraphe **§6.1** après l'introduction de l'initialisation du trafic.

Tous les processus dans ce modèle seront organisés autour de cette fonction objectif, ce qui assure non seulement le calibrage autonome du modèle mais aussi l'intégrité, la cohérence et la souplesse dans tous ces processus. Cela fait l'originalité du modèle.

5.6 - Faisabilités des principes

La résolution de P^{kl}_{ij} demande une simulation de l'écoulement de circulation. Il faut donc développer une série de méthodes : désagrégation des déplacements, recherche des plus courts chemins, etc. La prédétermination de P^{kl}_{ij} par d'autres méthodes exogènes conduit à des résultats statiques et ne satisfait pas la fonction objectif (57).

En fait, la relation entre T_{ij} et les comptages n'est pas directe. Elle est décrite par l'intermédiaire de différentes étapes : composition du trafic, établissement du réseau, écoulement du trafic, etc. Une bonne reconstitution sans connaissance de ces étapes n'aura pas de sens.

Nous allons montrer dans ce paragraphe comment mettre en oeuvre les principes et la fonction objectif évoqués ci-dessus, et expliquer les principaux algorithmes utilisés.

5.6.1 - Initialisation du trafic

Cette initialisation du trafic par O-D est fondée sur les indicateurs socio-économiques des zones étudiées, avec l'aide d'un modèle de génération-distribution. Le calibrage de ce modèle se fait à partir de certains trafics O-D connus et plus tard par le programme lui-même pendant le calcul.

Le modèle d'initialisation de matrice $\{T_{ij}\}$ est comme suit :

$$T_{ij} = K * O_i * D_j * F_{ij} \qquad (59)$$

où : K — constante,
O_i — émission de zone i,
D_j — attraction de zone j,
F_{ij} — facteur de séparation entre i et j, fonction du réseau et d'effet de l'offre.

L'utilisation du modèle gravitaire n'a aucune prétention de fixer les trafics o-d. Au contraire, ce modèle a une forme simple. Les O_i et D_j sont liées directement aux caractéristiques des zones étudiées et les F_{ij} traduisent bien la relation entre la demande et l'offre. Nous verrons plus tard que sa combinaison avec la fonction objectif nous permet d'expliquer le mécanisme interne du calibrage autonome.

La matrice ainsi initialisée reflète notre connaissance primaire. Elle a au moins un sens économétrique. En effet, elle sera reconstituée par la fonction objectif.

F_{ij} traduisent donc la relation entre l'offre et la demande, et sera précisée dans **§6.3.6** ci-après.

5.6.2 - Désagrégation des déplacements

La résolution de P^{kl}_{ij} demande des affectations fines des déplacements. Dans ce cas, les déplacements trop agrégés ne conduiront pas à de bons résultats.

Nous avons désagrégé les déplacements selon les motifs et les valeurs du temps de chaque motif [96-98 ; MARCHE, PAPON, MORELLET]. Grâce à la connaissance des partages entre les différents motifs [99 ; SETRA], les désagrégations par motif ne posent pas de problèmes particuliers. Citons ici les résultats faits dans [96-99] comme la **Table 1b**, dont l'écart-type représente celui de la loi-normale N(1,0).

La désagrégation des déplacements pour un motif donné est un peu plus complexe. Nous faisons l'hypothèse que les valeurs du temps des voyageurs pour chaque motif suivent une loi log-normale [96 ; MARCHE]. Nous obtenons ainsi les différentes tranches des déplacements selon la finesse souhaitée.

Table 1b - Composition de déplacements interurbains

motif	pourcentage(%)	valeur du temps 90 (Frs/h)	Ecart-type
voyage personnel	60	60	0,8
voyage professionnel	13	185	0,6
autres	27	70	0,7

(Source : SETRA [99], MARCHE [96])

BIBLIOTHEQUE ECOLE des PONTS ParisTech

L'application de cette loi log-normale aux distributions statistiques des valeurs horaires du temps a été commentée dans [96 ; MARCHE]. Nous reprenons les principales conclusions comme suit :

(1) Il faut, à une date donnée, justifier l'approximation des distributions statistiques des valeurs horaires du temps par des lois log-normales et en apprécier la dispersion relative ;

(2) Il faut aussi pour des projections à moyen terme et à long terme, justifier l'évolution des valeurs horaires moyennes du temps en fonction de l'évolution du PIB (Produit Intérieur Brut) par tête ou des revenus (ou de la consommation) des ménages par habitant.

Les formules sont reportées au **§6.3.**

Nous avons donc un certain nombre de segments de déplacements. En simulant l'écoulement de circulation, nous ne connaissons pas la priorité d'un segment particulier à se déplacer. Tous les segments de déplacements seront donc réorganisés sous deux dimensions : l'espace de toutes les origines-destinations, et l'ensemble des segments des voyageurs selon une loi aléatoire, afin d'approcher les incertitudes de déplacements dans l'espace et l'ensemble des profils des voyageurs.

5.6.3 - Etablissement du réseau

Un réseau routier est nécessaire pour la modélisation du trafic. Ce fichier du réseau devait comporter le numéro de la zone étudiée, le type (ou éventuellement la

largeur, la rampe et la capacité), les coordonnées et les intitulés de ses deux extrémités (noeuds), la longueur de chaque route.

L'échelle du réseau dépendra du niveau d'étude. Pour une étude du trafic national, le réseau sera composé de routes nationales et autoroutes, et quelques routes départementales si nécessaire.

Une fois le réseau établi, l'offre correspondante sera générée automatiquement par le modèle, avec bien évidemment toutes les routes et les situations de circulation.

5.6.4 - Calcul des coûts généralisés

Le coût généralisé est un paramètre important, car il est relié à la fois aux usagers et à l'offre. Il est donc fonction de la valeur du temps de l'usager, du type et de la géométrie de la route. Il traduit éventuellement le sentiment des voyageurs sur le niveau de service des routes.

La formule pour ce coût généralisé est donnée comme suit :

$$G(a,l)=v(l)*t(a)+(Cc+Cp+Ce+Cm)*d(a) \qquad (60)$$

où : G(a,l) = Coût généralisé du tronçon a pour l'usager l,
v(l) = valeur du temps de l'usager l,
t(a) = temps de parcours sur tronçon a,
d(a) = longueur du tronçon a,
Cc = consommation du carburant sur a,
Cp = péage sur a,
Ce = frais d'usure et d'entretien du véhicule,
Cm = malus d'inconfort.

Le temps de parcours est fondé sur une loi temps-débit [102 ; SETRA], et sera actualisé après chaque chargement du réseau.

Ce coût généralisé est comparable à celui indiqué dans l'instruction [100] du **SETRA** (précisément dans le programme **ARIANE** [101 ; SETRA]). Il sera actualisé, comme le temps de parcours, après chaque chargement du réseau.

5.6.5 - Recherche des plus courts chemins

La recherche des plus courts chemins est déduite d'un algorithme de la théorie des graphes, celui de **DIJKSTRA** [105-106 ; TAO, DIJKSTRA]. Avec cet algorithme,

nous pouvons réaliser cette recherche pour une paire O-D ou pour l'ensemble des O-D selon le cas.

Nous montrons cet algorithme par la **Figure 3** ci-après. Les calculs se font comme suit :

(a) Commençons par v1 et notons P(v1) = 0 (signe fixe). Ensuite donnons une valeur infinie pour les autres noeuds et l'extrémité et notons T(vj) = +∞ (signe temporaire).

(b) Calculons selon le diagramme dans la **Figure 3** jusqu'au plus court chemin entre v1 et vj_0 soit obtenu, dont u désigne tous les chemins possibles entre ces deux points.

Nous verrons le détail de cet algorithme un peu plus tard dans **§6.3.**

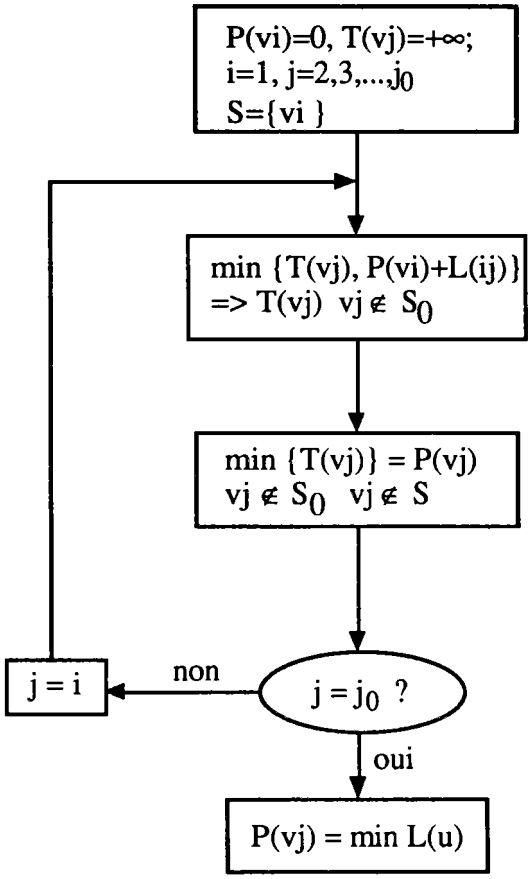


Figure 3 - Diagramme simplifié de l'algorithme de **DIJKSTRA**

5.6.6 - Simulation de l'écoulement du trafic

Nous rejetons les méthodes traditionnelles pour l'affectation du trafic, abordées déjà dans §3, car ces méthodes ont des caractères fortement mathématiques et manquent d'analyses sur les comportements des voyageurs. En plus les résolutions des formules dans ces méthodes sont souvent simplifiées et transformées, ce qui dérivent les hypothèses faites au début.

La nouvelle méthode développée ne fait pas d'appel aux formules mathématiques, mais est fondée sur un algorithme des théories de graphes et les comportements des voyageurs. Cela rend la nouvelle méthode non seulement explicative mais aussi très souple, ce qui permet d'approcher les observations pratiques.

L'autre avantage est dû au calcul informatique. L'utilisation de l'algorithme au lieu de formules complexes rend le temps de calcul informatique beaucoup plus bref, car la simulation de circulation effectue en même temps la recherche des plus courts chemins et le chargement du trafic sans aucun recours à l'itération.

5.6.7 - Reconstitution du trafic

Les processus de recherche des plus courts chemins et des simulations du trafic se répètent plusieurs fois selon le nombre de segments des déplacements et le nombre des paires origine-destination. Pendant ces processus, les coûts généralisés changent en fonction des nouveaux états du trafic.

Après tous les chargements du trafic sur le réseau, la fonction objectif est employée. Elle examine l'écart de chaque compteur, et ensuite déforme la matrice des T_{ij} et P^{kl}_{ij}.

La nouvelle matrice sera jugée par une analyse de corrélation avec les indicateurs socio-économiques des zones étudiées. Une bonne corrélation conduit les processus à la phase suivante et la matrice sert à calibrer les modèles de l'initialisation.

CHAPITRE 6 - REALISATION DU MODELE

6.1 - Développement de la fonction objectif

Nous reprenons ici les formules de la fonction objectif,

$$\text{Min } Z = \text{Min} \sum_{kl=1}^{M} (R_e^{kl} - R_m^{kl})^2 \qquad (57)$$

$$\text{Soumise à : } R_e^{kl} = \sum_{i=1}^{N} \sum_{j=1}^{N} (P_{ij}^{kl} * T_{ij}) \qquad kl=1,2,...,M \qquad (58)$$

$$\text{où : } \quad 0{,}0 \le P_{ij}^{kl} \le 1{,}0 \qquad (56a)$$

ainsi que le modèle de l'initialisation :

$$T_{ij} = K * O_i * D_j * F_{ij} \qquad (59)$$

où :

$$O_i = \sum_{j=1}^{N} T_{ij} \qquad (59b)$$

$$D_j = \sum_{i=1}^{N} T_{ij} \qquad (59c)$$

Combinons les équations (57), (58) et (59) et faisons les dérivées de Z sur O_i, D_j, F_{ij}, K et P^{kl}_{ij}. Nous pouvons obtenir une série d'équations.

$$\frac{\partial Z}{\partial O_i} = \sum_{kl=1}^{M} 2*(R_m^{kl} - R_e^{kl})*[-\sum_{j=1}^{N} (P_{ij}^{kl}*K*D_j*F_{ij})]=0, \quad \forall i$$

$$\frac{\partial Z}{\partial D_j} = \sum_{kl=1}^{M} 2*(R_m^{kl} - R_e^{kl})*[-\sum_{i=1}^{N} (P_{ij}^{kl}*K*O_i*F_{ij})]=0, \quad \forall j$$

$$\frac{\partial Z}{\partial F_{ij}} = \sum_{kl=1}^{M} 2*(R_m^{kl} - R_e^{kl})*[-(P_{ij}^{kl}*K*O_i*D_j)]=0, \quad \forall i, j$$

$$\frac{\partial Z}{\partial K} = \sum_{kl=1}^{M} 2*(R_m^{kl} - R_e^{kl})*[-\sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{N}(P_{ij}^{kl}*O_i*D_j*F_{ij})]=0$$

Par $\frac{\partial Z}{\partial O_i}=0$, nous avons :

$$\sum_{kl=1}^{M} 2*(R_m^{kl} - \sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{N}P_{ij}^{kl}*K*O_i*D_j*F_{ij})*[-\sum_{j=1}^{N}(P_{ij}^{kl}*K*D_j*F_{ij})]=0, \quad \forall i$$

$$\sum_{kl=1}^{M}(R_m^{kl} *\sum_{j=1}^{N}(P_{ij}^{kl}*K*D_j*F_{ij}) = \sum_{kl=1}^{M}[(\sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{N}P_{ij}^{kl}*K*O_i*D_j*F_{ij})*[\sum_{j=1}^{N}(P_{ij}^{kl}*K*D_j*F_{ij})]$$

Notons $\quad RSM^{kl} = \sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{N}P_{ij}^{kl} * K * O_i * D_j * F_{ij}$

$$RSO_i = RSM^{kl} - O_i * TSO^{kl}$$

$$TSO^{kl} = \sum_{j=1}^{N}P_{ij}^{kl} * K * D_j * F_{ij}$$

Nous avons :

$$O_i = \frac{\sum_{kl=1}^{M}(R^{kl}*TSO^{kl}) - \sum_{kl=1}^{M}(RSO_i * TSO^{kl})}{\sum_{kl=1}^{M}(\sum_{j=1}^{N}P_{ij}^{kl}*K*D_j*F_{ij})*TSO^{kl}}, \qquad \forall i$$

donc :

$$O_i = \frac{\sum_{kl=1}^{M}(R_m^{kl} - RSO_i) * TSO^{kl}}{\sum_{kl=1}^{M}(TSO^{kl})^2} \qquad \forall i \qquad (61)$$

où $RSM^{kl} = \sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{N} P_{ij}^{kl} * K * O_i * D_j * F_{ij}$

$$RSO_i = RSM^{kl} - O_i * TSO^{kl} \qquad (61b)$$

$$TSO^{kl} = \sum_{j=1}^{N} P_{ij}^{kl} * K * D_j * F_{ij}$$

Par $\frac{\partial Z}{\partial D_j}=0$, nous avons :

$$\sum_{kl=1}^{M} 2*(R_m^{kl} - \sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{N} P_{ij}^{kl}*K*O_i*D_j*F_{ij})*[-\sum_{j=1}^{N}(P_{ij}^{kl}*K*O_i*F_{ij})]=0, \quad \forall j$$

$$\sum_{kl=1}^{M}(R_m^{kl}*\sum_{j=1}^{N}(P_{ij}^{kl}*K*O_i*F_{ij}) = \sum_{kl=1}^{M}[(\sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{N} P_{ij}^{kl}*K*O_i*D_j*F_{ij})*[\sum_{j=1}^{N}(P_{ij}^{kl}*K*O_i*F_{ij})]$$

Notons $RSD_j = RSM^{kl} - D_j * TSD^{kl}$

$$TSD^{kl} = \sum_{i=1}^{N} P_{ij}^{kl} * K * O_i * F_{ij}$$

Nous avons :

$$D_j = \frac{\sum_{kl=1}^{M}(R_m^{kl} - RSD_j) * TSD^{kl}}{\sum_{kl=1}^{M}(TSD^{kl})^2} \qquad \forall j \qquad (62)$$

où $RSD_j = RSM^{kl} - D_j * TSD^{kl}$

$$TSD^{kl} = \sum_{i=1}^{N} P_{ij}^{kl} * K * O_i * F_{ij} \qquad (62b)$$

Par $\frac{\partial Z}{\partial F_{ij}}=0$, nous avons :

$$\sum_{kl=1}^{M} 2*(R_m^{kl} - \sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{N} P_{ij}^{kl}*K*O_i*D_j*F_{ij})*[-(P_{ij}^{kl}*K*O_i*D_j)]=0, \quad \forall i, j$$

$$\sum_{kl=1}^{M} (R_m^{kl} * \sum_{j=1}^{N} (P_{ij}^{kl} * K * O_i * D_j) = \sum_{kl=1}^{M} [(\sum_{i=1}^{N} \sum_{j=1}^{N} P_{ij}^{kl} * K * O_i * D_j * F_{ij}) * [\sum_{j=1}^{N} (P_{ij}^{kl} * K * O_i * D_j)]$$

Notons $RSF_{ij} = RSM^{kl} - F_{ij} * TSF^{kl}$

$TSF^{kl} = P_{ij}^{kl} * K * O_i * D_j$

Nous avons :

$$F_{ij} = \frac{\sum_{kl=1}^{M} (R_m^{kl} - RSF_{ij}) * TSF^{kl}}{\sum_{kl=1}^{M} (TSF^{kl})^2} \qquad \forall\ i, j \qquad (63)$$

où $RSF_{ij} = RSM^{kl} - F_{ij} * TSF^{kl}$

$TSF^{kl} = P_{ij}^{kl} * K * O_i * D_j$ (63b)

Par $\frac{\partial Z}{\partial K} = 0$, nous avons :

$$\sum_{kl=1}^{M} 2*(R_m^{kl} - \sum_{i=1}^{N} \sum_{j=1}^{N} P_{ij}^{kl} * K * O_i * D_j * F_{ij}) * [-\sum_{i=1}^{N} \sum_{j=1}^{N} (P_{ij}^{kl} * K * O_i * D_j * F_{ij}^{kl})] = 0$$

Notons $RSK = \sum_{i=1}^{N} \sum_{j=1}^{N} P_{ij}^{kl} * O_i * D_j * F_{ij}$

Nous avons donc :

$$K = \frac{\sum_{kl=1}^{M} (R_m^{kl} * RSK^{kl})}{\sum_{kl=1}^{M} (RSK^{kl})^2} \qquad (64)$$

où $RSK = \sum_{i=1}^{N} \sum_{j=1}^{N} P_{ij}^{kl} * O_i * D_j * F_{ij}$ (64b)

Par $\frac{\partial Z}{\partial P_{ij}^{kl}}=0$, nous avons :

$$(R_m^{kl} - \sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{N} P_{ij}^{kl}*K*O_i*D_j*F_{ij}) *[-\sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{N}(K*O_i*D_j*F_{ij}^{kl})]=0$$

Notons $RSPijkl = RSM^{kl} - P_{ij}^{kl} * Tij$

$Tij = K * O_i * D_j * F_{ij}$

Nous avons donc :

$$P_{ij}^{kl} = \frac{R_m^{kl} - RSPijkl}{Tij} \qquad (65)$$

où $RSPijkl = RSM^{kl} - P_{ij}^{kl} * Tij$

$Tij = K * O_i * D_j * F_{ij}$ (65b)

$0,0 \le P_{ij}^{kl} \le 1,0$ (56a)

Nous pouvons faire les dérivées de Z directement sur T_{ij}. Cela nous donne :

Par $\frac{\partial Z}{\partial T_{ij}}=0$, nous avons :

$$\sum_{kl=1}^{M} [R_m^{kl} - \sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{N} P_{ij}^{kl}*K*O_i*D_j*F_{ij}) *(-P_{ij}^{kl})]=0$$

Notons $RSPijkl = RSM^{kl} - P_{ij}^{kl} * Tij$

$Tij = K * O_i * D_j * F_{ij}$

Nous avons donc :

$$T_{ij} = \frac{\sum_{kl=1}^{M} (R_m^{kl} - RSPijkl) * P_{ij}^{kl}}{\sum_{kl=1}^{M} (P_{ij}^{kl})^2} \qquad (66)$$

Ces formules peuvent paraître un peu complexes, mais toutes ont un sens physique très clair. Prenons l'exemple de O_i dans la formule (61). Cette O_i est fonction de la différence entre la valeur réelle et la valeur estimée d'un compteur, différence pondérée par la contribution du trafic de ce compteur par tous les trafics venant de l'origine i, et résultat de la somme de cette différence sur tous les compteurs apparus sur le réseau.

Une O_i (ou D_j) est donc reconstituée par tous les compteurs du réseau. C'est important, car nous sommes souvent confiants de l'ensemble des résultats de comptage. Cela veut dire que l'estimation de O_i ne devait pas être trop biaisée même s'il existe quelques compteurs aberrants.

La pondération par la contribution du trafic d'un compteur de tous les trafics venant de l'origine i implique que l'ensemble de ces trafics venant de l'origine i joue le rôle le plus important pour O_i.

F_{ij} est également fonction de la différence entre la valeur réelle et la valeur estimée d'un compteur, différence pondérée par la contribution de tous les trafics d'origine i et de destination j passant par ce compteur, et résultat de la somme de cette différence sur tous les compteurs apparus sur le réseau. F_{ij} est donc spécialement concernée par les compteurs situés entre la relation d'origine i et de destination j.

L'estimation de K suit la même logique que O_i et F_{ij}. Ainsi sa valeur devrait être assez exacte. Selon les formules ci-dessus, ce paramètre K peut être estimé sur l'ensemble du réseau ou par une ou plusieurs zones selon le cas. Dans le premier cas, K reflète la distribution du trafic sur l'ensemble du réseau, et dans le deuxième, K reflète la distribution du trafic sur les zones concernées.

P^{kl}_{ij} définit la part du trafic T_{ij} passé par le compteur kl, ce qui est exactement exprimé par la formule (65). La prise en compte de tous les compteurs dans P^{kl}_{ij} est implicite.

L'analyse sur les D_j est identique que celle de O_i. Ainsi la conclusion sur la reconstitution de O_i peut appliquer également sur celle de D_j , conclusion que l'estimation de D_j ne devait pas être trop biaisée même s'il existe quelques compteurs aberrants. Cette conclusion est aussi valable pour les F_{ij} et P^{kl}_{ij}.

La formule (66) montre que T_{ij} peut être calculé directement sans passer par les calculs sur les K, O_i, D_j et F_{ij}. T_{ij} est fonction de la différence entre la valeur réelle et la valeur estimée d'un compteur, différence pondérée par les trafics passant par ce compteur, et résultat de la somme de cette différence sur tous les compteurs apparus sur le réseau.

Nous avons donc deux façons différentes pour reconstituer les trafics $\{T_{ij}\}$:

— Premièrement, nous pouvons calculer $\{T_{ij}\}$ par l'intermédiaire de ses "composantes" K, O_i, D_j et F_{ij}, qui sont reliés directement avec les caractéristiques socio-économiques des zones étudiées et donc permettent de juger et interpréter les résultats du point de vue socio-économique de transport. L'utilisation d'une formule gravitaire (59) n'est que, dans ce cas-là, pour faire liaison entre les trafics et les caractéristiques socio-économiques. Chaque composante (K, O_i, D_j et F_{ij}) recalculée reflète l'influence de ces caractéristiques. Le produit de ces composantes donne lieu à des trafics $\{T_{ij}\}$.

— Second, nous pouvons calculer directement les $\{T_{ij}\}$ sans faire des hypothèses sur ces trafics. C'est le cas où il existe une matrice o-d a priori. Par la formule (66) ainsi que les équations qui la précèdent, nous comprenons que cette matrice a priori peut contenir des zéros et ne pose aucun problème sur les résultats.

Nous constatons par cela que nous pouvons imposer la structure de la matrice o-d sans toucher aux trafics nuls dans la matrice a priori. Nous pouvons également, dans un sens de reconstitution, corriger cette structure en replaçant les zéros par des petits trafics (1,0 par exemple). Ces deux possibilités nous permettent de comparer les résultats sous différentes hypothèses. L'application concrète se trouvera dans les chapitres suivants.

Nous appelons ces deux façons de calculs comme "Priorités de calculs". C'est intéressant, car cela nous permet de lancer le programme par les objets mieux connus. Une autre façon de calcul réside dans la priorité sur l'affectation définie par la formule (65). Nous utilisons davantage ces différentes priorités dans la troisième partie de la thèse.

Les équations ci-dessus sont des équations implicites, car les nouvelles estimations sont fonctions de leurs anciennes valeurs. Elles sont donc non-linéaires. La résolution de ces équations se fait par itération (comme le principe de Gauss-Seidel [20, HAMERSLAG et al.]).

Les formules ci-dessus peuvent nous donner la solution sur les paramètres des modèles. Outre que le paramètre K, l'autre paramètre de la matrice o-d (distribution) est incorporé dans F_{ij}. En fait, F_{ij} peut être exprimé par la suivante :

$$F_{ij} = \exp (C_{ij} * \alpha) \qquad (66b)$$

où : C_{ij} — coût généralisé entre zone i et zone j,
α — paramètre

Une fois F_{ij} déterminé, α peut donc être obtenu tout de suite.

Puisque les nouvelles estimations sont fonctions de leurs anciennes valeurs, nous comprenons mieux pourquoi le calibrage du modèle de l'initialisation est autonome. Avec l'application de la fonction objectif, chaque nouvelle estimation est plus proche de la réalité que son ancienne valeur, réalité traduite par le fait que les estimations doivent réagir de telle façon que les comptages soient mieux satisfaits. On peut commencer par une connaissance partielle du trafic généré (e. g. : enquêtes partielles), mais on arrive toujours à mieux approcher la réalité avec l'aide de la fonction objectif.

C'est également la raison pour laquelle nous n'avons pas sollicité une matrice o-d a priori. Au contraire, nous avons travaillé directement sur les caractéristiques socio-économiques des zones étudiées, ce qui nous permet non seulement de mieux interpréter les résultats mais aussi juger les nouvelles estimations à chaque moment nécessaire.

6.2 - Enchaînement du modèle

Jusqu'à ici, nous avons développé les principes, les algorithmes nécessaires et bien sûr les équations de calcul.

Nous allons montrer tous ces concepts par un diagramme (voir la **Figure 4**) pour concrétiser et mieux saisir l'enchaînement de ce nouveau modèle. Notons que ce nouveau modèle s'appelle **REMODE** (**RE**constitution d'une **M**atrice **O**rigine-**DE**stination).

(a) Nous commençons par l'initialisation du trafic (par le sous-programme **MOGET**). Cette initialisation, comme nous l'avons déjà indiqué plus haut, est fondée directement sur les caractéristiques socio-économiques des zones étudiées. Les O_i et D_j sont calculés par ces caractéristiques avec l'aide de l'équation (1) dans **§1.1**. La forme de cette équation peut être déterminée par les données connues et bien sûr par le modèle lui-même plus tard.

$$O_i = a + \sum_{j=1}^{n} b_j * X_j \qquad (1)$$

(b) Ensuite nous calculons la matrice o-d (par le sous-programme **MODIT**) par ces O_i, D_j et les F_{ij}, qui sont trouvées par le module de la recherche des plus courts chemins évoqué plus loin dans (f), avec la formule de (59). Les modalités de détermination des paramètres du modèle sont comme dans (a).

$$T_{ij} = K * O_i * D_j * F_{ij} \qquad (59)$$

(c) Chaque trafic o-d (i, j) sera désagrégé en un certain nombre de segments S selon les motifs et les valeurs du temps de ces motifs (par le sous-programme **DESAG**). Un segment T(i, j, S) est choisi par le tirage au sort sur l'ensemble de deux dimensions : nombre de segments S par paire o-d et nombre total ($i \leq N$, $j \leq N$) des paires o-d par le sous-programme **ALEAT**.

(d) En même temps, nous établissons le réseau en format du graphe (par le sous-programme **DONNE**).

(e) Nous pouvons calculer maintenant les coûts généralisés pour chaque segment de voyageurs pour toutes les relations o-d sur toutes les routes (par les sous-programmes **TEDEP** et **COUTS**).

(f) Puis nous recherchons les plus courts chemins pour toutes les o-d (par le sous-programme **MOREC**).

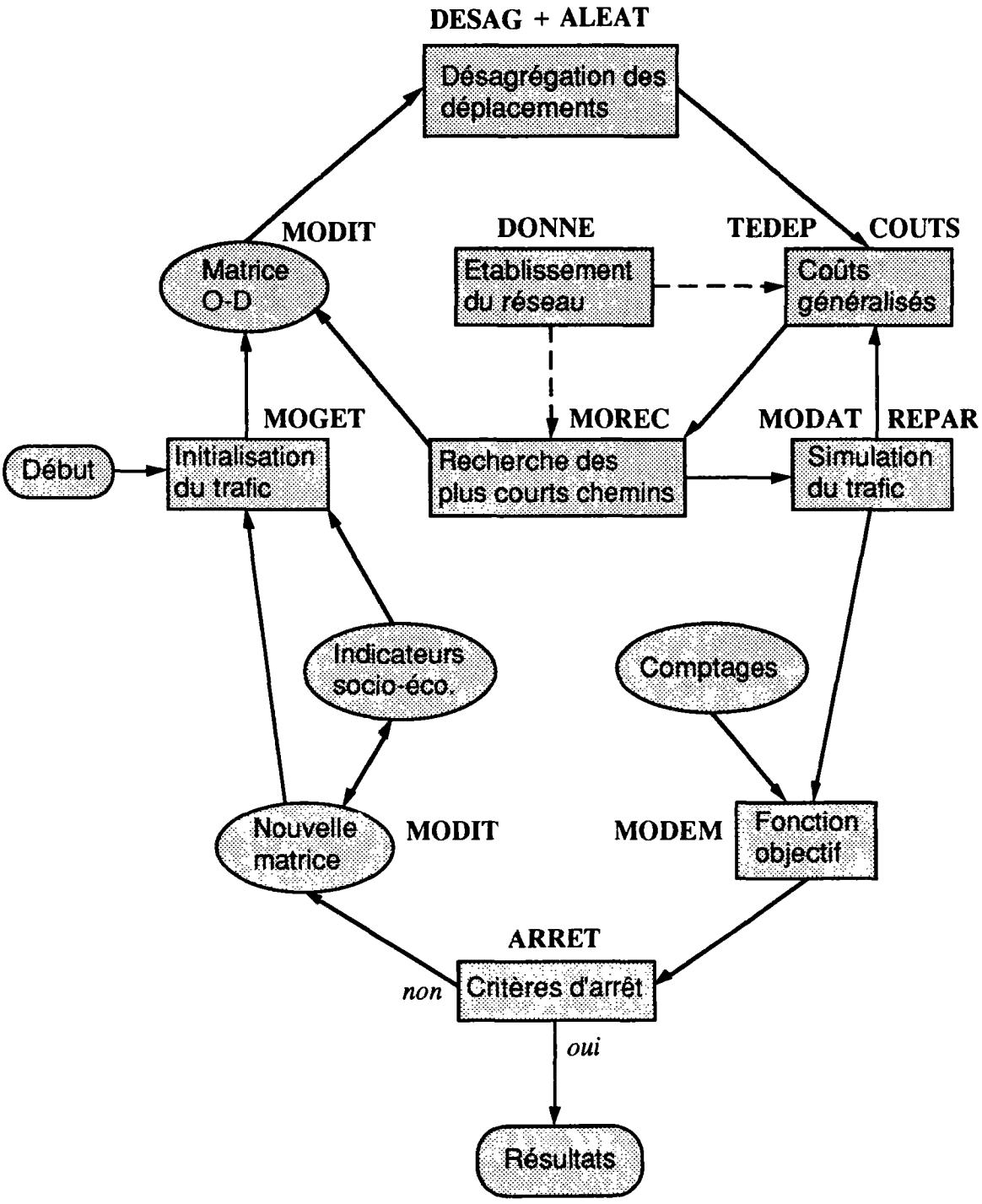
(g) Une fois les chemins trouvés, nous effectuons la simulation de l'écoulement du trafic (par les sous-programmes **MODAT** et **REPAR**).

(h) Répètons (e), (f), (g) jusqu'à ce que tous les segments de trafic de toutes paires o-d soient chargés sur le réseau.

(i) Appliquons la fonction objectif pour retrouver une nouvelle matrice o-d (par le sous-programme **MODEM**).

(j) Si les comptages sont bien reconstitués, on arrête. Sinon, continuons (par le sous-programme **ARRET**).

Figure 4 - Diagramme du modèle **REMODE**



(k) La nouvelle matrice fera l'objet d'une analyse de corrélation avec les caractéristiques socio-économiques des zones et sert à calibrer le modèle de 'l'initialisation (par le sous-programme **MOGET**).

(l) Recommençons par l'étape (c) jusqu'à ce que les critères d'arrêt soient atteints.

Notons que les critères d'arrêt sont à la précision souhaitée des résultats et le nombre d'itérations maximal du programme. Si ces critères sont satisfaits, le programme s'arrête. Sinon, l'itération continue avec la nouvelle matrice calculée et les nouveaux chemins de parcours.

Chacune de ses étapes fait l'objet d'un sous-modèle. Chaque sous-modèle est fait pour résoudre un problème spécial et est conçu indépendamment. Il peut tourner tout seul ou interactivement avec les autres.

L'ensemble du modèle **REMODE** est donc constitué de processus différents mais cohérents car tous ses sous-modèles ont été écrits de façon continue. Cette conception modulaire confère une grande souplesse au modèle.

D'une part, nous pouvons suivre le fonctionnement et l'évolution de chaque sous-modèle très efficacement. La conception modulaire nous permet d'améliorer facilement et à tout moment chaque sous-modèle. D'autre part, nous pouvons nous concentrer sur l'objectif qui nous intéresse en laissant tout simplement chaque sous-modèle faire leur travail, ce qui nous permet de faire évoluer l'ensemble du modèle.

Une telle tâche ne pourra pas aboutir sans avoir recours aux outils informatiques. Un listing des processus de **REMODE** se trouve dans **Annexe 2** pour permettre de mieux comprendre cet enchaînement du modèle.

6.3 - Réalisation des sous-modèles

Une belle idée reste inutile si elle n'est pas réalisable et ne peut pas aboutir à des résultats pratiques. Un bon modèle devrait être fondé sur les hypothèses solides et souples, assurer la simple utilisation et bien évidemment fournir les bons résultats.

Nous allons essayer de développer nos modèles de cette façon afin de traduire les principes que nous avons déjà évoqués et de nous donner les résultats interprétables.

6.3.1 - Traitement des données et établissement du réseau — DONNE

Ce sous-modèle DONNE établit le graphe du réseau et situe les compteurs sur le graphe.

Le réseau est décrit par un fichier ASCII (texte lisible). Chaque ligne de ce fichier représente une route. Chaque route comporte le type, ses deux extrémités (noeuds), le nom, la longueur, le temps de parcours, la vitesse, le péage et le compteur.

L'extrémité (noeud) est précisée par son code IGN ou ses coordonnées MICHELIN (de repérage), son libellé et son numéro de département. La relation entre les codes IGN et les coordonnées MICHELIN est connue et les formules sont établies dans **§7.1.3**.

Les comptages sont organisés dans un autre fichier. Dans ce fichier, il y a le nom du compteur (correspondant au fichier du réseau), son département, le trafic étranger, le trafic total, le trafic de transit et sa décomposition par les plaques minéralogiques des véhicules immatriculés dans tous les départements.

Le trafic de transit ci-dessus est défini comme le trafic de véhicules immatriculés dans des zones autres que la zone où se situe le compteur.

Chaque fois le programme lit une route, il examine s'il y un compteur ou non. Si oui, il va chercher dans le fichier des comptages pour ajouter ce compteur et son comptage sur le réseau.

Le graphe du réseau est organisé en mode de noeuds. Quand le programme lit une route, il énumère ses deux extrémités (noeuds). Ensuite il exprime cette route en deux dimensions. La première dimension est le numéro du premier noeud, et la deuxième dimension est le numéro d'ordre du deuxième noeud dans la connexion avec le premier noeud. Ce numéro d'ordre exprime le nombre de routes connecté avec le premier noeud. Si la route a deux sens, le programme ajoute une route de l'autre sens de la même façon.

Par exemple, une route comporte deux noeuds, énumérés de 56 et 58. On sait qu'il y a déjà deux routes connectées avec le noeud 56. Cette nouvelle route sera exprimée comme : noeud(56,3) = 58.

Cette façon d'organiser les noeuds nous économise beaucoup de place disponible (mémoire en terme informatique). Normalement le nombre de routes connectée sur un noeud est moins de 12. Donc pour un réseau contient 1000 noeuds, toutes les routes seront exprimées en un tableau de 1000*12. Par contre, si la deuxième dimension d'une route est le numéro du deuxième noeud, le tableau aura une grandeur de 1000*1000, 83 fois plus important que le premier cas.

Les comptages et les pourcentages d'affectation seront organisés de la façon que le premier cas : la deuxième dimension d'une route en numéro d'ordre du deuxième noeud.

Dans le cas où plusieurs routes relient deux même noeuds, nous créons un noeud ou un itinéraire fictif pour éliminer cette ambigüité.

Les centroïdes représentent les centres des zones étudiées. Ces centroïdes devaient être parmi les noeuds entrés. La description des centroïdes à part nous permet de gérer les fichiers assez facilement.

Le zonage de ces centroïdes est précisé par un fichier de relation entre les départements et les zones étudiées. Une zone est une combinaison d'un ou de plusieurs départements.

Par ce sous-modèle, nous pouvons également supprimer certains compteurs sans toucher aux autres fichiers.

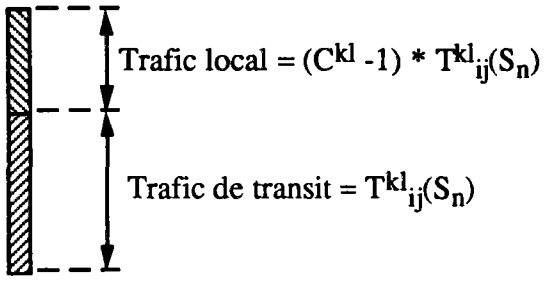
Dans **§5.6.6**, nous avons parlé du coefficient entre le trafic local et le trafic de transit. En fait, ce coefficient est défini comme le rapport entre le trafic total et le trafic de transit, notant C^{kl}.

Sur chaque route avec un compteur, nous connaissons ce coefficient C^{kl} par le fichier des comptages. Ensuite nous classons ces coefficients selon le lieu (la zone) et le type de route. Nous pouvons ainsi obtenir les moyennes pour les différents types de routes sur l'ensemble du réseau.

Pour le coefficient moyen de chaque type dans chaque zone, nous faisons bien évidemment la moyenne sur tous les compteurs du même type de route dans la même zone. Si ce coefficient calculé est égal zéro, il prend la valeur de la moyenne du même type de route sur l'ensemble du réseau.

Pour une route sans compteur, son coefficient est d'abord cherché dans le même type de route de la même zone. S'il n'en a pas, ce coefficient va prendre la valeur d'un autre type de route de la même zone. Sinon, il va prendre la valeur moyenne du même type sur l'ensemble du réseau.

Donc si nous connaissons la part du trafic de transit de trafic T_{ij} passant par la route kl, notant $T^{kl}_{ij}(S_n)$, nous avons le trafic total égal $C^{kl} * T^{kl}_{ij}(S_n)$ (voir la **Figure 5**).



C^{kl} --- coefficient sur la route kl du trafic total sur le trafic de transit, connu du recensement de circulation en 1990

$T^{kl}_{ij}(S_n)$--- segment S_n du trafic de transit T_{ij} passant par la route kl

Figure 5 - Composition du trafic de segment S_n sur la route kl

6.3.2 - Modèle de génération du trafic — MOGET

Une fois le réseau établi et les zones définies, nous pouvons générer les trafics pour ces zones à l'aide de la formule dans **§1.1**.

$$O_i = a + \sum_{j=1}^{n} b_j * X_j \qquad (1)$$

Où : O_i - nombre de déplacements de la zone i,
X_j - facteur j,
a, b_j - constante,
n - nombre de facteurs.

Les cinq facteurs socio-économiques que nous allons utiliser pour calculer les trafics sont : l'emploi, le nombre de voitures particulières, la consommation de carburant, le kilométrage des routes et autoroutes, et la population.

Ce modèle est d'abord calibré sur les enquêtes existantes, puis appliqué sur l'ensemble de zones étudiées pour initialiser les trafics. L'exemple numérique sera donné dans **§7.1**.

Après l'application de la fonction objectif, nous utilisons à nouveau MOGET pour le calibrer et pour juger la relation entre les trafics reconstitués et ces facteurs socio-économiques. Le coefficient de corrélation est donné par la formule suivante :

$$R=0,5105-0,002727*nbct \qquad (1b)$$

dont nbct désigne le nombre de centroïde.

6.3.3 - Modèle de distribution du trafic — MODIT

Dès qu'on a les générations de trafic dans chaque zone, on peut calculer la distribution du trafic avec l'aide du modèle en formule (59).

$$T_{ij} = K * O_i * D_j * F_{ij} \qquad (59)$$

F_{ij} est le résultat des modèles COUTS et MOREC. Nous les évoquons plus tard dans **§6.3.6** et **§6.3.7** ci-après.

6.3.4 - Désagrégation de déplacements — DESAG

Nous précisons tout d'abord les formules de la loi log-normale que nous allons utiliser pour la désagrégation des déplacements.

Rappelons d'abord la définition de la loi log-normale. Une distribution statistique unimodale établie vers les X grands prenne une forme symétrique du type Laplace-Gauss (loi normale) si l'on arrange X en logX. On dit que X suit la loi log-normale [9b, 96 ; BRESSON, MARCHE].

L'expression élémentaire de la loi normale (Laplace-Gauss) est :

$$dp = \frac{1}{\sigma * \sqrt{2\pi}} * \exp^{(-\frac{(z-m)^2}{\sigma^2})} * dz \qquad (67)$$

dont m désigne la moyenne et σ l'écart-type. La loi normale dépend de ces deux paramètres (m et σ).

Toutes les lois normales se déduisent de l'une d'elles par :

— un changement d'origine (ou une translation), correspondant à la valeur centrale m ;

— un changement d'unité ou changement d'échelle (ou "homothétie"), à partir de la valeur centrale m, correspondant à la valeur de σ.

Rappelons que la loi normale est dite "loi des grands nombres". Il est plus exact de dire que la loi normale est la loi des effets additifs de causes nombreuses ou en d'autres termes, la loi de la somme de variables aléatoires : suffisamment nombreuses, de forme quelconque, mais dont aucune n'est trop prépondérante et qui ne sont pas trop corrélées entre elles.

L'expression élémentaire de la loi log-normale est :

$$dp = \frac{1}{\sigma_g * \sqrt{2\pi}} * \exp^{(-\frac{(\log x - m_g)^2}{\sigma_g^2})} * d(\log x) \qquad (68)$$

La loi log-normale porte le nom de loi de l'effet proportionnel car si l'additivité des effets conduit à la loi normale, c'est la multiplicativité des causes indépendantes, ayant chacune un effet négligeable, qui conduit à la loi log-normale. Les principales caractéristiques de la loi log-normale sont :

$$m_g = \exp^{(m + \sigma^2/2)}$$

$$\text{et} \qquad \sigma_g = m_g * \sqrt{(\exp^{\sigma^2} - 1)} \qquad (69)$$

dont m_g et σ_g désignent respectivement la moyenne et l'écart-type de la loi log-normale.

Sur le plan pratique, les deux paramètres de loi log-normale les plus "parlants" sont :

— la moyenne m_g, caractérisant le "*niveau*" de x ;

— l'écart-type σ, qui caractérise la "*dispersion relative*" de x.

Il convient de noter que l'écart-type σ est de celui de la loi normale. A ce propos, voyons également la démonstration dans la formule (70) ci-après.

Les fractiles des deux lois se correspondent par $x = \exp^{(z)}$, dont z suit la loi normale et x la loi log-normale.

Une courbe normale réduite est souvent disponible pour calculer la probabilité élémentaire de la loi normale avec m = 0 et $\sigma = 1$. Notons cette distribution comme $X_0 \sim N(0,1)$.

Pour une autre distribution de loi normale avec les valeurs m et σ quelconques, notant $Z \sim N(m, \sigma^2)$, sa relation avec $X_0 \sim N(0,1)$ est exprimée comme :

$$Z = m + X_0 * \sigma$$

Cela veut dire que la probabilité pour la valeur X_0 de la distribution N(0,1) est la même que celle pour la valeur Z de la distribution $N(m, \sigma^2)$.

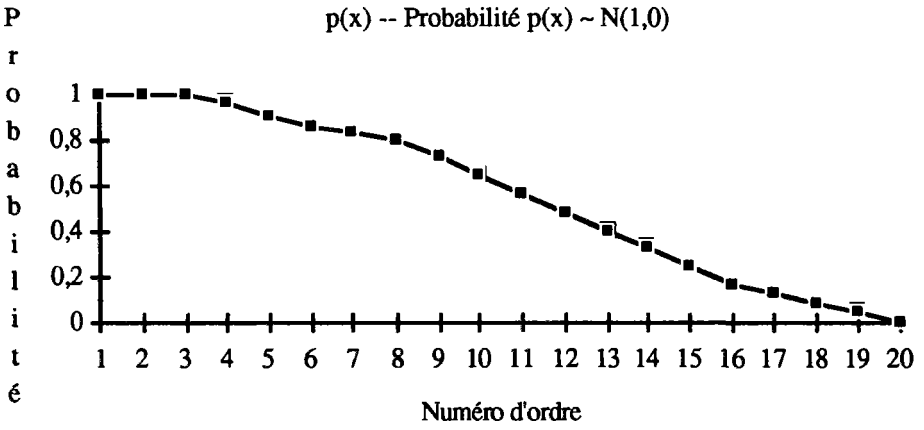
Nous pouvons ainsi déduire que cette probabilité est aussi la même pour une valeur de $X = \exp^{(Z)}$ dont Z suit la distribution $N(m, \sigma^2)$ et X la loi log-normale (voir la **Figure 6**). Nous avons donc :

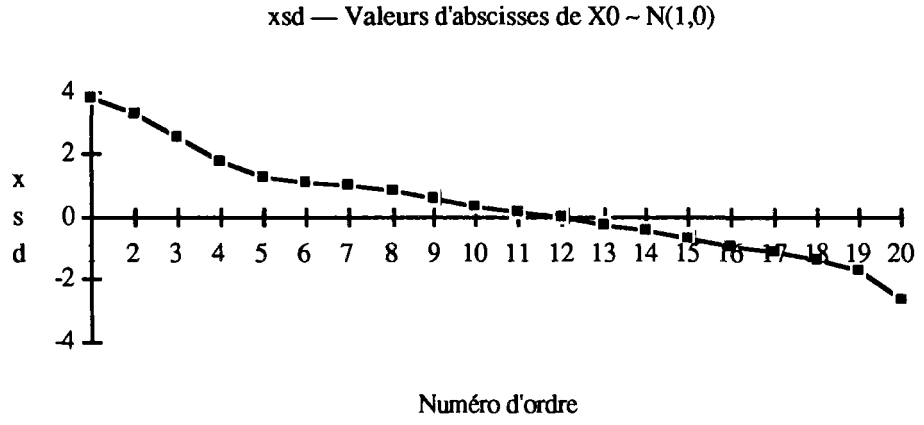
$$X = \exp^{(Z)} = \exp^{(m + X_0 * \sigma)}$$

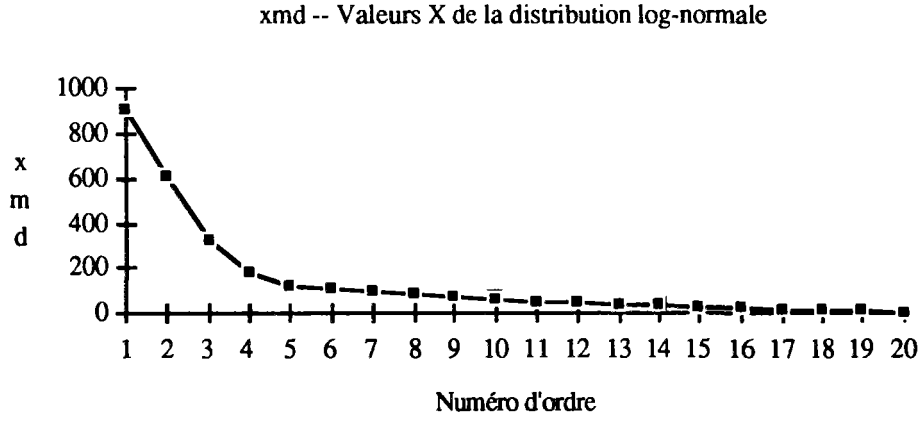
$$= \frac{\exp^{(m + \sigma^2/2)}}{\exp^{(\sigma^2/2)}} * \exp^{(X_0 * \sigma)} = \frac{m_g}{\exp^{(\sigma^2/2)}} * \exp^{(X_0 * \sigma)} \qquad (70)$$

A nouveau, cette formule prouve que l'écart-type σ est issu de celui de la loi normale alors que m_g vient de celui de la loi log-normale.

Figure 6 - Graphiques des lois normale et log-normale







Dans la **Figure 6**, les trois courbes p(x), xsd (X_0 ci-dessus) et msd (X ci-dessus) se correspondent (avec $m_g = 60,0$ et $\sigma = 0,8$ pour la courbe log-normale), dont p(x) est la probabilité, xsd la valeur correspondante d'abscisses de la distribution normale et msd la valeur correspondante d'abscisses de la distribution log-normale. Les ordonnées de ces trois graphiques ne sont là que pour donner une échelle de référence. Ces trois courbes ne sont pas assez lisses car nous n'avons pris que vingt points.

Nous pouvons maintenant montrer comment désagréger tous les segments de déplacements par la loi log-normale.

Pour un motif donné i de déplacement, nous connaissons sa valeur du temps H_i, son écart-type σ_i et son pourcentage P_i. Nous donnons également la finesse souhaitée pour la désagrégation de ce motif de déplacement, exprimée par le nombre de segments S_i.

Pour chaque segment (i, j), nous prenons son pourcentage $P(i, j) = P_i / S_i$. Selon la distribution log-normale, nous pouvons retrouver la valeur du temps (médiane) X(i, j) pour ce segment. Le calcul de cette médiane est comme suit :

(a). calculons d'abord la probabilité correspondante à cette médiane :
$pmc(i, j) = 1.0 / S_i * 0.5 * (2*j - 1)$
dont $1 \leq j \leq S_i$

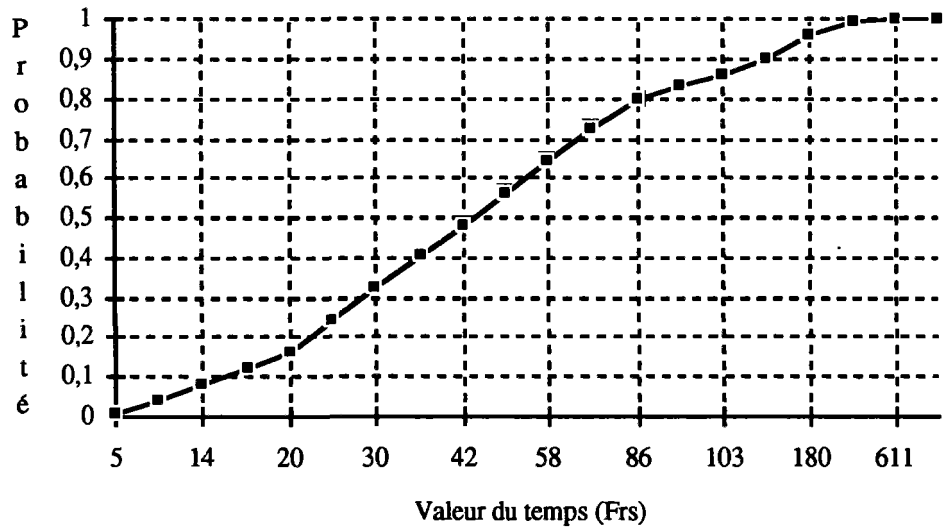
(b). retrouvons la valeur $X_0(i, j)$ (abscisses) correspondante à pmc(i, j) par la distribution N(0,1)

(c). nous avons donc X(i, j) par la formule (70) ci-dessus, dont $m_g = H_i$ et $\sigma = \sigma_i$.

Pour les autres segments et autres motifs, nous faisons la même chose. Nous allons enfin trouver toutes les valeurs du temps (médiane) et les pourcentages pour tous les segments (voir **Figure 6bis**, dont la médiane=43,5689).

Le nombre de segments de population que nous voulons obtenir pour chaque motif dépend de la précision souhaitée de notre simulation. Plus grand sera S_i, plus précis seront les résultats et plus lourds seront les calculs. D'après plusieurs essais, une valeur de p(i, j) = 5~10% pour chaque segment convient bien les deux aspects.

Figure 6bis - Distribution log-normale de la valeur du temps (m_g=60, σ=0,8)



6.3.5 - Tirage aléatoire des segments de déplacements — ALEAT

Quel segment déplacera-t-il en premier ? La question posée sera déterminée par un processus du tirage aléatoire.

L'utilisation de ce processus du tirage aléatoire est surtout due aux incertitudes des voyageurs en déplacements, qui seront détaillées dans §6.3.8.

Ce tirage aléatoire peut être effectué par une fonction fournie par la machine (l'ordinateur). L'inconvénient est que les résultats sont dépendants de la machine.

Pour que les résultats soient indépendants de la machine, nous utilisons un algorithme simple de la méthode de congruence multiplicative (le détail est donné dans la fonction "generalea" du listing de programme **REMODE** en **Tome Annexe 2**). La formule est :

U(N+1)=A*U(N) MODULO (2**M)	(71)
Avec ici M=36, A=64155708247 et U(0)=A.	

Ce tirage aléatoire est effectué sur l'ensemble de segments de tous les trafics origine-destination.

6.3.6 - Calcul des coûts généralisés — COUTS

Les coûts généralisés sont calculés par la formule (60) en fonction de la valeur du temps de voyageur et la situation de l'offre.

$$G(a,l)=v(l)*t(a)+(Cc+Cp+Ce+Cm)*d(a) \qquad (60)$$

où : G(a,l) = Coût généralisé du tronçon a pour l'usager l,
v(l) = valeur du temps de l'usager l,
t(a) = temps de parcours sur tronçon a,
d(a) = longueur du tronçon a,
Cc = consommation du carburant sur a,
Cp = péage sur a,
Ce = frais d'usure et d'entretien du véhicule,
Cm = malus d'inconfort.

Les valeurs de *Ce* et *Cm* sont précisées dans [100, 101 ; SETRA]. Par exemple, pour un véhicule léger, le malus d'inconfort sur une route de 2 voies *Cm* = 0,21 FF/km (voir le détail dans la **Table 10** dans **§7.3.2**) et le frais d'usure et d'entretien *Ce* = 0,27 FF/km (en Francs 1985).

Au premier passage, la valeur du temps de voyageur prend la moyenne de l'ensemble des motifs et la situation de l'offre peut être fixé par l'utilisateur du programme afin d'initialiser la matrice. Dans les passages suivants, la valeur du temps correspondra au segment sélectionné.

Le coût généralisé entre zone i et zone j est donc calculé par :

$$C_{ij} = \sum_{a=1}^{nl} G(a,l) \qquad (66c)$$

dont nl est le nombre d'arcs sur la liaison de zone i à zone j.

$$F_{ij} = \exp (C_{ij} * \alpha) \qquad (66b)$$

où : C_{ij} — coût généralisé entre zone i et zone j,
α — paramètre

6.3.7 - Modèle de recherche des plus courts chemins — MOREC

La recherche des plus courts chemins est fondée sur l'algorithme de **DIJKSTRA** par le critère du coût généralisé que nous avons calculé ci-dessus.

Nous considérons n points (noeuds), et certaines ou toutes paires d'entre eux sont connectées par une branche. La longueur de chaque branche est connue. Nous nous limiterons au cas où au moins un chemin existe entre deux noeuds, quels qu'ils soient.

L'algorithme pour trouver le plus court chemin entre deux noeuds désignés P et Q peut être exprimé comme suit :

Nous utilisons le fait que si R est un noeud sur le plus court chemin entre P et Q, la connaissance de ce dernier (P à Q) implique la connaissance du plus court chemin de P à R. Dans la solution proposée, les plus courts chemins de P à d'autres noeuds sont construits afin d'augmenter la longueur jusqu'à Q est atteint.

Dans ce processus de la résolution, les noeuds sont classés en trois groupes :

A. les noeuds pour lesquels le plus court chemin de P est connu. Ces noeuds seront ajoutés dans ce groupe afin d'augmenter la longueur du chemin de noeud P ;

B. les noeuds parmi lesquels le prochain noeud est prêt à être ajouté dans le groupe A seront sélectionnés. Ce groupe compend tous les noeuds qui sont connectés à au moins un noeud du groupe A mais pas encore appartient à A eux-même ;

C. le reste des noeuds.

Les branches sont également classées en trois groupes :

S1. les branches apparues dans le plus court chemin de P à des noeuds dans groupe A ;

S2. les branches parmi lesquels la prochaine branche est prête à être placée dans le groupe S1 seront sélectionnées. Une et seulement une branche de ce groupe sera positionnée à chaque noeud dans le groupe B ;

S3. le reste des branches (rejetées ou pas encore considérées).

Pour commencer, tous les noeuds sont dans le groupe C et toutes les branches sont dans le groupe S3. Nous transférons maintenant le noeud P dans le groupe A et, à partir de ce moment, répétons les étapes suivantes :

Etape 1. Considérons toutes les branches r connectées le noeud juste transféré dans le groupe A avec les noeuds R dans les groupes B ou C. Si le noeud R appartient au groupe B, nous vérifions si l'utilisation de la branche r donne une augmentation à un chemin plus court de P à R que le chemin connu qui utilise la branche correspondante dans le groupe S2. Si ce n'est pas vrai, la branche r est rejetée.

Cependant, si l'utilisation de r donne une connexion plus courte entre P et R que la précédente obtenue, la branche correspondante est remplacée dans le groupe S2 et ce dernière est rejetée. Si le noeud R appartient au groupe C, il est ajouté au groupe B et la branche r est ajoutée au groupe S2.

Etape 2. Chaque noeud dans le groupe B peut être connecté au noeud P en une seule façon si nous nous limitons aux branches de groupe S1 et à l'une de groupe S2. Dans ce sens, chaque noeud dans le groupe B a une distance du noeud P. Le noeud avec la moindre distance de P est transféré du groupe B au groupe A, et la branche correspondante est transférée du groupe S2 au groupe S1. Ensuite nous retournons à l'étape 1 et répétons le processus jusqu'au noeud Q qui est transféré dans le groupe A. La solution est ainsi obtenue.

Le diagramme du calcul de cet algorithme est montré dans la **Figure 7**, dont

N — nombre de noeuds ;
A(i,j) — $j^{ième}$ noeud connecté avec le noeud i ;
B(i,j) — longueur entre noeuds i et A(i,j) ;
T(i) — longueur totale estimée de l'origine au noeud i ;
P(i) — longueur totale calculée de l'origine au noeud i ;
R(i) — précédent noeud sur le plus court chemin en i.

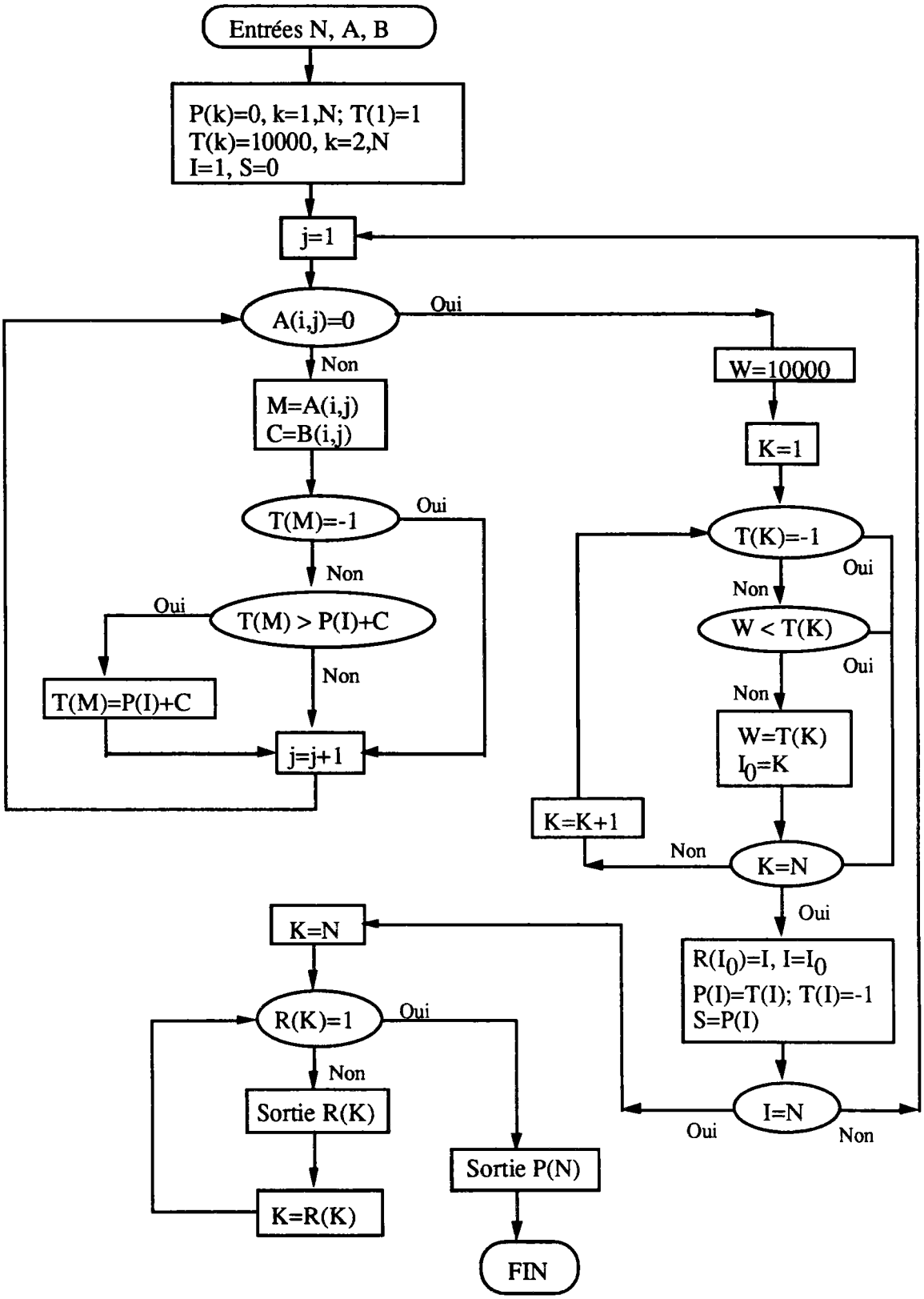
Cette recherche peut effectuer sur une seule paire o-d ou sur toutes les paires o-d selon le cas.

6.3.8 - Modèle d'affectation du trafic — MODAT

Trois principales hypothèses ont été faites pour simuler l'écoulement de circulation du trafic :

(a) un voyage est considéré indépendamment de l'ensemble des voyages interurbains,
(b) les voyageurs choisissent par avance les chemins du moindre coût généralisé,
(c) en cas d'encombrements, les voyageurs prennent des itinéraires de délestage.

Figure 7 - Algorithme de **DIJKSTRA**



L'attribution d'une paire O-D est choisie par le processus aléatoire, qui est souvent utilisé dans la simulation et fondé sur l'indépendance des voyages effectués. Car pour un voyageur particulier dans l'ensemble des voyages interrégionaux, il peut savoir quand se déplacer. Mais pour tous voyageurs entre toutes origines et destinations, chaque personne est indépendante. L'utilisation de processus aléatoire approche donc l'incertitude des comportements des voyageurs.

Un voyageur interurbain peut souvent informer lui-même avant se déplacer. Avec l'aide d'un plan routier, du service sur le trafic en radio ou du Minitel, un voyageur choisit souvent son itinéraire en avance. Cette présélection est fondée sur les conditions de circulation actuelles et les informations disponibles ainsi que ses expériences antérieures, et peut être modifiée lors de ses voyages.

L'itinéraire avec le moindre coût généralisé pour un segment de voyages d'une paire origine-destination est calculé par la formule (60) et l'algorithme **DIJKSTRA.** Comme évoqué plus haut, si un voyageur rencontre la congestion, il modifiera son choix de routes basé sur les mêmes principes.

Le mécanisme de cette simulation est la suivante :

(1) préparer l'ensemble des segments de voyages,

L'ensemble de segments de voyages est composé de toutes paires o-d. Chaque paire o-d (avec le trafic T_{ij}) est désagrégé en certain nombre de segments S. Un segment particulier S_n dans T_{ij} peut ensuite écrit comme $T(i, j, S_n)$.

(2) initialiser la situation du trafic dans le réseau

La situation initiale du trafic sur le réseau peut être fixé à un certain niveau pour le premier passage. Par exemple, le temps de parcours peut être de 100% ~ 120% du temps de parcours libre. En fait, après la première itération, ce temps de parcours correspondra à la situation du segment chargé sur le réseau.

(3) sélectionner un segment

L'attribution d'un segment S_n avec le trafic $T(i, j, S_n)$ pour simulation est sélectionnée par hasard dans l'ensemble des segments.

(4) affecter un segment

Les chemins du moindre coût généralisé des voyageurs du segment numéro S_n sont choisis après la charge du segment numéro S_{n-1} sur les routes. Si des voyageurs du segment numéro S_n rencontrent une route (b-j) dont le trafic (avec une part ou rien des

voyageurs de ce segment S_n) atteint son seuil de saturation (capacité), sur ses chemins présélectionnés (les chemins i-a-b-j sur la **Figure 8bis**), cette part (part 2) des voyageurs continue son chemin vers la destination. Le reste des voyageurs de ce segment (part 1) n'empruntent plus les chemins de l'entrée (b) de la route saturée (b-j) à la destination (j), mais recherchent les nouveaux chemins du moindre coût généralisé (b-c-j) avec le nouvel état du trafic du réseau (à partir du point d'entrée de la route saturée) (voir la **Figure 8**).

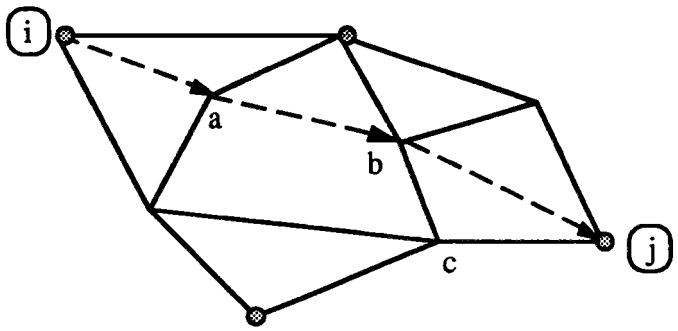


Figure 8bis - Chemins du moindre coût généralisé

Cet algorithme est valable pour tous segments ou une part du segment des voyageurs, même pour les voyageurs qui ont passé le maillon précédent dont certaines routes ont été saturées, et qui pourraient rencontrer à nouveau l'encombrement dans le maillon suivant.

(5) recalculer les coûts généralisés pour l'ensemble du réseau

(6) répéter de l'étape (3) jusqu'à tous les segments (T(i, j, S)) soient affectés sur le réseau.

Nous précisons que le trafic de la matrice O-D pour la simulation est le trafic de transit. Mais la charge sur les routes est le trafic de transit plus le trafic local, car nous connaissons le rapport entre eux pour chaque zone grâce aux informations des comptages (le détail a été traité dans §6.3.1). Nous pouvons également, en gardant la charge comme le trafic de transit, utiliser ce rapport entre le trafic de transit et le trafic local pour faire augmenter la capacité virtuelle des routes. Ces deux méthodes ont des mêmes effets.

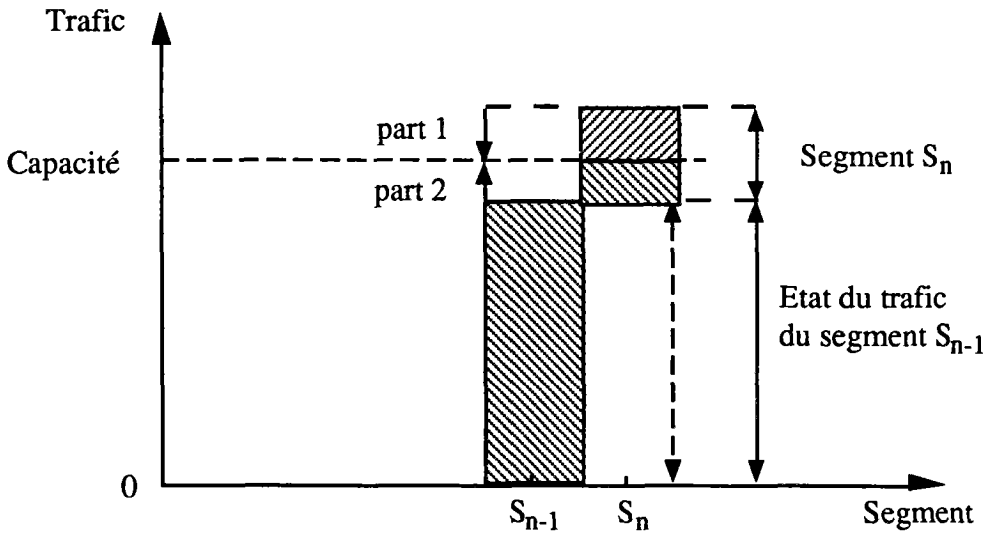


Figure 8 - Simulation de l'écoulement du trafic

Avec les chemins recherchés par MOREC, nous effectuons la charge sur ces chemins. Chaque paire o-d est choisie par hasard (par le sous-modèle ALEAT). En respectant les hypothèses faites pour la simulation de l'écoulement du trafic, nous notons les points d'encombrement et redistribuons ces trafics selon les mêmes principes (évoqués déjà dans §5.6.6).

6.3.9 - Temps de parcours et consommation de carburant — TEDEP

Après chaque MODAT, la charge sur le réseau change. Le temps de parcours et la consommation de carburant changent également. Nous utilisons les études faites par le **SETRA** [100, 101, 102 ; SETRA] pour effectuer ce calcul.

Ces études ont été réalisées en années 70 sur une trentaine de tronçons sélectionnés. Les paramètres retenus se divisent en trois groupes. Le premier groupe qu'on appelera "Caractéristiques géométriques" comprend en particulier, la largeur de la route, la visibilité, la pente et la fréquence de carrefour. Cette dernière sera considérée seulement en agglomération. Le second groupe peut s'appeler "Caractéristiques d'exploitation" dans ce sens qu'elles peuvent être modifiées sans trop de difficulté. Citons la limitation de la vitesse, les feux tricolores, le type de priorité à un carrefour. Le troisième groupe s'appelle "Caractéristiques de débit". Il comprend le débit horaire, le pourcentage de P.L. et les agglomérations des notions telles que la population qui illustre l'intensité des débits traversiers en général inconnus.

Le temps de parcours en fonction du débit horaire double sens peut être évalué à partir des formules ci-après :

$$TVL=A00+A10*QVL+A01*QPL+A30*QVL^3+A21*QVL^2*QPL \quad (72)$$

dont : TVL — temps de parcours kilométrique VL en heure/km,
QVL — débit horaire VL,
QPL — débit horaire PL,
Axx — coefficients en fonction de visibilité, pente moyenne et largeur des routes.

Le débit horaire peut être remplacé par le trafic journalier moyen annuel (TJMA) avec un coefficient PHIVL. En moyenne nationale PHIVL est égal à 14,69. PHIVL varie selon la section de 11 à 15. Il est égal à 11 environ pour les sections avec fort trafic d'été ou de week-end. Il est égal à 15 environ pour les sections moyennes et les sections avec trafic d'hiver élevé (zones urbaines).

Nous pouvons également prendre en compte de l'incidence de la saturation et de la variation du débit sur le temps de parcours en introduisant un terme Pdk*AVL+SVL. Ces dernières trois variables sont fonction de la fréquence de PL et de TJMA, en prenant compte des effets des ralentissements et de l'attente des véhicules à un goulot d'étranglement.

La consommation du carburant se fait de la même manière.

Toutes les formules détaillées se trouvent dans [102 ; SETRA] ou dans le listing du programme **REMODE**.

6.3.10 - Modèle de déformer matrice o-d par les comptages — MODEM

Nous répétons les étapes de 6.3.6 à 6.3.9 pour charger tous les segments de déplacements sur les routes. Dès qu'ils sont achevés, nous aurons les premières estimations d'affectations et de comptages. Ensuite nous appliquons la fonction objectif ainsi que toutes les formules développées au début de ce chapitre pour calculer les nouvelles estimations de chaque élément.

Comme nous l'avons indiqué plus haut que la résolution des équations se fait par itération, nous pouvons définir donc certains critères d'arrêt, par exemple, le nombre

d'itération et la précision souhaitée du calcul. Dès que ces critères sont remplis, les nouvelles estimations sont trouvées.

La nouvelle matrice o-d ainsi que les nouvelles estimations des paramètres deviennent donc cohérentes avec les comptages réels. Les paramètres au début de calcul peuvent être des estimations. Après MODEM, ils sont calibrés automatiquement par le programme. C'est ce qu'on appelle le *calibrage autonome*.

Cette nouvelle matrice o-d fera toute de suite l'objet d'une analyse de corrélation, par MOGET, en relation des caractéristiques socio-économiques des zones étudiées. Elle sert également à calibrer les modèles de l'initialisation dans MOGET et MODIT.

TROISIEME PARTIE

APPLICATION DU MODELE SUR LE RESEAU ROUTIER FRANÇAIS

"Ceux qui connaissent la liaison entre leurs destinations et leurs origines dans leurs vies sont les plus heureux", J. W. Von GOETHE.

INTRODUCTION

Nous avons développé dans les chapitres précédents le nouveau modèle **REMODE**. Ce modèle, fondé sur les six principes qui relient étroitement les voyageurs, la demande, l'offre et les caractéristiques socio-économiques des zone étudiées, devrait nous permet de trouver les résultats explicatifs du point de vue non seulement mathématique mais aussi de l'économie de transport.

Nous allons appliquer ce modèle sur le réseau routier français. Ce réseau routier national, décrivant la situation routière en 1990, comporte toutes les autoroutes en service, toutes les routes nationales ainsi que certaines routes départementales. Le trafic correspondant à ce réseau a été fourni par le sondage de circulation en 1990. Nous disposons également quelques informations sur les trafics origine-destination entre certaines régions que nous traiterons plus tard.

Nous effectuerons les calculs de matrices origine-destination sur les trois principaux zonages : zonage régional (de 21*21), zonage départemental (de 91*91) et zonage intermédiaire (de 40*40). Les résultats de ces calculs seront confrontés aux résultats d'enquêtes de transports 1981-1982 et ceux du modèle **MATISSE**.

Nous testerons enfin la stabilité du modèle **REMODE** et les sensibilités des comptages. Nous tirerons quelques remarques sur les résultats et les comptages.

CHAPITRE 7 - APPLICATION DU MODELE SUR LE RESEAU ROUTIER FRANÇAIS

7.1 - Préparation et traitement des données

Dans les chapitres précédents, nous avons montré qu'un réseau routier, la définition du zonage, les caractéristiques socio-économiques des zones, les comptages et la connaissance sur le partage de déplacements sont nécessaires pour le modèle. Ces données sont faciles à obtenir.

7.1.1 - Traitement des données disponibles sur les trafics o-d

Bien qu'une matrice o-d a priori ne soit pas nécessaire pour le modèle, elle contient certaines informations utiles. En fait, nous n'avons pas une matrice o-d complète, même pour une matrice o-d de région à région (21*21 cases) (voir **Figure 9** pour la carte des 21 régions). C'est le cas actuel en France.

Cela ne nous empêche pas d'avoir une matrice o-d partielle estimée. Nous ne pouvons pas nous servir de cette matrice pour les projets, mais nous pouvons exploiter les informations contenues dans cette matrice.

Le **SETRA** a obtenu une matrice o-d (région-région) partielle par son propre travail et les enquêtes réalisées par les **CETE**. Les cases de cette matrice sont remplies à 22% (95 sur 441). Les autres cases, en particulier ceux en zones limitrophes, sont indisponibles (voir la **Table 1c** pour cette matrice). Les trafics dans la matrice o-d sont en débit journalier moyen annuel de VL (véhicule léger).

Cette matrice est ensuite redressée par l'**OEST** (**G. GAC**). Le travail se fait en deux étapes :

(a1). d'éclater ces flux région-région en flux département-département,

Par cela, **GAC** a utilisé un modèle gravitaire pour calibrer ces flux région-région en prenant les variables comme la population, le revenu et le taux de motorisation.

$$T_{ab}=k*(P_a*P_b)^{0,825}*(R_a*R_b)^{0,067}*(T_a*T_b)^{0,351}*(C_{ab})^{-1,82} \quad (73)$$

dont : T_{ab} désigne le trafic entre la région a et la région b ;

P_a, R_a, T_a sont respectivement Population, Revenue, Taux de motorisation dans la région a et C_{ab} Distance entre la région a et la région b.

Ensuite **GAC** appliquait ce modèle au flux département-département.

$$T_{ij}=T_{ab}*t_{ij}/\Sigma t_{ij} \qquad (74)$$

dont : T_{ij} = trafic ajusté entre départements i et j, $i \in a$, $j \in b$;

T_{ab} = trafic calculé par la formule (73) sur région ;

t_{ij} = trafic calculé par la formule (73) sur département.

(a2). de compléter les flux O-D VL manquants en les modélisant uniquement par les flux marchandises de régions non limitrophes, car les flux voyageurs ne sont pas disponibles.

$$T_{ab}=k+k1*(M_{ab})^{1,8}+k2*(R_a*R_b)^{1,4}+k3*(T_a*T_b)^{1,8}$$

dont : M_{ab} est le marchandise entre zones a et b ;

k, k1, k2 et k3 sont des constants.

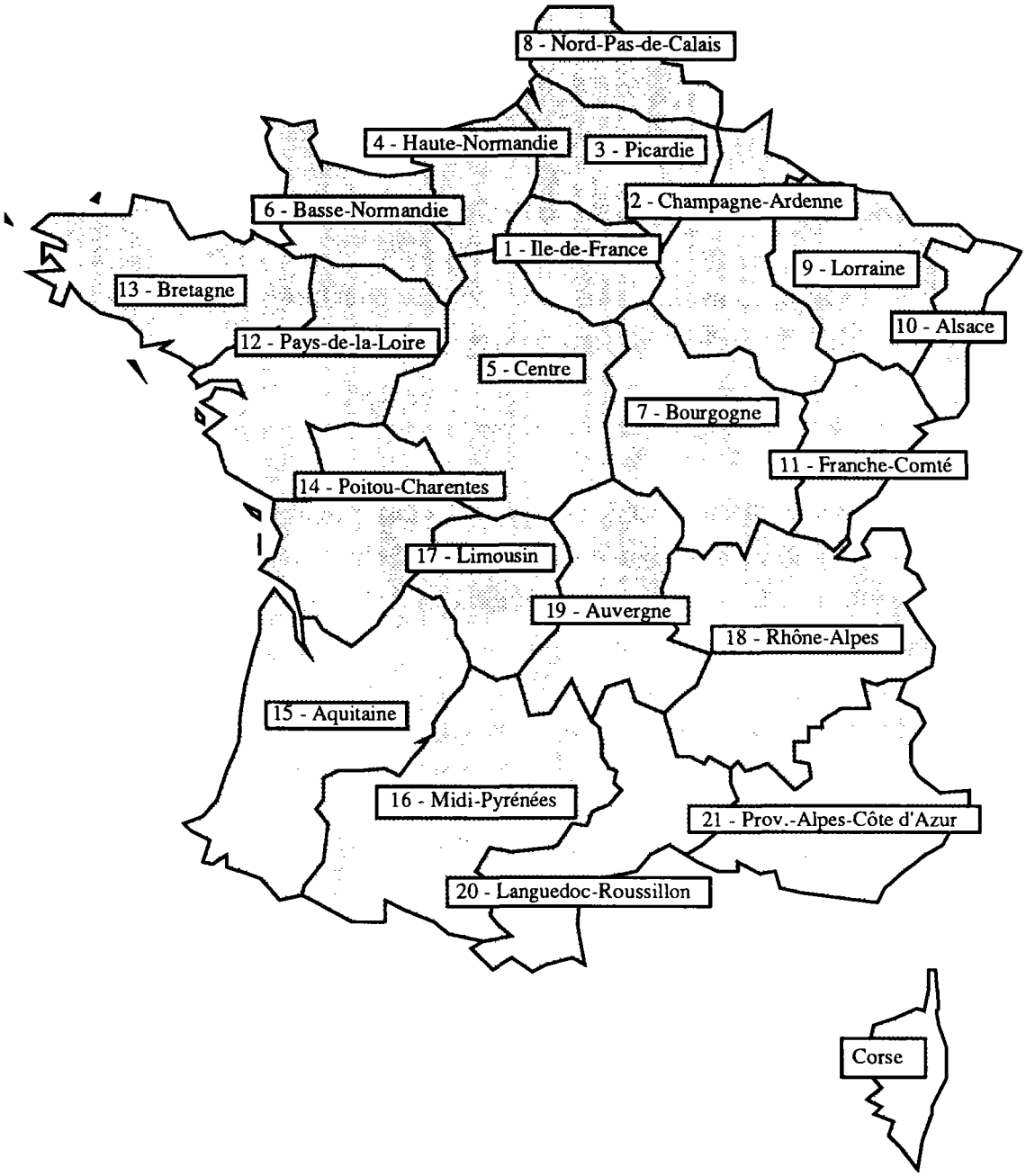
Les flux région-région ainsi modélisés ont été éclatés en flux département-département par application d'un modèle du même type en multiplicatif.

La matrice ainsi redressée est une matrice département-département. Nous l'avons regroupée en une matrice région-région et nous présentons cette matrice région-région dans la **Table 2**. La moitié de la matrice est encore vide.

Pour examiner cette méthode d'éclatement, nous avons comparé tout simplement les cases correspondantes dans les deux matrices (celle du SETRA et celle de l'OEST). Les résultats de cette comparaison sont présentés dans la **Table 3**. La plupart des cases non nulles est bien redressée par le modèle.

Nous allons garder cette idée pour compléter la matrice. Pour simplifier les processus, nous allons travailler directement sur la matrice o-d régionale. Les étapes sont les suivantes :

Figure 9 - Zonage des 21 régions en France



(a1). Préparons les longueurs interrégionales (voir la **Table 4**) et les facteurs socio-économiques de chaque région (voir la **Table 5**). Puis nous utilisons ces données avec les trafics dans la **Table 1c** pour calibrer un modèle du type gravitaire. La formule retenue est comme suit :

$$T_{ij}=\exp^{(-4,148)} *(P_i*P_j)^{(-0,721)} *(E_i*E_j)^{(0,413)} *(V_i*V_j)^{(1,523)} (d_{ij})^{(-0,96)}$$

dont T_{ij} , d_{ij} sont le trafic et la distance entre zones i et j ;

P_i*P_j, E_i*E_j et V_i*V_j sont les populations, emplois et nombres de voitures dans zones i et j ;

Le coefficient de la régression est de 0,764.

(a2). Ensuite, nous utilisons cette formule pour projeter tous les trafics manquants en gardant les trafics connus inchangés.

Les résultats de ce nouveau redressement sont présentés dans la **Table 6**.

Nous verrons plus tard que le zonage que nous utilisons souvent est un zonage de 40*40 en France (voir la **Figure 10**). La raison principale de l'utilisation de ce zonage est de faciliter la comparaison et l'interface avec le modèle **MATISSE**, car ce dernier a déjà défini ce même zonage.

Dans ce cas là, nous pouvons employer la même formule ci-dessus pour projeter les trafics sur les zones 40*40. Premièrement, le zonage 40*40 est assez proche de celui de 21*21 ; deuxièmement, les résultats d'enquêtes sur une matrice o-d de 40*40 ne sont pas disponibles.

Bien entendu, les trafics ainsi redressés sont sous-estimés. La principale raison est que le trafic total de transit pour les zones 40*40 est normalement supérieur à celui pour les zones 21*21. En outre mot, si nous regroupons les zones 40*40 en zone 21*21, le trafic total de transit des zones 40*40 devient deux parties pour les zones 21*21 : une partie (p1) de trafic de transit ; une autre partie (p2) de trafic local. Puisque $p2 \geq 0$, p1+p2 est donc supérieur à p1. La deuxième raison est que la formule ci-dessus ne peut donner le trafic total de transit comparable à celui de zones 21*21, car les sommes de population, emplois et nombre de voitures sont les mêmes pour les deux zonages et la formule gravitaire n'est pas linéaire qui ne peut pas être transposable d'un zonage à l'autre.

Les caractéristiques socio-économiques des 40 zones, les longueurs et temps de parcours entre 40 zones, et la matrice o-d ainsi redressée sont données respectivement dans la **Table 7**, **Table 7bis** et dans la **Table 8**.

Pour les mêmes raisons que celles de zonage de 40*40, nous allons effectuer la première estimation d'une matrice o-d pour le zonage de 91*91. Nous partons d'une matrice o-d de 40*40 et utilisons la formule suivante :

$$T_{hl} = T_{ij} * (P_h / P_i) * (P_l / P_j)$$

où : T_{hl} = Trafic entre le département h et le département l, dont h dans la zone i et l dans la zone j,

T_{ij} = Trafic entre la zone i et la zone j dans le zonage de 40*40,

P_h, P_l = Populations dans les départements de h et l,

P_i, P_j = Populations dans les zones de i et j.

Les caractéristiques socio-économiques et le zonage des 91 zones sont donnés respectivement dans la **Table 18ter** et la **Figure 14** ci-après (**§7.3.3.2**). Les longueurs et temps de parcours entre 91 zones, et la matrice o-d ainsi redressée seront calculés directement par le programme **REMODE**. Seuls les résultats finaux sont présentés dans les **Table 22** et **Table 22bis** (dans le **Tome Annexe 2**).

Table 1c - Matrice O-D régionale partielle SETRA

O/D	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1																		4000		1100	2400
2												90		50		20	10			90	
3														40				125			120
4												660				140	150	220		100	130
5		80	100					160										400			260
6												300				40		210			200
7			20					180					70			30					
8												200		80				330			295
9			190					340				80		45		90		500			
10					150							60	50	40	50	40	30		120		
11	450		90					90								20					
12			250					70													220
13		70	100					200	100		30					130		180		150	240
14								30										200			170
15		90	110	240		100	100	210	100		100										
16																					
17			10					15	10									300			15
18								70													
19	900	50	50	100			150	70	200		65					210					540
20			100					230				440		400							
21								105													

(trafics non disponibles pour les cases blanches)

(Source : SETRA)

N.B: Numérotation des régions.

1 Ile-de-France	**6 Basse-Normandie**	**11 Franche-Comté**	**16 Midi-Pyrénées**	**21 Provence-Alpes-Côte d'Azur**
2 Champagne-Ardenne	**7 Bourgogne**	**12 Pays de la Loire**	**17 Limousin**	**22 Corse**
3 Picardie	**8 Nord-Pas de Calais**	**13 Bretagne**	**18 Rhône-Alpes**	
4 Haute-Normandie	**9 Lorraine**	**14 Poitou-Charentes**	**19 Auvergne**	
5 Centre	**10 Alsace**	**15 Aquitaine**	**20 Languedoc-Roussillon**	

Table 2 - Matrice O-D régionale redressée partielle OEST

O/D	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1	0	79	0	0	0	0	342	5496	4000	0	0	6960	0	1164	0	1333	0	7000	180	918	3300
2	0	0	0	305	0	0	8	730	0	0	12	90	0	50	0	20	10	289	0	90	110
3	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	0	0	0	125	0	0	120
4	0	0	0	0	50	0	0	1600	140	0	0	1236	0	129	0	141	150	220	0	90	130
5	501	260	100	0	0	0	32	170	130	0	75	6960	0	0	0	144	18	280	57	116	100
6	988	62	82	0	350	0	63	200	60	0	41	500	0	76	0	40	0	210	0	80	100
7	0	0	20	188	0	0	0	180	171	0	0	160	70	73	0	30	0	11400	49	93	110
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	270	0	125	0	0	0	400	0	0	500
9	0	0	430	0	0	0	0	240	0	0	1	80	0	45	0	90	0	727	0	0	240
10	1450	450	110	71	153	140	261	200	0	0	0	60	50	40	80	40	30	420	240	101	320
11	450	0	90	60	0	0	7	90	0	0	0	45	0	44	0	20	0	61	0	84	152
12	0	0	250	0	86	0	0	0	0	0	0	0	0	17	980	0	0	470	180	0	220
13	4885	70	130	600	900	5400	0	300	100	0	30	103	0	550	440	200	80	90	0	150	150
14	0	0	0	0	24	0	0	0	0	0	0	8810	0	0	3	0	0	100	0	0	170
15	1591	90	110	240	195	100	100	210	100	0	100	271	170	10000	9	45	700	481	65	255	379
16	0	0	190	0	0	0	0	340	0	0	0	300	0	129	0	5	0	500	0	33	1150
17	0	0	10	0	0	0	0	15	10	0	0	300	0	0	0	42	0	40	0	0	15
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	900	50	50	100	0	51	150	70	200	0	65	122	120	77	0	100	0	64	0	0	334
20	0	0	100	0	0	0	0	230	114	0	0	190	0	400	0	0	0	251	0	0	6404
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7200	0	0	0

(trafics non disponibles pour les cases avec le trafic égal à 0)

(Source : SETRA et OEST)

N.B: Numérotation des régions.

1 Ile-de-France	**6 Basse-Normandie**	**11 Franche-Comté**	**16 Midi-Pyrénées**	**21 Provence-Alpes-Côte d'Azur**
2 Champagne-Ardenne	**7 Bourgogne**	**12 Pays de la Loire**	**17 Limousin**	**22 Corse**
3 Picardie	**8 Nord-Pas de Calais**	**13 Bretagne**	**18 Rhône-Alpes**	
4 Haute-Normandie	**9 Lorraine**	**14 Poitou-Charentes**	**19 Auvergne**	
5 Centre	**10 Alsace**	**15 Aquitaine**	**20 Languedoc-Roussillon**	

Table 3 - Comparaison de la matrice O-D SETRA à celle OEST

O/D	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1																		0,6		1,2	0,7
2												1,0		1,0		1,0	1,0			1,0	
3														1,0				1,0			1,0
4												0,5				1,0	1,0	1,0		1,1	1,0
5		0,3	1,0					0,9										1,4			2,6
6												0,6				1,0		1,0			2,0
7			1,0					1,0					1,0			1,0					
8												0,7		0,6				0,8			0,6
9			0,4					1,4				1,0		1,0		1,0		0,7			
10					1,0							1,0	1,0	1,0	0,6	1,0	1,0		0,5		
11	1,0		1,0					1,0								1,0					
12			1,0					70000,0													1,0
13		1,0	0,8					0,7	1,0		1,0					0,7		2,0		1,0	1,6
14								30000,0										2,0			1,0
15		1,0	1,0	1,0		1,0	1,0	1,0	1,0		1,0										
16																					
17			1,0					1,0	1,0									7,5			1,0
18								70000,0													
19	1,0	1,0	1,0	1,0			1,0	1,0	1,0		1,0					2,1					1,6
20			1,0					1,0				2,3		1,0							
21								105000,0													

(le chiffre de chaque case est le rapport du trafic OEST sur le trafic SETRA dans la même case comparable)

(Source : SETRA et OEST)

N.B: Numérotation des régions.

1 Ile-de-France	**6 Basse-Normandie**	**11 Franche-Comté**	**16 Midi-Pyrénées**	**21 Provence-Alpes-Côte d'Azur**
2 Champagne-Ardenne	**7 Bourgogne**	**12 Pays de la Loire**	**17 Limousin**	**22 Corse**
3 Picardie	**8 Nord-Pas de Calais**	**13 Bretagne**	**18 Rhône-Alpes**	
4 Haute-Normandie	**9 Lorraine**	**14 Poitou-Charentes**	**19 Auvergne**	
5 Centre	**10 Alsace**	**15 Aquitaine**	**20 Languedoc-Roussillon**	

Table 4 - Longueurs et temps de parcours interrégionaux

O/D	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1	90,0	2,16	1,28	1,40	2,05	2,54	2,54	2,22	3,43	5,23	4,30	3,32	4,55	4,10	6,17	8,49	5,05	5,10	4,12	7,28	7,48
2	163,5	90,0	2,19	3,32	3,52	4,48	3,08	2,27	1,54	3,25	4,10	5,19	6,42	5,56	8,03	10,41	6,57	5,14	6,02	7,32	7,52
3	111,5	160,0	90,0	2,42	3,06	4,04	3,54	1,08	3,48	5,41	5,31	4,33	5,55	5,10	7,17	9,49	6,05	6,10	5,12	8,29	8,48
4	145,0	307,5	174,0	90,0	3,02	1,18	4,03	3,10	4,59	6,40	5,40	3,47	4,25	5,10	7,17	9,14	6,01	6,19	5,08	8,38	8,57
5	181,0	337,0	291,0	278,5	90,0	4,06	3,29	4,01	5,19	6,50	5,06	2,38	4,26	2,19	4,26	6,54	3,10	5,36	3,05	7,35	7,59
6	267,0	429,5	290,0	124,0	277,0	90,0	5,19	4,25	6,15	7,55	6,56	3,34	3,09	5,38	7,39	9,36	6,57	7,35	6,32	9,54	10,13
7	273,0	236,0	383,0	412,0	325,0	534,0	90,0	4,50	2,54	3,08	1,42	5,26	6,49	5,34	8,47	6,53	5,41	2,22	3,31	4,40	5,00
8	218,5	241,5	108,5	221,5	392,5	343,5	484,5	90,0	3,56	5,49	6,30	5,28	7,33	6,06	8,13	10,45	7,01	7,06	6,08	9,24	9,44
9	326,5	152,0	296,0	470,5	500,0	592,5	281,0	377,5	90,0	1,56	2,49	6,46	8,08	7,23	9,30	9,05	7,51	4,35	5,43	6,53	7,13
10	434,5	286,5	438,5	578,5	582,0	700,5	327,0	520,0	162,5	90,0	1,35	8,16	9,39	9,08	11,10	9,20	8,02	4,57	5,54	7,08	7,28
11	447,0	291,5	557,0	586,0	499,0	708,0	180,0	534,5	227,0	157,0	90,0	7,03	8,25	7,43	9,44	7,55	6,37	3,28	4,28	5,42	6,02
12	334,0	490,0	440,0	311,0	204,5	221,0	566,0	545,5	653,0	750,0	740,0	90,0	2,58	2,37	4,43	6,40	4,21	8,03	5,33	8,52	10,27
13	458,5	614,5	568,5	354,0	377,0	230,0	690,0	573,5	777,5	874,5	864,5	214,5	90,0	4,52	6,43	8,40	6,59	9,05	7,35	10,52	12,28
14	393,0	549,0	503,0	440,5	221,0	366,0	537,0	604,5	712,0	762,5	615,5	170,0	354,0	90,0	2,35	4,32	2,13	6,58	4,20	6,44	9,18
15	627,0	783,0	737,0	674,5	455,0	585,5	600,5	838,5	946,0	877,5	730,5	380,5	553,5	236,5	90,0	2,04	3,28	7,39	5,19	4,16	6,15
16	707,5	806,0	817,5	870,0	526,5	781,0	730,0	919,0	969,5	965,0	818,0	576,0	749,0	432,0	200,5	90,0	3,42	5,18	5,17	2,24	4,23
17	421,5	520,0	531,5	519,0	240,5	466,0	378,0	633,0	678,0	671,5	524,5	308,5	499,0	152,5	213,5	287,0	90,0	5,07	2,40	5,39	7,50
18	498,5	470,5	608,5	637,5	450,0	759,5	231,5	710,0	471,0	416,0	253,5	638,5	916,0	510,0	598,5	540,5	410,0	90,0	2,42	3,06	3,25
19	412,5	406,5	522,5	510,0	281,0	569,0	221,0	624,0	506,0	499,5	352,5	469,5	658,0	308,5	374,0	393,0	184,5	223,5	90,0	4,42	5,06
20	759,5	731,5	869,5	898,5	645,5	1020,5	492,5	971,0	732,0	727,5	580,5	818,0	991,0	674,0	442,5	241,0	414,5	303,0	372,5	90,0	2,11
21	794,0	766,0	904,0	933,0	729,0	1055,0	527,0	1005,5	766,5	762,0	615,0	917,5	1104,0	751,0	622,5	421,0	598,0	337,5	454,5	183,5	90,0

N.B : a. Le triangle supérieur de la matrice représente les temps de parcours en heures et minutes (ex : 2,16 => 2 heures et 16 minutes).
b. Le triangle inférieur de la matrice représente les longueurs de parcours en km, ainsi que la diagonale 90,0 la longueur intra-zone.
c. Les temps de parcours et les longueurs sont comptés à partir des parycentres des 21 régions.
d. Source : MINITEL 3615 - MICHELIN - AMI et REMODE

Table 5 - Caractéristiques socio-économiques dans les 21 régions

Code Région	Région	Cheflieu de région	E90 en milliers	V90 en milliers	Ess90 en millier m3	Route90 km	P90 en milliers
1	Ile-de-France	Paris	4830	4458	4120	2299	10651
2	Champagne-Ardenne	Châlon-sur-Marne	502	652	526	1433	1346
3	Picardie	Amiens	615	803	708	1420	1810
4	Haute-Normandie	Rouen	648	800	747	988	1736
5	Centre	Orléans	918	1245	1199	2247	2369
6	Basse-Normandie	Caen	540	692	618	923	1391
7	Bourgogne	Dijon	608	827	821	1811	1609
8	Nord-Pas de Calais	Lille	1253	1531	1160	1514	3960
9	Lorraine	Metz	776	1014	762	1889	2304
10	Alsace	Strasbourg	642	792	599	756	1622
11	Franche-Comté	Besançon	399	529	435	977	1097
12	Pays de la Loire	Nantes	1165	1548	1281	1830	3058
13	Bretagne	Rennes	1032	1419	1222	1245	2793
14	Poitou-Charentes	Poitiers	586	892	958	1333	1595
15	Aquitaine	Bordeaux	1028	1501	1469	1879	2794
16	Midi-Pyrénées	Toulouse	918	1350	993	1828	2427
17	Limousin	Limoges	276	395	311	712	724
18	Rhône-Alpes	Lyon	2092	2729	2748	3664	5344
19	Auvergne	Clermont-Ferrand	492	694	558	1260	1318
20	Languedoc-Roussillon	Montpellier	687	1111	1277	1776	2110
21	Provence-Alpes-Côte d'Azur	Marseille	1491	2141	2262	2512	4260
Somme	(21 régions)	(21 régions)	21496	27121	24774	34296	56315

NB : E90, V90, Ess90 et P90 sont l'emploi, le nombre de voitures, la consommation de l'essence plus super et la population, tous exprimés en milliers en 1990 et Route90 le kilomètrage des routes plus autoroutes en 1990.

(Source: SETRA, INSEE - SIRF, Jean-Loup MADRE)

Table 6 - Matrice O-D régionale redressée complète

O/D	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	Somme
1		1313	2280	1921	2557	886	1121	2609	1139	650	397	1701	1183	829	945	763	281	4000	620	1100	2400	28694
2	1313		145	84	127	51	116	214	214	87	54	90	81	50	69	20	10	237	57	90	101	3208
3	2280	145		175	176	89	88	553	136	70	35	141	104	40	88	72	24	125	54	43	120	4557
4	1921	84	175		199	217	89	302	94	58	36	660	178	87	104	140	150	220	59	100	130	5003
5	2557	80	100	199		165	183	160	146	95	69	527	276	279	249	196	93	400	173	103	260	6310
6	886	51	89	217	165		57	165	63	40	25	300	223	86	98	40	25	210	44	33	200	3018
7	1121	116	20	89	183	57		180	165	108	120	129	70	77	124	30	39	653	142	87	203	3713
8	2609	214	553	302	288	165	153		234	129	79	200	226	80	169	140	45	330	98	85	295	6394
9	1139	214	190	94	146	63	165	340		254	115	80	108	45	97	90	27	500	77	71	171	3986
10	650	87	70	58	150	40	108	129	254		124	60	50	40	50	40	30	337	120	54	129	2580
11	450	54	90	36	69	25	120	90	115	124		57	46	39	58	20	16	340	52	42	99	1941
12	1701	106	250	214	527	246	129	70	136	89	57		568	429	354	215	88	454	127	98	220	6077
13	1183	70	100	178	276	223	101	200	100	73	30	568		200	233	130	52	180	86	150	240	4374
14	829	54	71	87	279	86	77	30	71	50	39	429	200		318	162	98	200	108	67	170	3425
15	945	90	110	240	249	100	100	210	100	78	100	354	233	318		604	127	492	160	180	324	5113
16	763	61	72	74	196	68	93	140	86	65	48	215	158	162	604		87	492	139	292	427	4239
17	281	21	10	27	93	25	39	15	10	21	16	88	52	98	127	87		300	64	39	15	1427
18	2486	237	222	231	531	162	653	70	398	337	340	454	303	321	492	492	143		555	545	1230	10201
19	900	50	50	100	173	44	150	70	200	59	65	127	86	108	160	210	64	555		93	540	3805
20	454	42	100	45	103	33	87	230	71	54	42	440	77	400	180	292	39	545	93		603	3929
21	1088	101	104	109	228	81	203	75	171	129	99	219	173	151	324	427	68	1230	192	603		5777
Somme	25555	3189	4801	4480	6714	2825	3831	5852	3902	2569	1888	6839	4396	3839	4842	4170	1506	11799	3020	3874	7878	117768

(Trafics redressés par une formule du type gravitaire dans §7.1.1)

Figure 10 - Zonage 40*40 en France

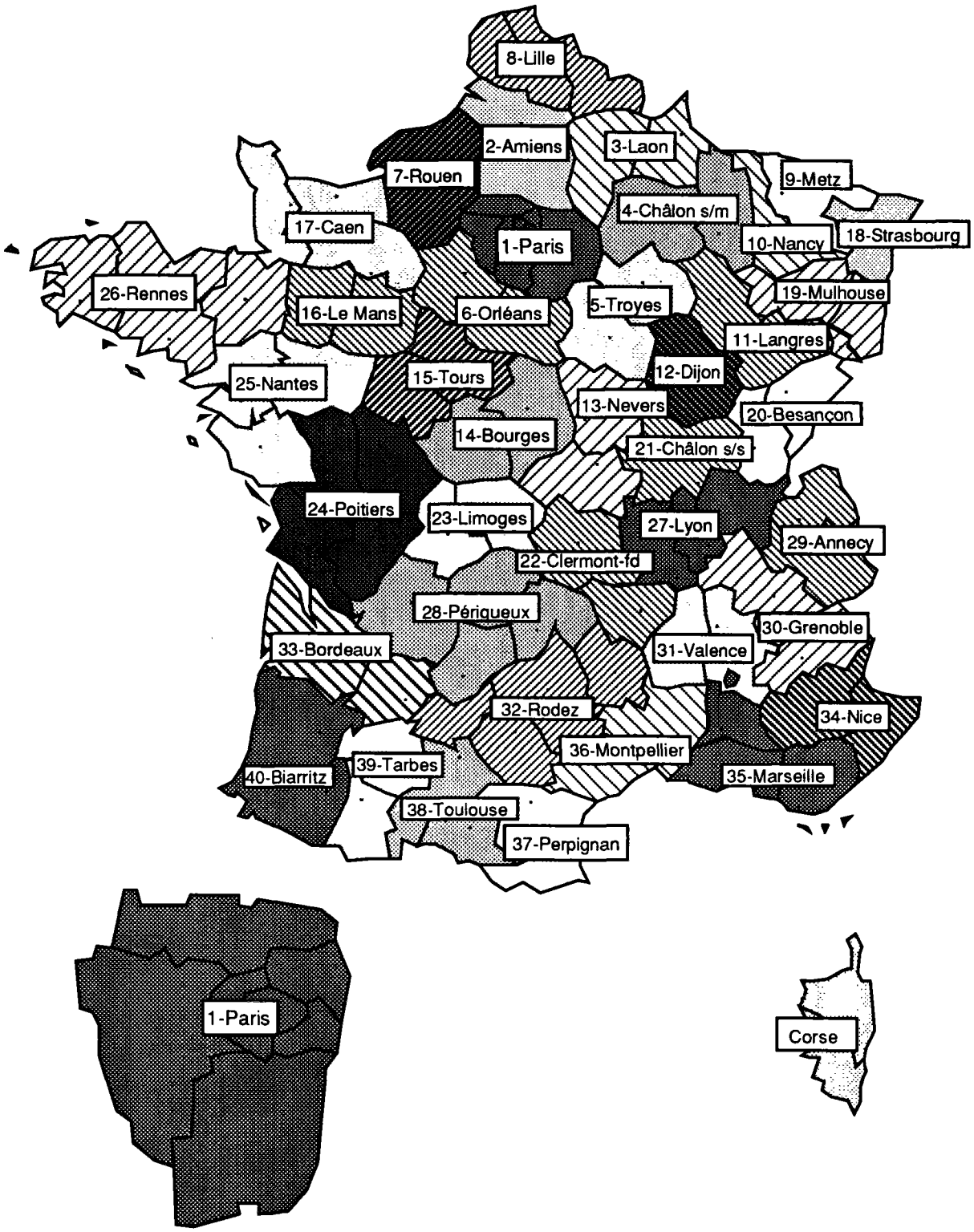


Table 7 - Caractéristiques socio-économiques des 40 zones

Code zone	E90 en milliers	V90 en milliers	Ess90 en millier m3	Route90 km	P90 en milliers
1	4830	4458	4120	2299	10651
2	432	568	515	849	1273
3	281	362	277	801	833
4	276	371	306	855	753
5	234	315	317	717	612
6	373	504	561	900	975
7	648	800	747	988	1736
8	1253	1531	1160	1514	3960
9	327	441	297	656	1011
10	241	305	254	585	711
11	151	207	154	556	434
12	195	242	250	624	494
13	212	312	250	738	589
14	217	298	250	615	559
15	328	442	388	732	835
16	318	399	322	739	792
17	540	692	618	923	1391
18	385	453	364	438	951
19	446	576	424	728	1191
20	279	359	317	701	733
21	212	295	290	514	559
22	306	422	344	568	803
23	186	261	205	388	485
24	586	892	958	1333	1595
25	847	1149	959	1091	2266
26	1032	1419	1222	1245	2793
27	1111	1327	1352	1261	2722
28	345	523	386	1015	938
29	357	503	494	1022	916
30	421	583	590	1051	1127
31	251	380	373	609	691
32	330	503	277	940	886
33	566	781	866	859	1516
34	384	565	593	684	1107
35	1058	1511	1608	1549	3041
36	446	722	734	851	1377
37	214	349	512	634	660
38	406	566	516	564	1061
39	152	229	169	402	398
40	324	506	437	758	891
Somme	21496	27121	24774	34296	56315

NB : E90, V90, Ess90 et P90 sont l'emploi, le nombre de voitures, la consommation de l'essence plus super et la population, tous exprimés en milliers en 1990 et Route90 le kilométrage des routes plus autoroutes en 1990.

(Source: SETRA, INSEE - SIRF, Jean-Loup MADRE)

Table 7bis - Longueurs et temps de parcours entre 40 zones

O/D	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	0,0	1,7	1,8	2,1	2,2	1,3	1,4	2,2	3,1	3,6	4,0	2,9	2,9	2,4	2,5	2,0	2,3	5,5	6,3	3,8
2	138,8	0,0	1,4	2,5	3,5	3,0	1,7	1,5	3,7	4,4	4,8	4,5	4,5	4,0	4,1	4,1	2,8	5,0	7,1	5,4
3	142,4	126,3	0,0	1,1	2,1	2,9	2,9	1,5	2,3	3,0	3,4	4,1	4,6	4,0	4,1	3,6	4,0	3,6	5,6	5,0
4	177,4	224,6	98,3	0,0	1,0	3,2	3,3	2,6	1,6	1,9	2,3	3,0	3,6	4,0	4,4	3,8	4,2	2,9	4,6	3,9
5	167,1	303,4	177,1	78,8	0,0	2,5	3,4	3,6	2,7	2,5	1,8	2,0	2,6	2,9	3,7	4,5	4,4	4,4	4,1	3,1
6	120,8	265,1	264,5	291,0	194,7	0,0	2,5	3,4	4,2	4,7	4,3	3,1	2,0	1,0	1,2	1,9	3,4	6,6	5,4	3,9
7	141,8	113,8	218,7	322,7	312,5	205,1	0,0	3,2	4,3	4,8	5,2	4,0	4,0	3,6	3,7	2,4	1,2	6,7	7,5	4,9
8	234,9	131,0	163,6	261,9	340,7	357,0	244,8	0,0	4,7	4,5	4,8	5,0	4,9	4,4	4,5	4,0	4,3	6,2	7,1	6,5
9	328,1	363,8	237,5	145,7	224,5	441,7	473,4	355,7	0,0	0,5	2,0	2,6	5,1	5,6	5,4	4,8	5,2	1,6	3,2	3,1
10	307,2	386,2	259,9	161,6	208,6	420,8	452,5	423,5	66,3	0,0	1,4	2,0	4,5	5,5	5,9	5,3	5,7	1,9	2,6	2,6
11	297,4	396,1	269,8	171,5	130,3	325,0	442,8	433,4	188,1	137,9	0,0	0,9	3,4	4,4	5,5	6,2	6,1	3,5	2,3	1,6
12	319,5	463,8	346,0	247,7	154,7	300,3	452,8	555,7	269,3	219,1	72,5	0,0	2,5	3,4	4,3	5,0	5,0	3,7	2,6	1,1
13	248,9	393,2	371,3	278,5	199,7	194,2	382,2	485,2	469,7	419,5	272,9	200,4	0,0	1,0	2,8	4,0	4,9	6,1	5,0	3,5
14	240,0	384,3	383,7	304,1	225,3	119,2	324,3	476,2	449,8	433,9	347,9	275,4	75,0	0,0	1,8	3,1	4,4	6,8	5,8	4,3
15	239,3	383,6	383,0	409,5	313,2	118,5	274,9	475,5	560,2	539,3	443,5	418,8	228,0	153,0	0,0	1,2	3,2	7,8	6,6	5,1
16	211,9	303,6	355,6	382,1	341,4	146,7	189,8	448,1	532,8	511,9	471,7	447,0	313,1	238,1	85,1	0,0	2,0	7,2	7,3	5,8
17	244,4	240,6	345,5	425,3	415,0	276,5	126,8	371,6	576,0	555,1	545,3	555,3	484,8	395,7	236,0	150,9	0,0	7,6	8,4	5,8
18	468,7	548,5	422,2	330,4	370,1	582,3	614,0	530,1	174,4	161,5	261,0	348,6	537,7	615,6	700,8	673,4	716,6	0,0	1,6	2,6
19	523,1	602,1	475,8	377,5	317,5	538,2	668,4	639,4	282,2	215,9	187,2	239,3	428,4	506,3	656,7	684,9	771,0	151,3	0,0	1,5
20	419,3	563,6	393,6	295,3	255,9	400,1	552,6	557,2	270,0	203,7	123,8	101,2	290,3	368,2	518,6	546,8	655,1	252,0	142,7	0,0
21	343,4	487,7	412,0	313,7	220,7	324,2	476,7	579,6	335,3	285,1	138,5	66,0	178,8	256,7	409,7	470,9	579,2	358,9	249,6	111,5
22	416,8	561,1	560,5	432,0	353,2	296,0	501,1	653,0	570,6	520,4	373,8	301,3	153,5	176,8	329,8	414,9	572,5	594,2	484,9	346,8
23	393,1	537,4	536,8	496,7	417,9	272,3	477,4	629,3	642,4	656,9	510,3	437,8	267,6	192,6	233,6	318,7	469,6	730,7	621,4	483,3
24	343,0	487,3	486,7	513,2	416,9	222,2	378,6	579,2	663,9	643,0	542,0	469,5	269,1	194,1	103,7	188,8	339,7	804,5	693,2	555,1
25	388,0	479,7	531,7	558,2	544,4	310,6	365,9	624,2	708,9	688,0	674,7	610,9	420,1	345,1	192,1	186,7	303,6	849,5	848,8	710,7
26	355,2	429,1	498,9	525,4	511,6	294,8	315,3	591,4	676,1	655,2	641,9	595,1	461,2	386,2	233,2	148,1	188,5	816,7	833,0	694,9
27	482,6	626,9	551,2	452,9	359,9	414,2	615,8	718,8	474,5	424,3	277,7	205,2	245,7	295,0	448,0	533,1	718,4	483,9	374,6	231,8
28	497,3	641,6	641,0	600,9	522,1	376,5	581,6	733,5	746,6	761,1	614,5	542,0	371,8	296,8	337,8	422,9	573,8	834,9	725,6	587,5
29	532,6	676,9	601,2	502,9	409,9	500,1	665,8	768,8	524,5	474,3	327,7	255,2	331,7	381,0	534,0	619,1	768,4	491,3	382,0	239,3
30	587,6	731,9	656,2	557,9	464,9	519,2	720,8	823,8	579,5	529,3	382,7	310,2	350,7	400,0	553,0	638,1	823,4	563,7	454,4	311,7
31	578,6	722,9	647,2	548,9	455,9	510,2	711,8	814,8	570,5	520,3	373,7	301,2	341,7	391,0	544,0	629,1	814,4	579,9	470,6	327,8
32	650,8	795,1	794,5	702,0	623,2	530,0	735,1	887,0	813,7	763,5	616,9	544,4	423,5	446,8	491,3	576,4	727,3	823,1	713,8	571,0
33	588,0	732,3	731,7	758,2	661,9	467,2	623,6	824,2	908,9	888,0	730,4	657,9	487,7	412,7	348,7	433,8	584,7	950,8	841,5	703,4
34	965,3	1109,6	1033,9	935,6	842,6	896,9	1098,5	1201,5	957,2	907,0	760,4	687,9	728,4	777,7	930,7	1015,8	1201,1	966,6	857,3	714,5
35	790,0	934,3	858,6	760,3	667,3	721,6	923,2	1026,2	781,9	731,7	585,1	512,6	553,1	602,4	755,4	840,5	1025,8	791,3	682,0	539,2
36	779,4	923,7	848,0	749,7	656,7	668,9	912,6	1015,6	771,3	721,1	574,5	502,0	542,5	549,7	702,7	787,8	1015,2	780,7	671,4	528,6
37	942,1	1086,4	1010,7	912,4	819,4	767,5	1075,3	1178,3	934,0	883,8	737,2	664,7	625,0	648,3	782,7	867,8	1018,7	943,4	834,1	691,3
38	695,1	839,4	838,8	798,7	719,9	574,3	779,4	931,3	975,9	925,7	779,1	706,6	544,2	494,6	559,6	644,7	795,6	985,3	876,0	733,2
39	792,3	936,6	936,0	895,9	817,1	671,5	882,3	1028,5	1041,6	1056,1	909,5	837,0	666,8	591,8	607,4	692,5	843,4	1154,9	1045,6	902,8
40	786,2	930,5	929,9	956,4	860,1	665,4	821,8	1022,5	1107,1	1086,2	928,6	856,1	685,9	610,9	546,9	632,0	782,9	1149,0	1039,7	901,6

N.B : a. Le triangle supérieur de la matrice représente les temps de parcours en heure.
b. Le triangle inférieur de la matrice représente les longueurs de parcours en km.
c. Les temps de parcours et les longueurs sont comptés à partir des parycentres des 40 zones.
d. Source : REMODE

Table 7bis - Longueurs et temps de parcours entre 40 zones (suite)

21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
3,1	3,9	4,4	3,4	3,6	3,3	4,4	5,7	5,4	5,2	5,1	7,7	5,4	8,4	6,9	6,8	8,3	8,0	9,6	7,5
4,7	5,5	6,0	5,0	5,7	5,3	6,0	7,3	7,0	6,8	6,8	9,3	7,0	10,1	8,5	8,5	9,9	9,6	11,2	9,1
4,7	5,5	6,0	5,0	5,2	4,9	5,9	7,3	6,9	6,8	6,7	9,3	7,0	10,0	8,5	8,4	9,9	9,6	11,2	9,1
3,6	5,5	6,3	5,3	5,4	5,2	4,8	7,7	5,8	5,7	5,6	8,8	7,3	8,9	7,4	7,3	8,8	10,0	11,5	9,3
2,6	4,5	5,3	4,6	5,5	5,3	3,8	6,6	4,8	4,7	4,6	7,8	6,6	7,9	6,4	6,3	7,8	9,0	10,5	8,7
3,3	2,5	3,0	2,0	3,7	3,7	4,9	4,4	5,6	5,7	5,7	6,4	4,1	9,0	7,4	7,2	8,2	6,7	8,2	6,1
4,2	5,1	5,6	4,5	4,0	3,6	5,5	6,9	6,5	6,3	6,3	8,9	6,6	9,5	8,0	8,0	9,4	9,2	9,6	8,6
5,2	5,9	6,4	5,4	5,6	5,3	6,4	7,7	7,4	7,2	7,2	9,7	7,5	10,5	8,9	8,9	10,3	10,1	11,6	9,5
3,2	6,0	7,9	6,2	6,4	6,2	4,4	9,3	5,4	5,3	5,2	8,8	8,3	8,5	7,0	6,9	8,4	10,9	13,2	10,3
2,6	5,4	7,2	6,8	6,9	6,7	3,8	8,6	4,8	4,7	4,6	8,2	8,8	7,9	6,4	6,3	7,8	10,3	12,4	10,8
1,5	4,3	6,1	7,0	7,3	7,0	2,8	7,5	3,8	3,6	3,5	7,1	8,9	6,8	5,3	5,2	6,7	9,2	11,4	11,0
0,6	3,4	5,2	6,0	6,8	6,8	1,8	6,6	2,8	2,7	2,6	6,2	8,0	5,9	4,3	4,3	5,8	8,3	10,4	10,0
2,3	1,9	3,3	3,6	5,3	5,8	3,2	4,7	4,0	4,0	4,0	5,2	6,1	7,3	5,7	5,7	7,6	6,9	8,5	8,2
3,0	1,5	2,3	2,6	4,3	4,9	3,8	3,7	4,6	4,7	4,6	4,8	5,1	7,9	6,4	6,1	7,2	6,0	7,6	7,2
4,9	3,3	2,6	0,9	2,5	3,0	5,7	3,9	6,4	6,5	6,5	5,9	2,9	9,7	8,2	8,0	7,1	5,0	5,9	4,9
5,2	4,6	3,8	2,1	1,7	1,8	6,9	5,1	7,7	7,7	7,7	7,1	4,1	11,0	9,4	9,2	8,3	6,3	7,2	6,2
5,2	5,9	5,8	4,1	3,8	2,5	6,4	7,1	7,4	7,2	7,2	9,1	6,1	10,5	8,9	8,9	10,3	8,2	9,1	8,1
3,8	6,6	8,4	8,6	8,8	8,6	5,3	9,8	5,7	6,3	6,1	9,7	11,2	9,4	7,8	7,8	9,3	11,8	13,7	13,3
2,7	5,5	7,3	8,3	9,1	9,1	4,2	8,7	4,7	5,3	5,0	8,6	10,2	8,3	6,8	6,7	8,2	10,7	12,6	12,2
1,2	4,0	5,9	6,8	7,6	7,7	2,7	7,2	3,1	3,7	3,5	7,1	8,7	6,8	5,2	5,2	6,7	9,2	11,1	10,7
0,0	2,8	4,6	5,5	7,4	7,0	1,2	6,0	2,2	2,1	2,0	5,6	7,4	5,3	3,8	3,7	5,2	7,7	9,8	9,5
235,3	0,0	2,9	3,8	5,8	6,4	1,9	3,5	3,2	2,7	2,6	3,3	5,2	5,9	4,4	4,6	5,7	5,0	6,9	7,2
371,8	248,8	0,0	1,7	4,0	5,4	5,4	1,4	6,2	6,3	5,5	3,4	2,9	9,7	8,1	6,0	5,7	3,7	5,2	4,9
443,6	320,6	129,9	0,0	2,3	3,7	6,4	3,1	7,1	7,2	6,4	5,1	2,0	9,7	8,2	7,7	6,2	4,2	5,1	4,1
601,8	521,9	332,0	202,1	0,0	1,3	8,2	5,0	8,9	9,0	9,0	7,4	3,4	12,3	10,7	8,0	7,5	5,5	6,4	5,4
619,0	563,0	425,3	295,4	115,1	0,0	8,7	6,8	9,5	9,6	9,5	8,8	4,7	12,8	11,2	9,3	8,9	6,8	7,8	6,8
139,2	204,3	410,1	481,9	640,1	681,2	0,0	5,4	1,4	0,9	0,8	4,4	7,1	4,1	2,5	2,5	4,0	6,5	8,4	9,1
476,0	256,9	104,2	234,1	451,1	529,5	461,2	0,0	6,8	6,3	6,2	3,1	1,6	9,4	7,8	5,7	4,8	2,8	3,9	3,7
189,2	326,5	496,1	567,9	726,1	767,2	122,1	583,4	0,0	1,0	2,2	5,7	8,4	5,7	4,0	3,9	5,4	6,4	8,3	10,5
244,2	309,3	515,1	586,9	745,1	786,2	105,0	566,2	104,8	0,0	1,2	5,5	7,9	4,7	2,9	2,9	4,4	5,3	7,3	9,0
235,2	238,8	487,6	559,4	736,1	777,2	96,0	495,7	195,1	90,3	0,0	4,3	6,3	3,3	1,8	1,7	3,2	4,2	6,1	7,8
478,4	270,0	257,7	387,6	589,7	683,0	339,2	236,7	461,4	396,0	305,7	0,0	4,3	6,3	4,8	2,6	3,7	2,1	4,0	5,8
591,9	382,9	232,9	245,0	325,1	440,2	587,2	126,0	709,4	692,2	682,9	373,1	0,0	8,2	6,7	4,6	4,2	2,1	3,0	2,0
621,9	625,5	806,3	946,1	1122,8	1163,9	482,7	785,3	435,2	330,4	386,7	548,6	827,8	0,0	2,0	3,6	5,1	6,1	8,0	9,8
446,6	450,2	631,0	770,8	947,5	988,6	307,4	610,0	406,5	301,7	211,4	373,3	652,5	224,2	0,0	2,1	3,6	4,6	6,5	8,2
436,0	372,9	460,6	590,5	807,2	922,3	296,8	439,6	395,9	291,1	200,8	202,9	482,1	345,7	170,4	0,0	1,5	2,5	4,4	6,1
598,7	471,5	525,1	679,0	759,1	874,2	459,5	476,3	558,6	453,8	363,5	301,5	434,0	508,4	333,1	162,7	0,0	2,0	3,9	5,7
640,6	390,7	302,0	455,9	536,0	651,1	501,4	253,2	667,1	562,3	472,0	162,2	210,9	616,9	441,6	271,2	223,1	0,0	1,9	3,7
771,0	560,3	399,2	503,7	583,8	698,9	671,0	295,0	836,7	731,9	641,6	331,8	258,7	786,5	611,2	440,8	392,7	169,6	0,0	1,8
790,1	581,1	431,1	443,2	523,3	638,4	785,4	324,2	907,6	883,0	792,7	482,9	198,2	937,6	762,3	591,9	543,8	320,7	151,1	0,0

Table 8 - Matrice O-D des 40 zones redressée complète

O/D	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1		1189	766	570	495	1237	2193	2535	412	289	196	222	351	355	583	526	1065	315	388	255
2	1189		61	32	20	42	169	351	27	16	11	11	16	16	26	26	72	20	23	14
3	766	61		46	22	27	60	169	25	16	10	10	11	10	17	15	33	17	19	12
4	570	32	46		44	24	43	97	37	23	14	13	13	12	15	13	26	20	22	15
5	495	20	22	44		28	34	62	20	15	15	16	15	13	15	12	22	14	21	14
6	1237	42	27	24	28		87	107	21	14	12	15	29	45	67	47	54	17	24	17
7	2193	169	60	43	34	87		299	37	24	16	19	28	31	58	69	239	30	37	23
8	2535	351	169	97	62	107	299		93	54	33	35	45	44	71	65	168	70	76	47
9	412	27	25	37	20	21	37	93		94	17	15	12	11	14	12	25	49	41	23
10	289	16	16	23	15	14	24	54	94		15	12	8	7	10	8	17	32	34	18
11	196	11	10	14	15	12	16	33	17	15		22	8	6	7	6	13	12	23	20
12	222	11	10	13	16	15	19	35	15	12	22		13	9	10	9	18	13	24	29
13	351	16	11	13	15	29	28	45	12	8	8	13		39	21	13	20	11	17	13
14	355	16	10	12	13	45	31	44	11	7	6	9	39		29	16	21	9	14	10
15	583	26	17	15	15	67	58	71	14	10	7	10	21	29		68	55	12	17	11
16	526	26	15	13	12	47	69	65	12	8	6	9	13	16	68		70	10	13	9
17	1065	72	33	26	22	54	239	168	25	17	13	18	20	21	55	70		21	26	17
18	315	20	17	20	14	17	30	70	49	32	12	13	11	9	12	10	21		73	28
19	388	23	19	22	21	24	37	76	41	34	23	24	17	14	17	13	26	73		64
20	255	14	12	15	14	17	23	47	23	18	20	29	13	10	11	9	17	28	64	
21	283	14	11	13	15	19	25	42	16	12	16	36	19	13	13	10	17	18	32	36
22	342	18	12	14	14	29	32	53	14	10	9	13	32	25	22	15	24	15	24	18
23	187	10	6	6	6	17	18	29	6	4	3	5	10	13	17	11	15	6	9	7
24	993	49	32	28	28	92	103	142	29	19	15	20	43	57	173	79	94	27	40	28
25	1006	57	34	30	27	76	125	160	31	21	15	21	33	38	101	95	125	30	44	30
26	1537	91	51	44	39	115	208	246	45	31	22	31	43	48	124	160	270	44	63	44
27	1296	69	53	60	62	95	119	207	74	54	57	101	95	74	74	51	85	83	140	131
28	336	18	12	12	11	28	34	55	12	8	6	9	16	19	27	18	29	13	18	13
29	257	14	11	12	12	18	25	46	16	11	10	16	15	13	14	10	18	18	29	25
30	359	20	15	16	16	26	34	61	20	15	14	21	22	18	20	15	25	23	36	29
31	200	11	8	9	9	15	19	34	11	8	8	12	13	11	12	8	14	13	20	16
32	252	15	10	10	9	20	26	45	12	9	7	10	14	12	18	13	22	13	20	14
33	498	28	18	16	15	39	54	85	18	12	9	12	20	23	45	30	48	18	26	17
34	198	12	9	9	8	14	20	37	11	8	6	9	10	9	11	8	15	12	18	12
35	796	47	34	35	33	56	80	147	45	31	26	36	42	36	45	34	61	49	73	51
36	282	17	12	13	12	20	28	52	16	11	9	13	15	13	16	12	22	18	26	18
37	98	6	4	4	4	7	10	19	5	4	3	4	5	5	6	5	9	6	9	6
38	264	16	10	10	9	20	28	48	11	8	6	8	12	13	19	14	23	13	18	12
39	81	5	3	3	3	6	9	15	3	2	2	2	3	4	6	4	8	4	5	3
40	200	12	8	7	6	15	22	37	8	5	4	5	8	9	16	11	19	8	11	7
Somme	23408	2668	1699	1429	1232	2636	4516	5982	1389	989	704	896	1152	1148	1886	1608	2926	1203	1614	1156

(Trafics redressés par une formule du type gravitaire dans §7.1.1)

Table 8 - Matrice O-D des 40 zones redressée complète (suite)

21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	Somme
283	342	187	993	1006	1537	1296	336	257	359	200	252	498	198	796	282	98	264	81	200	23408
14	18	10	49	57	91	69	18	14	20	11	15	28	12	47	17	6	16	5	12	2668
11	12	6	32	34	51	53	12	11	15	8	10	18	9	34	12	4	10	3	8	1699
13	14	6	28	30	44	60	12	12	16	9	10	16	9	35	13	4	10	3	7	1429
15	14	6	28	27	39	62	11	12	16	9	9	15	8	33	12	4	9	3	6	1232
19	29	17	92	76	115	95	28	18	26	15	20	39	14	56	20	7	20	6	15	2636
25	32	18	103	125	208	119	34	25	34	19	26	54	20	80	28	10	28	9	22	4516
42	53	29	142	160	246	207	55	46	61	34	45	85	37	147	52	19	48	15	37	5982
16	14	6	29	31	45	74	12	16	20	11	12	18	11	45	16	5	11	3	8	1389
12	10	4	19	21	31	54	8	11	15	8	9	12	8	31	11	4	8	2	5	989
16	9	3	15	15	22	57	6	10	14	8	7	9	6	26	9	3	6	2	4	704
36	13	5	20	21	31	101	9	16	21	12	10	12	9	36	13	4	8	2	5	896
19	32	10	43	33	43	95	16	15	22	13	14	20	10	42	15	5	12	3	8	1152
13	25	13	57	38	48	74	19	13	18	11	12	23	9	36	13	5	13	4	9	1148
13	22	17	173	101	124	74	27	14	20	12	18	45	11	45	16	6	19	6	16	1886
10	15	11	79	95	160	51	18	10	15	8	13	30	8	34	12	5	14	4	11	1608
17	24	15	94	125	270	85	29	18	25	14	22	48	15	61	22	9	23	8	19	2926
18	15	6	27	30	44	83	13	18	23	13	13	18	12	49	18	6	13	4	8	1203
32	24	9	40	44	63	140	18	29	36	20	20	26	18	73	26	9	18	5	11	1614
36	18	7	28	30	44	131	13	25	29	16	14	17	12	51	18	6	12	3	7	1156
	23	8	31	32	48	251	14	27	41	22	15	18	13	58	21	6	13	3	8	1310
23		17	56	44	60	199	36	27	42	30	33	41	17	79	30	10	26	6	15	1522
8	17		71	36	39	43	44	8	12	7	18	34	6	28	13	5	17	5	10	806
31	56	71		268	251	164	91	32	46	27	54	151	26	105	45	17	54	17	46	3642
32	44	36	268		713	145	62	30	42	25	45	132	26	103	42	17	51	17	46	3976
48	60	39	251	713		191	71	40	56	32	53	135	34	137	51	21	58	20	51	5318
251	199	43	164	145	191		91	226	417	213	106	117	90	405	148	40	82	21	47	5973
14	36	44	91	62	71	91		18	25	16	44	138	14	64	30	12	47	14	31	1553
27	27	8	32	30	40	226	18		99	30	19	24	22	97	29	9	16	5	10	1356
41	42	12	46	42	56	417	25	99		81	31	34	38	183	52	14	26	7	14	2063
22	30	7	27	25	32	213	16	30	81		23	21	17	108	43	10	17	4	9	1185
15	33	18	54	45	53	106	44	19	31	23		49	19	101	62	18	70	12	21	1340
18	41	34	151	132	135	117	138	24	34	21	49		21	97	44	20	79	26	84	2298
13	17	6	26	26	34	90	14	22	38	17	19	21		160	36	10	19	5	11	1018
58	79	28	105	103	137	405	64	97	183	108	101	97	160		270	58	101	25	48	3983
21	30	13	45	42	51	148	30	29	52	43	62	44	36	270		38	56	12	21	1667
6	10	5	17	17	21	40	12	9	14	10	18	20	10	58	38		28	6	10	565
13	26	17	54	51	58	82	47	16	26	17	70	79	19	101	56	28		27	35	1381
3	6	5	17	17	20	21	14	5	7	4	12	26	5	25	12	6	27		25	427
8	15	10	46	46	51	47	31	10	14	9	21	84	11	48	21	10	35	25		957
1310	1522	806	3642	3976	5318	5973	1553	1356	2063	1185	1340	2298	1018	3983	1667	565	1381	427	957	102581

7.1.2 - Caractéristiques de déplacements interurbains

La distribution de déplacements selon les motifs a été effectuée par le SETRA et les résultats ont été présentés dans un document de synthèse [99 ; SETRA]. Les motifs retenus dans ce document sont de 8. Nous reprenons les deux motifs "Domicile-travail" et "Déplacement professionnel" et regroupons les six autres en "Déplacement personnel". La distribution des motifs de déplacement est donc la suivante :

Table 1d - Caractéristiques de déplacements interurbains

motif	pourcentage (%)	taux d'occupation
voyage personnel	60	2,3
voyage professionnel	13	1,3
domicile-travail	27	1,3

Les pourcentages sont les mêmes que ceux dans **§5.6.2.**

Nous n'avons pas l'intention de minimiser le nombre des motifs. Au contraire, nous pouvons prendre autant de motifs que nous voulons. Cela dépend de la disponibilité des valeurs du temps des motifs, de la finesse et de la rapidité du calcul.

7.1.3 - Etablissement du réseau

Le réseau utilisé est issu d'un fichier de la Banque de Données Routières (BDR) du **SETRA**. Ce fichier est utilisé pour tracer la carte "Vitesses pratiquées et temps de parcours constatés sur réseau national en 1987". Nous avons actualisé ce réseau pour qu'il soit en situation 1990 et ajouté quelques routes départementales pour assurer la circulation et la continuité entre départements.

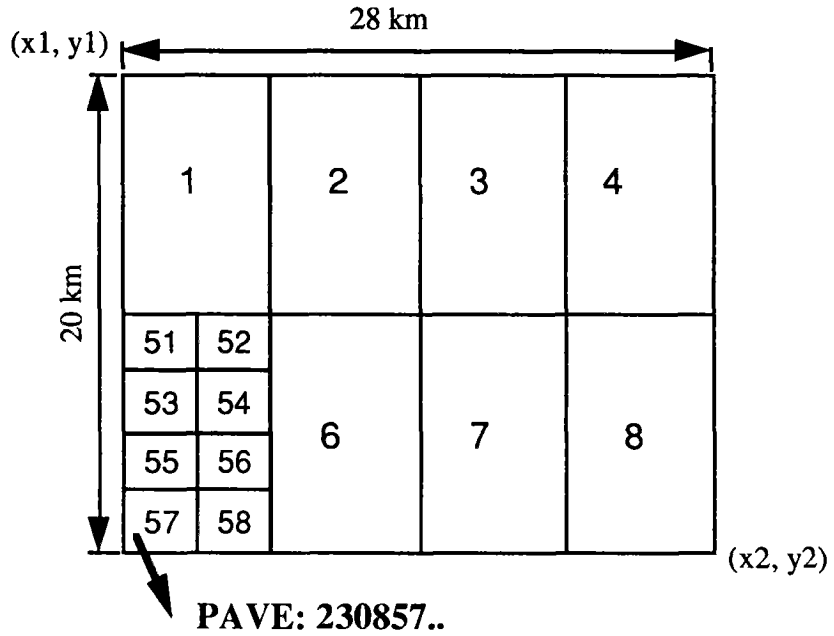
La description de ce fichier a été faite dans **§6.3.1.** Nous allons préciser ici les codes IGN, les coordonnées MICHELIN et leur relation.

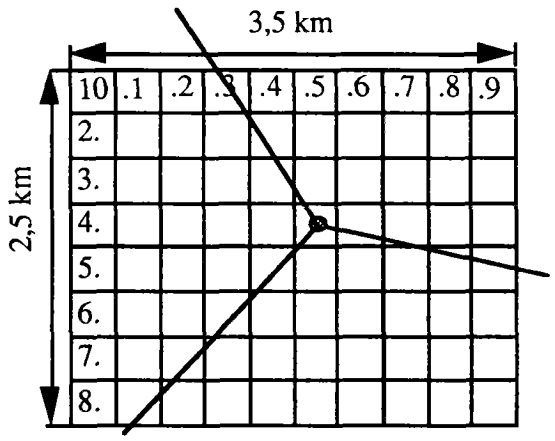
Un code IGN est composé normalement de 8 chiffres digitaux (e. g. : 23085745). Les chiffres supérieurs à $10^{ième}$ millier (e. g. : 2308) représentent le numéro de la carte correspondante. Les deux chiffres suites à droite (e. g. : 57) désignent le répertoire dans la carte et les deux derniers chiffres (e. g. : 45) le sous-répertoire. (voir **Figure 11**).

Chaque numéro de carte est relié aux coordonnées de la même origine du système IGN. Par exemple, le numéro 2357 correspond aux (x1,y1)-(587039, 2560448) et (x2,y2)-(612914, 2540398). (x1,y1) représente le point à gauche-haut et (x2,y2) le point à droite-bas de la carte (voir également **Figure 11**). Donc chaque code IGN représente un point dans son repérage IGN.

Figure 11 - Coordonnées à partir des cartes IGN 1/5000

Exemple: Carte 2308





Coordonnées du carrefour

23085745

(rectangle = 312m * 350m)

La connaissance des coordonnées de chaque point sur la carte IGN nous permet d'établir la relation entre les coordonnées de différents systèmes de repérages ou de différentes origines.

Le réseau routier pour **MATISSE** a été codé en premier temps sur la carte MICHELIN (no. 970) avec l'origine relative au point à droite-bas de la carte. Les coordonnées sont mesurées en millimètre.

La relation entre ces deux systèmes de repérages est assez facile à établir. Nous prenons les coordonnées de centroïdes respectivement dans ces deux systèmes de repérages et trouvons leur relation à l'aide d'une simple régression. La formule est comme suit :

$$X_i = 2939{,}398 * x_m - 561341{,}000$$
$$Y_i = 3004{,}752 * y_m + 869582{,}375$$

dont (X_i , Y_i) sont les coordonnées IGN et (x_m , y_m) les coordonnées MICHELIN avec le coefficient de régression égale à 0,992. (voir la **Table 9**)

Cela nous permet d'ajouter facilement les noeuds et les arcs routiers soit par les cartes MICHELIN soit par les cartes IGN. En plus, il nous rend possible d'effectuer l'interface du réseau avec **MATISSE**.

Ces deux formules n'ont pas pris en compte les mouvements possibles des deux systèmes de repérages.

Nous allons ajouter cette modification du mouvement relatif de ces deux système de repérages sur une hypothèse simple : le réseau routier sous différents systèmes de repérages ne se déforme pas pendant ce mouvement.

Ce mouvement est présenté par un angle formé par les deux ordonnées de systèmes de repérages. Traçons une droite entre Biarritz et Strasbourg sous système MICHELIN. Ensuite transformons les coordonnées IGN sous système MICHELIN et traçons une autre droite entre Biarritz et Strasbourg. L'angle formé par ces deux droites caractérise le mouvement, notant $a1$. Le point de rotation de référence pour tous les noeuds est celui de Biarritz.

Tous les coordonnées des noeuds sont transformées sous système MICHELIN. Pour calculer les nouvelles coordonnées exactes (x1, y1) d'un noeud, calculons d'abord deux paramètres : la distance (s) et l'angle (*b1*) avec Biarritz en coordonnées actuelles (x01, y01).

$\text{Tan}(b1) = (y11-y01) / (x11-x01)$
$s^2 = (x11-x01)^2 + (y11-y01)^2$
dont (x11, y11) sont les coordonnées actuelles du noeud à transformer.

Les nouvelles coordonnées pour ce noeud sont donc les suivantes :

$x1 = x0 + s * \cos(a1+b1)$
$y1 = y0 + s * \sin(a1+b1)$
dont (x0, y0) sont les nouvelles coordonnées pour Biarritz.

Les calculs sont effectués par un sous-programme INSQL dont le listing figure dans le **Tome Annexe 2.**

La connaissance de ces nouvelles coordonnées des noeuds est très utile pour la présentation graphique du réseau (voir la **Graphique 1** pour le réseau).

7.1.4 - Définition du zonage et des centroïdes

Tous les noeuds sont liés à un département. Pour définir à nouveau le zonage d'un noeud, il suffît de définir la relation entre la nouvelle zone et le département. Par exemple, dans la **Figure 10**, la zone 2 est composée de deux départements 60 et 80.

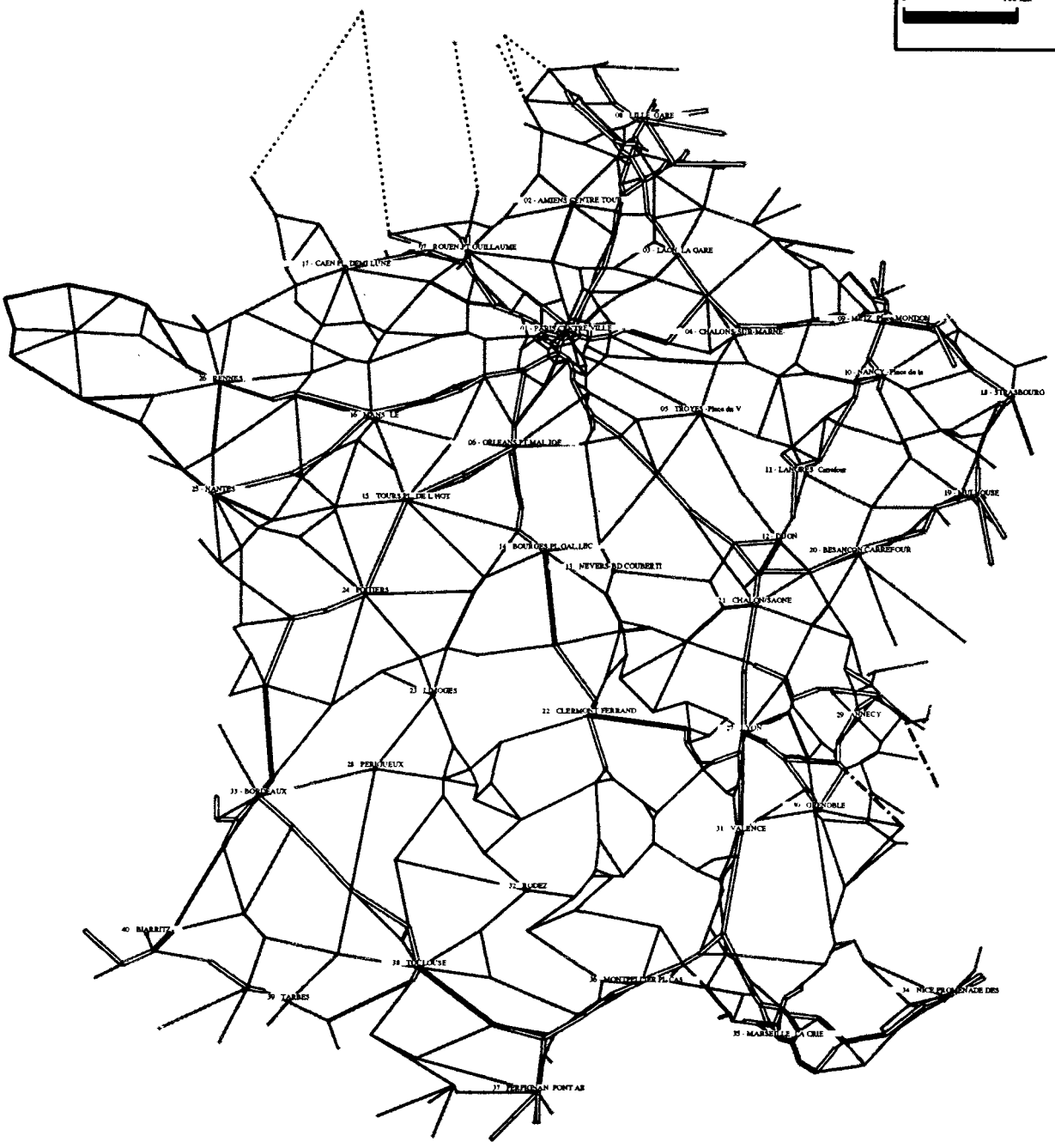
Une zone est caractérisée par un centroïde pour faciliter les calculs. Par exemple, le centroïde pour la zone 2 est Amiens.

Ces centroïdes peuvent être fictifs ou parmi les noeuds existants. Ce dernier nous permet définir les centroïdes assez facilement.

Table 9 - Relation des coordonnées MICHELIN et IGN

zone	centroïde	x_m	y_m	code IGN	X_i	Y_i
1	PARIS	404	520	23147131	600306	2429567
2	AMIENS	407	559	23086673	597712	2543530
3	LAON	439	544	27105185	692967	2509042
4	CHALONS-SUR-MARNE	454	519	29141242	749457	2441772
5	TROYES	445	496	28176336	728878	2368428
6	ORLEANS	388	488	22196721	566685	2322377
7	ROUEN	376	546	20111551	508646	2494521
8	LILLE	428	584	25047353	651940	2627083
9	METZ	498	522	34131424	881308	2465185
10	NANCY	498	506	34151884	883266	2417846
11	LANGRES	474	478	31204174	823603	2322550
12	DIJON	466	459	31231320	804685	2261574
13	NEVERS	417	450	25248773	662468	2220781
14	BOURGES	398	456	23243830	603394	2231902
15	TOURS	357	472	18228654	475926	2265545
16	MANS-(LE)	348	496	17193545	440405	2336217
17	CAEN	340	541	16125380	402877	2469238
18	STRASBOURG	536	501	38163170	998800	2412705
19	MULHOUSE	523	471	37206451	974496	2318105
20	BESANCON	489	453	33237228	878308	2255943
21	CHALON-SUR-SAONE	459	438	30262288	791952	2201255
22	CLERMONT-FERRAND	412	406	25317376	658029	2085802
23	LIMOGES	364	413	20313720	516027	2092702
24	POITIERS	344	442	17274474	446259	2177694
25	NANTES	300	473	12237456	305988	2254097
26	RENNES	302	507	12186377	300871	2353448
27	LYON	457	399	30316674	793781	2085935
28	PERIGUEUX	347	389	19345780	472637	2021551
29	ANNECY	490	404	34305790	893238	2107019
30	GRENOBLE	478	377	32348893	865541	2024617
31	VALENCE	456	369	30363727	801469	1995412
32	RODEZ	392	353	24395282	618674	1927754
33	BORDEAUX	311	381	15366682	369574	1987291
34	NICE	516	320	37431486	998552	1868662
35	MARSEILLE	464	308	31454865	846538	1815029
36	MONTPELLIER	424	324	27438361	723842	1846699
37	PERPIGNAN	395	292	25485532	645115	1744200
38	TOULOUSE	359	330	21435320	527176	1847297
39	TARBES	321	321	17455666	415451	1805859
40	BIARRITZ	279	336	12444822	291238	1839893

Graphique 1 - Reseau Routier en 1990



7.2 - Fonctionnement du programme REMODE

Nous avons déjà expliqué que la conception du nouveau modèle **REMODE** est fondée sur les principes assez simples, généraux pour que ce modèle soit plus réaliste et plus compréhensible. La mise au point de ces principes, les raisonnements de différents phénomènes et la résolution des équations complexes sont traités par le modèle lui-même. Les résultats obtenus peuvent être expliqués par ces principes et l'enchaînement du modèle.

Les entrées (input) du modèle sont les données faciles à obtenir. Un réseau routier, les comptages de circulation et les caractéristiques socio-économiques des zones étudiées ne posent aucun problème particulier.

Chaque partie des entrées fait l'objet d'un fichier qu'on peut préparer auparavant selon certains formats du programme. Le réseau et les comptages sont un peu plus volumineux pour l'étude nationale. Mais on peut les récupérer sur la B.D.R. (Base de Données Routières) du **SETRA** en fichiers informatisés.

Tous les noms de ces fichiers sont ensuite mis dans un fichier spécial, le fichier qui pilote le déroulement du modèle. Ce fichier s'appelle "fremode" pour le programme "**REMODE**".

Nous mettons également les paramètres du calcul dans ce fichier, par exemple, quel critère (longueur, temps de parcours ou coût généralisé) pour la recherche des chemins, combien de motifs de déplacements, leurs valeurs du temps et écart-types, etc. Nous pouvons aussi faire l'interface avec d'autres programmes, par exemple, **MATISSE** pour trouver et comparer les résultats de l'affectation du trafic. L'explication détaillée du programme **REMODE** se trouve dans le **Tome Annexe 2**.

Un exemplaire d'un tel fichier est montré dans le **Fichier 1** ci-joint. Nous allons expliquer le fonctionnement de **REMODE** en présentant quelques paramètres les plus importants du programme contenus dans ce fichier.

(1). critères de recherche des plus courts chemins

Ces critères peuvent être la longueur, le temps de parcours ou le coût généralisé. Ils sont spécifiés par le paramètre *ckgt* dans le **Fichier 1**. *ckgt* prennent les valeurs 1, 2 et 3 respectivement pour les critères en longueur, temps et coût généralisé. **REMODE** prend en compte par défaut le coût généralisé.

(2). paramètres de déplacements

Ces paramètres donnent le nombre de motifs, la valeur du temps, l'écart-type et le partage de déplacements pour chaque motif. Ils sont désignés comme *nbmot*, h_i, σ_i et se situent dans les lignes 2, 3, 4 dans le **Fichier 1**. Les valeurs de ces paramètres ont été présentées dans la **Table 1a** pour le réseau national.

(3). matrice o-d a priori

Une matrice o-d est utilisée si *lis* = 2. Dans ce cas là, le nom de la matrice est donnée par "fmod". Sinon, le programme initialise cette matrice par les enquêtes connues et les caractéristiques socio-économiques des zones étudiées.

(4). situation de circulation

Nous pouvons changer la situation de circulation pour le début de la simulation. Si *lcap* = 1, nous prenons en compte les contraintes de capacités des routes. Et si *cetat* = 0,85, nous pensons que les vitesses pratiquées sur les routes sont 85% de celles du temp de parcours libre au début de la simulation.

(5). différentes formes de la fonction objectif

De différentes formes de la fonction objectif sont disponibles. Par exemple, si *lapr* = 0, les trafics dans les zones (O_i, D_j) sont prise en compte. Si *lapr* = 1, ça sera les trafics inter-zones (T_{ij}) jouent dans la fonction objectif. **REMODE** peut donc calculer les nouvelles matrices o-d soit par les générations de trafic, soit par la distribution de trafic, ou soit par l'affectation de trafic (si *lapr* = 2) selon la disponibilité et le niveau de la connaissance des données. Nous appelons cette option "la priorité de calcul".

(6). structure des comptages

Les comptages sont des résultats du recensement de circulation sur les plaques minéralogiques des véhicules. Ils distinguent les trafics par sens de circulation et sont composés du trafic local et trafic étranger.

Si *ncom2* = 1, les compteurs seront pris en compte en un sens. Si *ncom2* = 2, ils seront en deux sens.

Ils seront pris en compte dans la charge des routes, si *mcft* ≥ 1 pour le trafic local et si *indiz* ≥ 1000 pour le trafic étranger.

(7). calcul sur une seule zone

Si *indiz* > 0 et *indiz* ≠ 1000, la reconstitution sera effectuée sur une seule zone. Par exemple, si *indiz* = 1005, le calcul sera conduit sur la zone 5 avec la prise en compte du trafic étranger.

L'intérêt du calcul sur une seule zone est d'utiliser les informations contenues dans le fichier "comptage" concernant les numéros de plaques minéralogiques. Nous verrons plus tard ce que donnent les résultats.

(8). interface avec autres programmes

Si *itf*≠ 0, **REMODE** va effectuer l'interface avec un autre programme, notamment **MATISSE**. Le nom de ce programme est donné par *chitfl* (e. g. : frie1601ter). Il y a bien évidemment d'autres sous-programmes dans **REMODE** qui assurent cette interface, comme les sous-programmes INSQL, REWCHEMIN et REWPOURCE.

(9). précision des résultats et critères d'arrêt

Nous pouvons définir les précisions des résultats souhaitées par *pgat* (pourcentage d'écart entre comptages réels et comptages reconstitués) et *ncap* (nombre de capteurs maximal non reconstitué), et le nombre maximal d'itération générale du programme par *mite* . Si **REMODE** satisfait mieux ces critères, il s'arrête plus tôt.

(10). fichiers d'offre

Les noms de fichiers d'offre sont mis dans "fremode". En préparant auparavant ces fichiers, nous pouvons changer facilement le zonage de calcul. Ces fichier sont "réseau", "centroïde", "relation entre département et zone", "comptage" et "indicateurs socio-économiques des zones" (lignes 9-13 dans le **Fichier 1**).

L'avant-dernière ligne indique le nom du fichier ("fmat") contenant la matrice o-d regroupée, en précisant *zndp* ≥ 1 (ligne 8) et le zonage à obtenir ("freg"). Par exemple, **REMODE** peut d'abord calculer une matrice de 91*91. Il peut ensuite regrouper cette matrice de 91*91 en une matrice de 21*21.

La dernière ligne précise les compteurs à supprimer pour le calcul ("fdel"). De cette façon, on peut tester la sensibilité d'un compteur.

(11). fichiers de résultats

Les lignes 15 et 16 dans le **Fichier 1** indiquent les noms de fichiers de résultats et de processus intermédiaires. S'ils ne sont pas indiqués, **REMODE** affectera des noms par défaut.

(12). utilisation individuelle

La ligne 6 donne quelques paramètres concernant les calculs de plus courts chemins. Si *mct* = 1, **REMODE** fonctionne normalement pour reconstituer la matrice. Si *mct* ≠ 1, **REMODE** calcule seulement les plus courts chemins en mode de centroïde pour *mct* = 3 ou en mode de noeud pour *mct* = 0, dont *na1* précise ce calcul pour toutes les paires origine-destination (si *na1* ≥ 1) ou pour une seule relation entre l'origine *nb1* et la destination *ns1* (si *na1* = 0).

Compte tenu de nombreux sous-programmes et surtout de l'échelle du réseau et de nombre des zones traitées, le temps du calcul et la mémoire occupée sont importants. C'est pour cette raison que nous avons développé le programme sous système UNIX. Le langage utilisé est FORTRAN 77 Standard, qui est portable (transposable) en micro-ordinateur PC ou Macintosh.

Fichier 1 - Fichier pilote du programme REMODE

```
00003 0004 0010 0042    ckgt  mite  pgat ncap  (4I5)
00003 0002 0001 0002    nbmat lis   lcap ncom2 (4I5)
060.0 185.  70.0        h1*3 valeurs du temps  (4f5.0)
 0.8  0.6  0.7          delta*3    ecart-type  (4f5.0)
 60.0 13.0 27.0         %  par motif           (4f5.0)
00001 0002 0015 0010    mct   na1   nb1  ns1   (4I5)
 10.0 0.85 0000 1000    %ptra cetat mimp indiz (2f5.0,2i5)
00000 0002 0000 0001    zndp  lapr  isql mcft  (4I5)
reseauscmd              fres=reseau            (A20)
centroide40             fcen=centroides        (A20)
deptzone40              fdep=dept. et zone     (A20)
comptrans40t            fcom=comptage          (A20)
socioeco40              fsoc=indica. socioeco  (A20)
ctaleat                 fran=ct. aleatoire     (A20)
mod40r2rem              fmod=mod a priori      (A20)
resurem107a04           fdr1=resultat          (A20)
inter107a04             fint=fichier interme.  (A20)
00000 0001 0001 0002    itf nbsens nfrevp,nvit (4I5)
frie1601ter             chitf1=interface 01    (A20)
deptzone40              freg=zones regroupees  (A20)
matod40reg107a04        fmat=matrice regroupee (A20)
compt-sup               fdel=compteur supprime (A20)
```

Une version micro-ordinateur est possible si l'échelle du réseau est limitée en 21 régions.

Le fonctionnement du programme est simple mais avec beaucoup de choix. Nous récapitulons quelques fonctions les plus importantes comme suit :

(1) rechercher seulement les plus courts chemins pour une ou toutes paires o-d en mode de centroïde ou noeud normal par différents critères (longueur, temps de parcours ou coût généralisé) ;

(2) effectuer la simulation de la circulation ainsi que l'affectation du trafic ;

(3) reconstituer la matrice o-d par les comptages ;
Dans ce cas, beaucoup de combinaisons de paramètres sont possibles :

- (3a) calcul sur une zone ou toutes zones ;
- (3b) limite de capacité des routes ;
- (3c) nombre de motifs ;
- (3d) matrice o-d a priori ;
- (3e) différentes formes de la fonction objectif (par les trafics totaux dans les zones ou par les trafics inter-zones) ;
- (3f) différents critères d'arrêt ;
- (3g) édition des résultats et enregistrement des processus intermédiaires ;
- (3h) interface avec d'autres modèles, etc.

Le manuel d'utilisation du programme se trouve dans le **Tome Annexe 2.**

7.3 - Interprétation des résultats

Une fois tous les fichiers préparés, on peut lancer le programme **REMODE.**

Dans le programme sont prévus quelques contrôles automatiques des fichiers et du fonctionnement du programme. Si le fichier pilote "fremode" n'est pas prêt, **REMODE** arrête. Si les paramètres dans "fremode" sont trop biaisés ou manquants, **REMODE** en prendra par défauts.

REMODE contrôle également le réseau routier et les comptages. Si deux mêmes routes existent, si la longueur d'une route n'est pas compatible avec ses coordonnées ou si les compteurs sur les routes ne se trouvent pas dans le fichier "comptage", **REMODE** alerte.

Si **REMODE** trouve une incompatibilité dans différents fichiers, par exemple, le nombre de zones dans "centroïde" n'est pas le même que celui dans "socioeco", **REMODE** s'arrête avec les messages d'erreur.

Nous pouvons enregistrer les processus et les messages intermédiaires comme les informations supplémentaires. Ces informations peuvent être utiles pour une meilleure compréhension des résultats. Mais cela prendra un peu plus de place de stockage pour l'ordinateur.

La combinaison des paramètres nous permet de calculer les résultats sous différentes hypothèses, ce qui donne plusieurs angles pour analyser le problème.

Nous allons commencer par examiner les résultats intermédiaires. Ensuite nous analyserons les différents résultats obtenus sous différentes hypothèses. Nous contrôlerons également les résultats intermédiaires et les bons fonctionnements des sous-programmes.

7.3.1 - Ajustements sur les coûts généralisés

Nous reprenons encore la formule pour ce coût généralisé, qui est donnée déjà dans **§6.3.6**.

$$G(a,l)=v(l)*t(a)+(Cc+Cp+Ce+Cm)*d(a) \qquad (60)$$

où : G(a,l) = Coût généralisé du tronçon a pour l'usager l,
v(l) = valeur du temps de l'usager l,
t(a) = temps de parcours sur tronçon a,
d(a) = longueur du tronçon a,
Cc = consommation du carburant sur a,
Cp = péage sur a,
Ce = frais d'usure et d'entretien du véhicule,
Cm = malus d'inconfort.

Ce coût généralisé est donc composé du temps de parcours, du confort, de la consommation de carburant, des malus et des péages, etc., et est comparable à celui indiqué dans l'instruction [100] du **SETRA** (précisément dans le programme **ARIANE** [101 ; SETRA]). Il sera actualisé, comme le temps de parcours, après chaque chargement du réseau.

Les valeurs de *Cm* (malus d'inconfort pour les VL uniquement) sont données dans la **Table 10** ci-dessous, dont uvp désigne Unité en Véhicule Léger.

Table 10 - Malus et capacités des routes

Numéro de route	Type et largeur de route	Malus de VL (FF/km)	Débit de saturation (uvp/h/2 sens)
1	5m	0,21	1150
2	6m	0,21	1400
3	7m	0,21	1750
4	9m	0,21	2200
5	10,5m	0,21	2350
6	14m	0,21	3250
7	2*2 voies ASP	0,12	3250
8	2*2 voies autoroute	0	4350
9	2*3 voies autoroute	0	6500
10	2*2 voies express	0,03	3250
11	2 voies	0,21	1120
12	2 voies rapides	0,12	1400
13	3 voies	0,21	1760
14	3 voies rapides	0,12	2200
15	4 voies	0,21	2600
16	4 voies rapides	0,12	3250
17	2 voies larges	0,21	1750

Ces valeurs de malus d'inconfort pour les VL sont fixées dans le cas où la valeur révélée (valeur du point de vue de l'usager) du temps est de 50 FF/heure.

Il est vrai que nous travaillons directement sur les voyages (VL) et pas sur les personnes. Mais nous associons à chaque VL une valeur du temps différente. Dans ce cas là, nous pouvons poser la question de faire varier les valeurs de malus d'inconfort ci-dessus selon les différentes valeurs du temps.

Nous commençons par un simple calcul sur les dépenses monétaires kilométriques en différentes routes. Nous prenons la valeur du temps à l'heure 50 FF/h dans cet exemple. Les résultats figurent dans la **Table 11** ci-après.

De cette **Table 11**, nous pouvons faire quelques remarques intéressantes :

(1). Pour une valeur du temps égale à 50 FF/h, la RN (route nationale) à 2*2 voies est comparable à la AN (autoroute), car les dépenses monétaires sont équivalentes, 1,142 FF/h pour la RN et 1,146 FF/h pour l'AR. Puis, si la valeur du temps augmente (≥ 50 FF/h), l'AR devient avantageuse. Sinon, ça sera la RN.

Cette valeur du temps (50 FF/h) est donc un point assez significatif. Si un voyageur a une valeur du temps supérieure à 50 FF/h, il prendra l'autoroute. Sinon, il prend la route nationale.

Table 11 - Dépense monétaire sur différentes routes

	R.N.	R.N.	A.R.
	2 voies	2*2 voies	2*2 voies
(a). vitesse	90 km/h	110 km/h	130 km/h
(b). longueur	1,0 km	1,0 km	1,0 km
(c). temps de parcours	0,0111 h	0,00909 h	0,00769 h
(1). consommation de carburant	0,305 FF	0,297 FF	0,291 FF
(2). usure et entretien	0,270 FF	0,270 FF	0,270 FF
(3). péage	0,000 FF	0,000 FF	0,200 FF
(4). malus	0,210 FF	0,120 FF	0,000 FF
(5). valeur du temps = (c)* 50	0,555 FF	0,455 FF	0,385 FF
(6). somme = (1)+(2)+(3)+(4)+(5)	1,340 FF	1,142 FF	1,146 FF
(7)=(6)-(5)	0,785 FF	0,687 FF	0,761 FF
(8)=(6)-(5)-(4)	0,575 FF	0,567 FF	0,761 FF
(9)=(6)-(4)	1,130 FF	1,022 FF	1,146 FF

NB: valeur du temps/heure = 50 FF/h

(2). Pour les faibles valeurs du temps, si nous prenons la totalité du malus pour la RN à 2 voies, c'est la AR qui est meilleure (0,785 FF/h pour la RN et 0,761 FF/h pour la AR). Cela veut dire que même si les valeurs du temps sont faibles, on est prêt à payer sur la AR. Ce n'est pas exact. Il faut donc baisser le malus selon les valeurs du temps, car seul le malus peut changer cette confrontation.

La détermination de la valeur critique sur les valeurs du temps est assez simple. Prenant les dépenses monétaires pour ces deux routes, nous avons l'équation suivante :

$$0{,}0111*vdt+0{,}575+0{,}21*cv1 \geq 0{,}761+0{,}00769*vdt$$

dont : vdt désigne la valeur du temps et cv1 le coefficient d'ajustement pour le malus.

Nous avons donc : $cv1 \geq 0{,}886 - 0{,}162*vdt$

Beaucoup de situations d'équilibre sont possibles pour les valeurs couplées cv1(0, 0,89) — vdt(54, 0). Si vdt =54,5 FF/h, l'équilibre est assuré même quand cv1=0. Si vdt = 0, cv1 prendra 0,89. Pour une valeur intermédiaire vdt=36 FF/h, cv1 est égale à 0,30.

De toutes ces analyses, nous pouvons supposer que la distribution de cv1 varie de 0 à 1 pour vdt de 0 à 50 FF/h. Pour simplifier le calcul, nous proposons une formule suivante :

cv1 = cv0/h0*h	pour h ≤ h0 (FF/h)
cv1 = cv0+(1-cv0)/14*(h-h0)	pour h0 ≤ h ≤ 50 (FF/h)
cv1 = 1,0	pour h > 50 (FF/h)

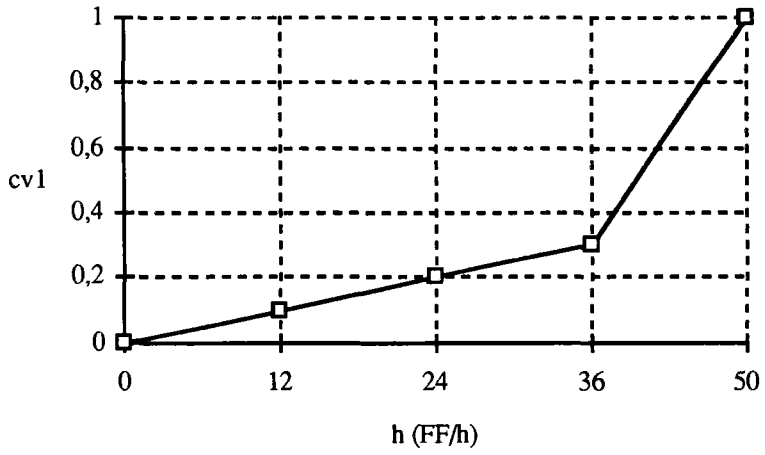


Figure 12 - Ajustement des malus selon les valeurs du temps

(cv0, h0) est le point d'ajustement intermédiaire, appelé le point d'inflexion. Pour une valeur de cv0=0,3 et h0=36, la présentation graphique de cette formule est dans la **Figure 12**.

Cet ajustement des malus est également le résultat de plusieurs essais du programme **REMODE**. Nous montrons deux indicateurs du trafic pour vérifier cet ajustement .

Ces deux indicateurs sont le trafic et le véhicule*kilomètre parcouru sur route et autoroute. La comparaison de ces indicateurs avant et après la réconciliation des comptages nous permet d'examiner la formule ci-dessus. Les résultats de cette comparaison sont données dans la **Table 12** ci-après. Les indicateurs avant la réconciliation des comptages ont été obtenus également par la méthode de simulation du trafic dans **REMODE**.

Table 12 - Comparaison des indicateurs du trafic sur route et autoroute

	Route			Autoroute		
	Avant	Après	Moyenne	Avant	Après	Moyenne
Véh*km	24,8%	25,0%	24,9%	75,2%	75,0%	75,1%
Trafic	30,7%	30,2%	30,5%	69,3%	69,8%	69,5%

Source : REMODE (v107a08 ~ v107ab13)

Nota : avant et après : avant et après la réconciliation des comptages.

La totalité du réseau du zonage de 40*40 a été parcourue à 80% sur l'autoroute et à 71% sur la route nationale par la méthode de simulation. Les résultats sont donc assez représentatifs. Selon la **Table 12**, la différence d'un indicateur avant et après la réconciliation des comptages est négligeable, ce qui prouve bien l'ajustement du coût généralisé.

Nous soulignons que la formule ci-dessus est très souple. Par exemple, si nous prenons cv0=1,0 et h0=0, il n'y aura pas d'ajustement. L'ajustement automatique pourrait être effectué par le programme **REMODE** lui même.

7.3.2 - Contrôles intermédiaires des résultats

Pour que les résultats finaux soient interprétables, nous devons être capables d'expliquer et de contrôler les résultats et les processus intermédiaires. Sans savoir ce qui se passe pendant les calculs, nous ne pouvons donner un sens exact aux résultats. C'est pour cette raison que nous allons contrôler quelques modules les plus importants dans le programme **REMODE**.

7.3.2.1 - Vérification des données et du réseau

Les premiers contrôles sont d'assurer les données entrées du programme **REMODE**. Cela est présenté par la sortie de **REMODE** (notamment de son sous-programme DONNE) (voir le **Fichier 2** ci-après). Nous avons déjà évoqué au début de §7.3, si **REMODE** trouve des problèmes de données, il les affiche sur l'écran et les imprime dans le **Fichier 2**.

Selon le **Fichier 2,** nous connaissons également les informations sur le réseau. Le nombre de centroïdes, qui est donné par le fichier "centroïde", on peut aussi le trouver dans le fichier "socioeco" ou "deptzone". Ces trois fichiers sont compatibles, car aucun message d'erreur a été imprimé. Nous avons le nombre des routes superposées, qui est le même nombre que celui des noeuds fictifs. Comme nous avons déjà défini qu'un noeud fictif est créé s'il y deux routes existent entre deux noeuds. Cela a pour but

Fichier 2 - Vérification des données

```
Wed Sep  9 17:29:09 MET DST 1992
        Programme  REMODE
         ---  V107a  ---
Nom du fichier de calcul    = fremode107a
Fichier intermediaire       = inter107a08
         ---  *****  ---
Nb. motifs de deplacement   =  3
Valeur du temps par motif   =    60.0000    185.000    70.0000
Ecart-type  des valeurs     =   0.800000   0.600000   0.700000
Pourcentage  par motif      =    60.0000    13.0000    27.0000
Definition des zonages      = deptzone40
Indicateurs socioecos       = socioeco40
Fichier de  ct. aleatoires = ctaleat
Fichier des compteurs del. = compt_sup
Fichier de la MOD a priori = mod40r2rem
         ---  *****  ---
Nb. capteurs residuels      =  42
Nb. de sens de capteurs     =  2
Nb.  iteration du calcul    =  3
% de precision du calcul    =  10
Iterations internes         =  2  15  10
% de trafic par segment     =   10.00000
Fonction objectif lapr      =  0
Etat actuel du trafic       =   0.850000
Contraite de capacite rou. = oui
Affecta. avec trafic local = oui
Affecta. avec trafic etran = oui
         ---  *****  ---
Chemin en couts generalises.
Edition: mimp=  1 isql=  2
         ---  *****  ---
Fichier de reseau utilise = reseauscmd
Fichier des centroides     = centroide40
Fichier des comptages      = comptrans40t
Fichier de compteur sup.   = compt_sup
         ---  *****  ---
Nombre total des arcs         =  1113
Nombre total des noeuds       =  689
 dont nb. des arcs   ajoutes =  37
      nb. des noeuds ajoutes =  30
Nombre de noeuds fictifs      =  45
Nombre total des centroides   =  40
Nb. total des noeuds et cent.=  729
Nombre total des compteurs    =  888
         ---  *****  ---
Resultats:
Nb. total des compteurs sur le reseau=  888
Nb. total des compteurs  non utilises=  198
Nb. total des compteurs     presentes=  690
Nb. total des compteurs  non  ajustes=  153
Nb. total des compteurs       ajustes=  537
Comptage total calcule=    1.48182E+06
Comptage total    reel=    1.51675E+06
         ---  *****  ---
Trafic   total  MOD   =    441107.
         ---  *****  ---
```

d'éviter la définition du graphe du réseau. Enfin, le nombre des arcs a été également vérifié par le nombre de lignes lus dans le fichier "réseau".

Les données entrées sont donc bien lues par **REMODE** et le graphe du réseau a été bien établi.

7.3.2.2 - Information sur les segments de déplacements

Nous avons défini dans le **Fichier 1** que le pourcentage maximal pour chaque segment de déplacement est de 10% (valeur de *ptra*). Pour que le nombre de segments de chaque motif ne soit pas trop petit, nous avons imposé dans **REMODE** que chaque motif ait au moins de 3 segments. Selon ces barèmes et les principes de désagrégation, nous avons obtenu, grâce au module DESAG, 12 segments de déplacements avec les valeurs du temps correspondantes (voir le **Fichier 3**).

Fichier 3 - Désagrégation de déplacements

```
Rappel de Subroutine -- SP21: DESAG
Motif=  1 Nb. tranche=  6
Motif=  2 Nb. tranche=  3
Motif=  3 Nb. tranche=  3
Motif   No.ser   Valeur
     1        1     14.4
     1        2     25.4
     1        3     36.8
     1        4     51.6
     1        5     74.7
     1        6    131.8
     2        7     86.5
     2        8    154.5
     2        9    276.1
     3       10     27.8
     3       11     54.8
     3       12    107.8
       --- *** ---
Rappel de Subroutine -- SP22: ALEAT
Motif   No.nou   Valeur
     2        1     86.5
     3        2    107.8
     1        3     25.4
     3        4     54.8
     2        5    154.5
     1        6     36.8
     1        7     14.4
     1        8     74.7
     3        9     27.8
     2       10    276.1
     1       11     51.6
     1       12    131.8
       --- *** ---
Wed Sep  9 17:29:18 MET DST 1992
```

Nous utilisons ensuite un tirage au sort (module ALEAT) pour réorganiser l'ordre de ces segments afin que ces segments puissent être utilisés dans la simulation de la circulation du trafic.

Nous vérifierons que DESAG et ALEAT fonctionnent bien. Par exemple, pour motif 2 avec une valeur du temps égale à 130 FF/h, nous avons obtenu trois segments avec les valeurs du temps correspondantes 86.5, 154.5 et 276.1 FF/h.

7.3.2.3 - Contrôle des plus courts chemins

Nous prenons deux paires O-D pour montrer les plus courts chemins du module MOREC. Une paire est de Paris à Lyon et une autre de Paris à Strasbourg (voir le **Fichier 4**). Le critère de recherche des chemins est le coût généralisé.

Les comportements des voyageurs sont identiques. Pour une valeur du temps assez élevée (100 FF/h), le voyageur prend l'autoroute. Pour une faible valeur du temps (15 FF/h), le voyageur prend la route nationale. Pour une valeur du temps moyenne (30 ~40 FF/h), si la différence de longueur entre autoroute et route nationale est importante, le voyageur prend la route nationale. C'est le cas de Paris-Strasbourg. Sinon, il prend un certain pourcentage de l'autoroute selon cette comparaison entre autoroute et route.

Fichier 4 - Résultats du module -- MOREC

```
         Programme MOREC
         ---  *****  ---
   Modele de Recherche des plus
     courts chemins en France
              par CYS
         ---  *****  ---
Bienvenue, chen y.s.
Vos chemins sont comme suit
         ---  *****  ---
PARIS           --> LYON
Chemin le plus economique (unite en franc equivalent 85).
Valeur du temps =   100.0000 frs/h.
         ---  *****  ---
```

No.	Nom du noeud	Peage	Temps	Long.	Route
1	PARIS CENTRE VILLE	0.	0.0	0.0	
2	A6B INTER BP (PTE D'ITALIE)	0.	0.2	5.0	DPAR
3	A6A-B INTER RN186 (FRESNES)	0.	0.2	12.2	A6B
4	A6 INTER A999C (CHILL-MAZARIN)	0.	0.3	18.2	A6
5	EVRY PREFECTURE	0.	0.4	33.9	A6
6	A6 INTER RN337	0.	0.6	48.2	A6
7	A6 INTER RN37	0.	0.6	57.6	A6
8	RN 7 INTER A6 (NORD DE NEMOURS)	8.	0.9	84.0	A6
9	A6 INTER G6	10.	1.0	95.0	A6
10	CROISEMENT A6-RN60	18.	1.3	124.7	A6
11	AUXERRE	30.	1.7	167.4	A6
12	ECHANGEUR A6 AVALLON	45.	2.2	223.4	A6
13	CARREFOUR A6-A38-N81	59.	2.7	278.0	A6

```
 14  CROISEMENT A6-A31 BEAUNE                    71.    3.1  316.4   A6
 15  CHALON/SAONE                                78.    3.3  343.4   A6
 16  N6-A6 MACON SUD                             94.    4.0  411.0   A6
 17  LYON                                       108.    4.6  482.6   A6
--- le cout  total  :    844.2 unites ---
--- usure,entretien :    131.4 francs ---
--- valeur du temps :    460.7 francs ---
--- consom. carbur  :    144.1 francs ---
--- PEAGE total     :    108.0 francs ---
--- le temps total  :      4.6 heures ---
--- la long. totale :    482.6 kms    ---
         ---  *****  ---


         ---  *****  ---
PARIS          --> LYON
Chemin le plus economique (unite en franc equivalent 85).
Valeur du temps =    30.0000 frs/h.
         ---  *****  ---
No.  Nom du noeud                                Peage  Temps  Long.  Route
  1  PARIS CENTRE VILLE                             0.    0.0    0.0
  2  A6B INTER BP (PTE D'ITALIE)                    0.    0.2    5.0   DPAR
  3  A6A-B INTER RN186 (FRESNES)                    0.    0.2   12.2   A6B
  4  A6 INTER A999C (CHILL-MAZARIN)                 0.    0.3   18.2   A6
  5  EVRY PREFECTURE                                0.    0.4   33.9   A6
  6  A6 INTER RN337                                 0.    0.6   48.2   A6
  7  A6 INTER RN37                                  0.    0.6   57.6   A6
  8  RN7 INTER CD142E (NORD DE FONTAINEBLEAU)       0.    0.8   69.9   N37
  9  OBELISQUE DE FONTAINEBLEAU                     0.    0.9   74.4   N7
 10  RN 7 INTER A6 (NORD DE NEMOURS)                0.    1.0   86.7   N7
 11  A6 INTER G6                                    2.    1.1   97.7   A6
 12  CROISEMENT A6-RN60                            10.    1.4  127.4   A6
 13  AUXERRE                                       22.    1.8  170.1   A6
 14  CARREFOUR N6-BRETELLE ACCES A6 AVALLON        22.    2.5  228.5   N6
 15  CARREFOUR N6-N81                              22.    3.4  296.8   N6
 16  ECHANGEUR N6-N74                              22.    3.9  334.2   N6
 17  CHALON/SAONE                                  22.    4.2  354.0   N6
 18  CARREFOUR N6-N79 PONT SAINT LAURENT           22.    5.0  411.1   N6
 19  N6-A6 MACON SUD                               22.    5.1  420.5   N6
 21  LYON                                          22.    6.0  492.0   N6
--- le cout  total  :    506.6 unites ---
--- usure,entretien :    151.5 francs ---
--- valeur du temps :    180.8 francs ---
--- consom. carbur  :    152.2 francs ---
--- PEAGE total     :     22.0 francs ---
--- le temps total  :      6.0 heures ---
--- la long. totale :    492.0 kms    ---
         ---  *****  ---


         ---  *****  ---
PARIS          --> LYON
Chemin le plus economique (unite en franc equivalent 85).
Valeur du temps =    15.0000 frs/h.
         ---  *****  ---
No.  Nom du noeud                                Peage  Temps  Long.  Route
  1  PARIS CENTRE VILLE                             0.    0.0    0.0
  2  A4 INTER BP (PTE DE BERCY)                     0.    0.2    5.0   DPAR
  3  A86 INTER A4 (MAISONS ALFORT)                  0.    0.2    9.8   A4
  4  CRETEIL PREFECTURE                             0.    0.2   13.7   A86
  5  RN6 INTER CD402                                0.    0.5   36.4   N6
  6  MELUN                                          0.    0.7   49.7   N6
  7  RN7 INTER CD142E (NORD DE FONTAINEBLEAU)       0.    0.9   64.1   N6
  8  OBELISQUE DE FONTAINEBLEAU                     0.    0.9   68.6   N7
  9  RN 7 INTER A6 (NORD DE NEMOURS)                0.    1.1   80.9   N7
 10  DORDIVES.ECH. N.7 ET A.6                       0.    1.4  100.9   N7
 11  MONTARGIS                                      0.    1.6  115.7   N7
 12  CARREFOUR N7-N151 PONT DE LA CHARITE /L        0.    2.9  218.1   N7
```

```
 13  NEVERS-BD COUBERTIN-R. DU CHAMP DE FOIRE      0.    3.2  242.8   N7
 14  CARREFOUR DEVIATION ST PIERRE LE MOUTIER      0.    3.5  264.7   N7
 15  MOULINS                                       0.    3.9  298.3   N7
 16  CARREFOUR RN245 RN7                           0.    4.0  307.1   N7
 17  CARREFOUR RN7 RN209                           0.    4.4  331.6   N7
 18  LAPALISSE                                     0.    4.6  351.6   N7
 19  ROANNE  D482                                  0.    5.4  399.6   N7
 20  N7 N 82 L'HOPITAL SUR RHINS                   0.    5.6  411.6   N7
 21  N 7 N 89 L ARBRESLE                           0.    6.2  461.5   N7
 22  LYON                                          0.    6.6  488.5   N7
--- le cout  total  :     399.7 unites ---
--- usure,entretien :     147.6 francs ---
--- valeur du temps :      98.6 francs ---
--- consom. carbur  :     153.5 francs ---
--- PEAGE total     :       0.0 francs ---
--- le temps total  :       6.6 heures ---
--- la long. totale :     488.5 kms    ---
         ---  *****  ---



         Programme MOREC
         ---  *****  ---
   Modele de Recherche des plus
     courts chemins en France
           par CYS
         ---  *****  ---
Bienvenue, chen y.s.
Vos chemins sont comme suit
         ---  *****  ---
PARIS           --> STRASBOURG
Chemin le plus economique (unite en franc equivalent 85).
Valeur du temps =   100.0000 frs/h.
         ---  *****  ---
No.  Nom du noeud                                Peage  Temps  Long.  Route
  1  PARIS CENTRE VILLE                             0.    0.0    0.0
  2  A4 INTER BP (PTE DE BERCY)                     0.    0.2    5.0   DPAR
  3  A86 INTER A4 (MAISONS ALFORT)                  0.    0.2    9.8   A4
  4  A4 PONT DE NOGENT                              0.    0.2   13.6   A4
  5  CD51 INTER A4 (VAL MAUBUEE)                    0.    0.3   23.7   A4
  6  RN34 INTER A4 (CRECY)                          0.    0.5   41.8   A4
  7  -A4-Intersection -A4/RN3-                      5.    0.6   57.6   A4
  8  CHATEAU-THIERRY                               15.    0.9   88.6   A4
  9  REIMS (Devant la GARE.)                       32.    1.3  140.6   A4
 10  Echangeur Autoroute :A4/RD77.                 49.    1.8  192.6   A4
 11  STE-MENEHOULD                                 59.    2.1  226.6   A4
 12  -A4-Echangeur de VERDUN-Voie-Sacree-          69.    2.3  258.0   A4
 13  -A4-Barriere de Peage de BEAUMONT-            85.    2.9  310.5   A4
 14  Jonction Autoroutes -A4/A31-                  93.    3.1  333.5   A4
 15  -A4-Echangeur-A4/A314-                        93.    3.2  346.7   A4
 16  Echangeur -A4/A32/RN3-                       109.    3.7  394.5   A4
 17  PHALSBOURG -Carrefour-RN4/RN61-              126.    4.2  454.8   A4
 19  STRASBOURG                                   131.    4.7  512.8   A4
--- le cout  total  :     895.3 unites ---
--- usure,entretien :     139.4 francs ---
--- valeur du temps :     472.4 francs ---
--- consom. carbur  :     152.4 francs ---
--- PEAGE total     :     131.0 francs ---
--- le temps total  :       4.7 heures ---
--- la long. totale :     512.8 kms    ---
         ---  *****  ---



         ---  *****  ---
 PARIS           --> STRASBOURG
Chemin le plus economique (unite en franc equivalent 85).
Valeur du temps =    40.0000 frs/h.
         ---  *****  ---
```

No.	Nom du noeud	Peage	Temps	Long.	Route
1	PARIS CENTRE VILLE	0.	0.0	0.0	
2	A4 INTER BP (PTE DE BERCY)	0.	0.2	5.0	DPAR
3	A86 INTER A4 (MAISONS ALFORT)	0.	0.2	9.8	A4
4	A4 PONT DE NOGENT	0.	0.2	13.6	A4
5	CD51 INTER A4 (VAL MAUBUEE)	0.	0.3	23.7	A4
6	RN34 INTER A4 (CRECY)	0.	0.5	41.8	A4
7	Carrefour-RN4/RN34-	0.	1.2	96.2	N34
8	Carrefour-RN4/RN77-	0.	1.8	148.9	N4
9	VITRY-LE-FRANCOIS.(Place d'ARMES)	0.	2.2	178.3	N4
10	SAINT-DIZIER (Carrefour Prox. HOPITAL.)	0.	2.6	208.9	N4
11	LIGNY-EN-BARROIS (Echangeur-RN4/RN135-)	0.	3.0	237.3	N4
12	Echangeur-A31/RN74-TOUL-Sud-	0.	3.5	282.9	N4
13	NANCY (Place de la GARE)	0.	3.8	307.2	A31
14	LUNEVILLE (Carrefour -RN4/RN59-)	0.	4.2	339.1	N4
15	PHALSBOURG -Carrefour-RN4/RN61-	0.	5.2	410.7	N4
17	STRASBOURG	5.	5.8	468.7	A4

```
--- le cout  total  :    546.5 unites ---
--- usure,entretien :    164.7 francs ---
--- valeur du temps :    231.6 francs ---
--- consom. carbur  :    145.2 francs ---
--- PEAGE total     :      5.0 francs ---
--- le temps total  :      5.8 heures ---
--- la long. totale :    468.7 kms     ---
        ---  *****  ---


         ---  *****  ---
PARIS          --> STRASBOURG
Chemin le plus economique (unite en franc equivalent 85).
Valeur du temps =    15.0000 frs/h.
        ---  *****  ---
```

No.	Nom du noeud	Peage	Temps	Long.	Route
1	PARIS CENTRE VILLE	0.	0.0	0.0	
2	A4 INTER BP (PTE DE BERCY)	0.	0.2	5.0	DPAR
3	A86 INTER A4 (MAISONS ALFORT)	0.	0.2	9.8	A4
4	A4 PONT DE NOGENT	0.	0.2	13.6	A4
5	CD51 INTER A4 (VAL MAUBUEE)	0.	0.3	23.7	A4
6	RN34 INTER A4 (CRECY)	0.	0.5	41.8	A4
7	Carrefour-RN4/RN34-	0.	1.2	96.2	N34
8	Carrefour-RN4/RN77-	0.	1.8	148.9	N4
9	VITRY-LE-FRANCOIS.(Place d'ARMES)	0.	2.2	178.3	N4
10	SAINT-DIZIER (Carrefour Prox. HOPITAL.)	0.	2.6	208.9	N4
11	LIGNY-EN-BARROIS (Echangeur-RN4/RN135-)	0.	3.0	237.3	N4
12	Echangeur-A31/RN74-TOUL-Sud-	0.	3.5	282.9	N4
13	NANCY (Place de la GARE)	0.	3.8	307.2	A31
14	LUNEVILLE (Carrefour -RN4/RN59-)	0.	4.2	339.1	N4
15	PHALSBOURG -Carrefour-RN4/RN61-	0.	5.2	410.7	N4
16	STRASBOURG	0.	6.0	459.5	N4

```
--- le cout  total  :    377.0 unites ---
--- usure,entretien :    143.7 francs ---
--- valeur du temps :     89.7 francs ---
--- consom. carbur  :    143.6 francs ---
--- PEAGE total     :      0.0 francs ---
--- le temps total  :      6.0 heures ---
--- la long. totale :    459.5 kms     ---
        ---  *****  ---
Pour tous vos commentaires,
contactez M.CHEN au (1) 47 40 72 31.
     ---  Bonne Route ! ---
```

7.3.2.4 - Contrôles des affectations

Après les trois étapes précédentes, nous pouvons maintenant examiner le module de l'affectation — MODAT. Les résultats obtenus sont issus de la charge de différents segments de déplacements sur le réseau avec l'actualisation du coût généralisé pour chaque segment.

Nous prenons les deux mêmes paires o-d que dans §7.3.2.3, Paris-Lyon et Paris-Strasbourg (voir le **Graphique 2**), en examinant les résultats sur trois différents itinéraires (voir le **Graphique 2bis**), autoroute (notant AR), route nationale (RN) et le mélange des AR et RN (AN). Les trois principaux itinéraires dans le **Graphique 2bis** ne sont pas forcément les mêmes que ceux dans §7.3.2.3, car les itinéraires dans le **Graphique 2bis** ont été recherchés avec l'actualisation du coût généralisé et ce n'est pas le cas dans §7.3.2.3.

Nous allons faire la comparaison des résultats de **REMODE** avec ceux du modèle **MATISSE**. Ces résultats de calculs sont mis dans la **Table 13** et **Table 14**. REMODE_S représente les résultats issus de la simulation de circulation de **REMODE** avant l'application de la fonction objectif, REMODE_O les résultats après l'application de la fonction objectif et MATISSE les résultats de **MATISSE**.

La "MOD reconstituée" dans les deux tables ci-dessus désigne la matrice o-d reconstituée par **REMODE** après la première itération. Cela signifie également que la matrice utilisée dans la **Table 13** n'est pas exactement la même que celle dans la **Table 14**. Mais les trafics totaux dans ces deux tables sont comparables.

Table 13 - Répartition du trafic sur les différents itinéraires (avant MOD reconstituée)

Liaison	Itinéraire	REMODE_S	MATISSE	REMODE_O
Paris-Lyon	1 - AR	61,00%	87,70%	61,00%
	2 - RN	10,00%	12,30%	10,00%
	3 - AN	29,00%	00,00%	29,00%
Paris-Strasbourg	1 - AR	18,67%	41,00%	40,00%
	2 - RN	67,00%	59,00%	45,00%
	3 - AN	14,33%	00,00%	15,00%

Source : Programmes **REMODE** (v107a05) et **MATISSE** (frie1601ter) (v107ab07)

Table 14 - Répartition du trafic sur les différents itinéraires (après MOD reconstituée)

Liaison	Itinéraire	REMODE_S	MATISSE	REMODE_O
Paris-Lyon	1 - AR	61,00%	87,00%	61,00%
	2 - RN	10,00%	13,00%	10,00%
	3 - AN	29,00%	00,00%	29,00%
Paris-Strasbourg	1 - AR	34,33%	35,00%	34,33%
	2 - RN	56,67%	65,00%	56,67%
	3 - AN	09,00%	00,00%	09,00%

Source : Programmes **REMODE** (fichier v107a05) et **MATISSE** (frie1601ter --fichier v107ab07)

Selon les résultats dans ces deux tables, nous pouvons faire quelques remarques :

(1). Les pourcentages sur la même liaison retrouvés par la même méthode sont relativement comparables dans les deux tables. Cela reflète les caractéristiques internes assez stables de la méthode dans le cas où les matrice o-d utilisées sont assez proches.

(2). **MATISSE** affecte les trafics principalement sur l'autoroute (AR) et la route nationale (RN). Il ne prend pas beaucoup en considération le mélange de ces deux routes (AN), mais il préfère l'autoroute car son pourcentage d'emprunt d'autoroute est plus important. C'est donc une particularité de **MATISSE**.

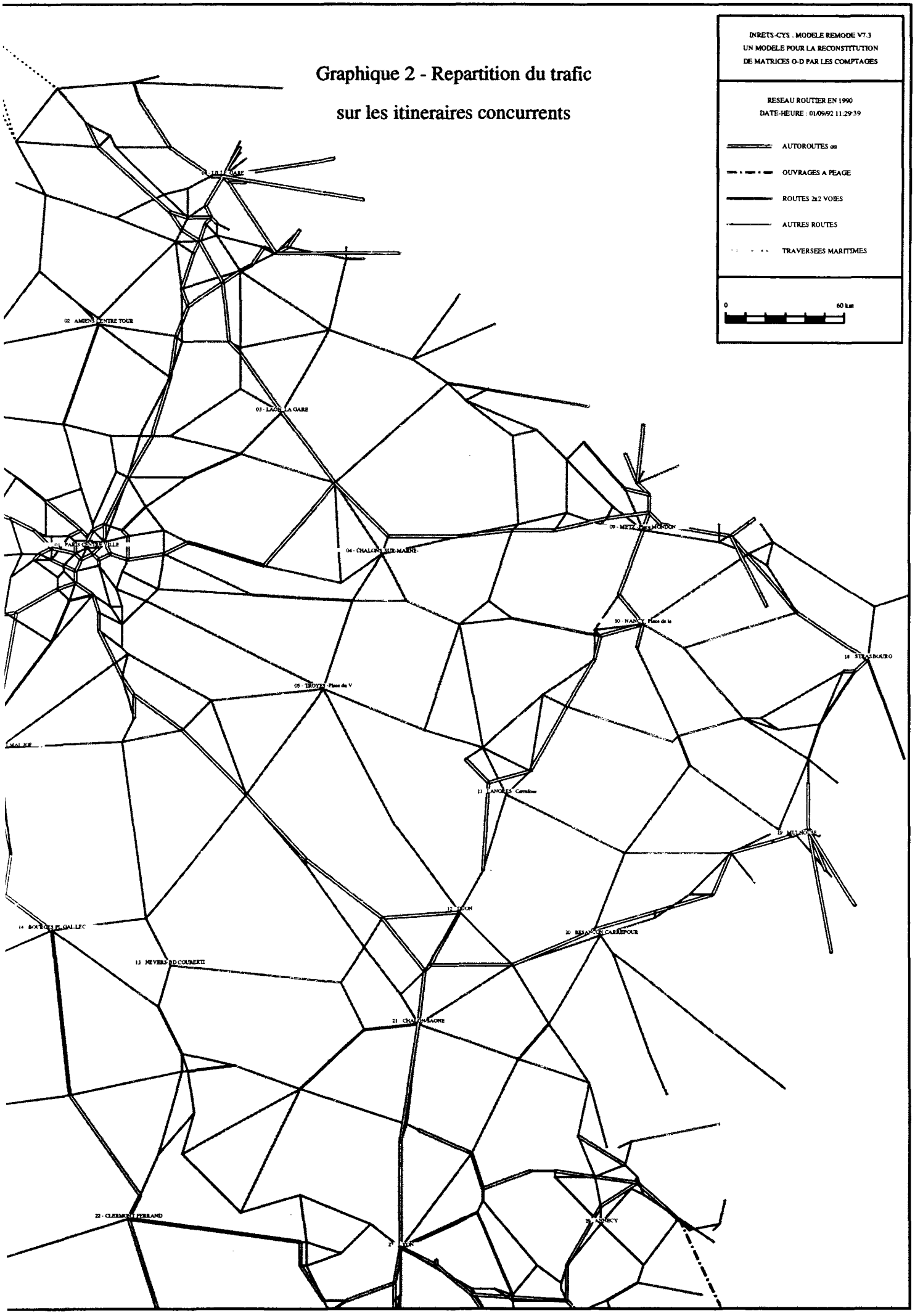
(3). Le pourcentage sur la AR retrouvé par **MATISSE** est presque la somme des pourcentages sur la AR et sur la AN retrouvés par **REMODE**, mais les pourcentages sur la RN sont comparables pour ces deux différentes méthodes. De cette manière, nous trouvons donc certaine comparabilité de **MATISSE** et **REMODE.**

Si nous reprenons les résultats dans la **Table 12** (§7.3.1), nous avons le partage des trafics entre route et autoroute, 30% sur route et 70% sur autoroute. Ces chiffres sont tout à fait compatibles avec les résultats ci-dessus. Nous pouvons ainsi dire que ces résultats sont plausibles.

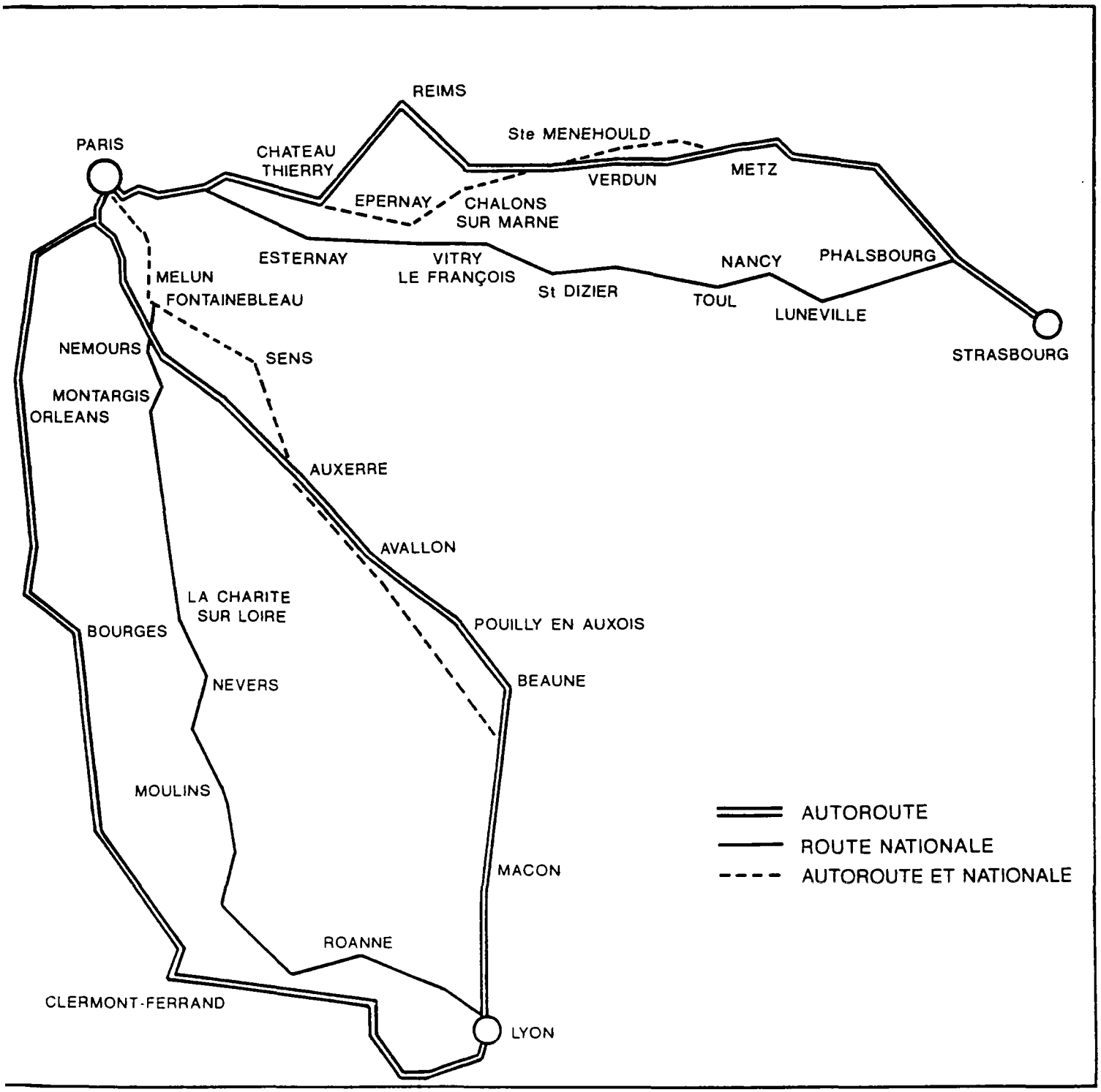
L'objectif de **REMODE** n'est pas de chercher l'affectation précise du trafic, mais de reconstituer la matrice o-d par les comptages. Donc une affectation du trafic même approximative est suffisante pour **REMODE**, car la fonction objectif de **REMODE** déforme les résultats de l'affectation du trafic pour mieux satisfaire les comptages.

Graphique 2 - Repartition du trafic

sur les itineraires concurrents



Graphique 2bis - Les principaux itinéraires concurrents
entre Paris-Lyon et Paris-Strasbourg



Avec les résultats de l'affectation aussi plausibles que souhaités par **REMODE,** nous avons raison de nous contenter du module de l'affectation du trafic — MODAT.

7.3.3 - Interprétation des résultats finaux

REMODE permet de calculer beaucoup de situations différentes grâce à ses combinaisons de paramètres entrés (input) définis dans le **Fichier 1** de **§7.2.** D'une part, **REMODE** est donc un modèle aussi souple qu'on le souhaite ; d'autre part, l'interprétation des résultats obtenus devait prendre en compte les situations initiales (les paramètres entrés).

Un exemple typique réside dans les définitions des priorités au calcul. Très souvent, nous avons différents niveaux de connaissance sur les différents objets. L'utilisation de ces différentes connaissances devrait, d'une certaine façon, se distinguer. **REMODE** réussit à résoudre cette difficulté.

Prenons un exemple concret en désignant trois objets comme les générations de trafics dans les zones, l'affectation du trafic sur le réseau et les trafics entre zones. Si nous connaissons mieux l'un des trois objets ci-dessus, nous pouvons démarrer le modèle avec cet objet en changeant seulement la valeur du paramètre *lapr* dans le **Fichier 1**. Par exemple, si *lapr* = 2, **REMODE** reconnaît que la priorité est mis sur la connaissance de l'affectation du trafic sur le réseau.

Cette souplesse nous permet de comparer les résultats sous différentes hypothèses et bien évidemment de vérifier la validité du modèle lui-même. Nous verrons plus tard les résultats concrets.

Nous pouvons également examiner les sensibilités des paramètres et des données. Par exemple, examinons les sensibilités des valeurs du temps et du fait de l'ajout ou de la suppression d'un compteur.

Nous avons signalé à plusieurs reprises que les données de comptages sont accompagnées par les numéros de plaques minéralogiques des véhicules. Afin d'exploiter cette richesse de l'information, nous allons faire tourner **REMODE** sur l'ensemble des zones et sur une seule zone. Nous faisons bien évidemment la comparaison de ces deux résultats.

Rappelons que le trafic de transit a été également défini par ces numéros de plaques minéralogiques des véhicules. Il est défini comme le trafic de véhicules immatriculés dans des zones autres que la zone où se situe le compteur.

Nous allons donc interpréter les résultats selon les manières exposées ci-dessus. Sauf indiqué, le zonage utilisé est un zonage de 40*40 (voir la **Figure 10** plus haut).

7.3.3.1 - Calcul sur le zonage de 40*40

Nous allons examiner trois aspects importants de la matrice o-d reconstituée : (1) le trafic total de transit ; (2) la structure de la matrice ; (3) les trafics individuels entre quelques paires o-d. Sauf indiqués, les paramètres sont ceux dans le **Fichier 1**.

(1). Le trafic total de transit

La fonction objectif de **REMODE** a été développée sur l'ensemble du réseau des compteurs. Elle prend en compte également l'interaction de déplacements entre les différentes zones. Tout cela doit permettre à **REMODE** de retrouver les résultats globaux assez stables.

C'est vérifié par les calculs. En fait, le trafic total de transit (en véhicule TJMA — Trafic Journalier Moyen Annuel) reste stable sous différentes hypothèses de calculs (voir la **Table 15**). Il est de 0,45 million de véhicule TJMA environ. L'année de référence de ce trafic total est de 1990.

Table 15 - Le trafic total de transit calculé par REMODE

		Nbsup		
		0	14	59
lapr	0	0,440	0,440	0,447
	1	0,450	0,440	0,455
	2	0,463	0,472	0,479

Source : REMODE (fichiers v107a05 - v107ab17c)

Nota : (a) Le trafic est en million de véhicules TJMA, y compris le trafic étranger en transit (10 ~ 15% sur le total) ;

(b) Nbsup est le nombre de compteurs supprimé ;

(c) *lapr* est la priorité de calcul sur les générations de trafic dans les zones, l'affectation du trafic sur le réseau et les trafics entre zones pour *lapr* égale à 0, 1 ou 2 respectivement.

Selon l'enquête Transports 1981-1982, le trafic total de transit (de plus de 100 km) est de 0,34 million (toujours en véhicules TJMA) en 1981. Cela veut dire que le trafic croît au rythme de 3% environ par an depuis 10 ans. C'est plausible.

Le trafic total de transit dans la matrice o-d du **SETRA** redressée ne compte que 0,10 million de TJMA (voir plus haut dans la **Table 8**). Par rapport à 0,34 million de l'enquête Transports ou à 0,44 million de **REMODE**, ce trafic total de 0,10 million est beaucoup trop sous-estimé.

Nous constatons que le trafic de transit n'est pas défini de la même façon dans l'enquête Transports 1981-1982 et dans **REMODE**. En fait, il est défini, dans le premier cas, tout simplement comme le trafic entre deux zones à partir de 100 km. La comparaison ci-dessus n'est donc pas significative.

Si nous faisons une régression linéaire entre le trafic total de transit dans chaque zone et les caractéristiques socio-économiques sur l'ensemble du réseau, nous obtenons le coefficient R=0,73, ce qui présente une bonne relation entre eux. Ces résultats sont donc explicables du point de vue socio-économique.

Nous constatons aussi que la suppression de quelques compteurs n'a pas de grande influence sur les résultats, notamment sur le trafic total. Cet aspect est important. D'une part, nous pouvons contrôler la sensibilité des compteurs afin de détecter les erreurs dans les comptages ; d'autre part, nous pouvons étudier le nombre nécessaire et les emplacements des compteurs pour pouvoir obtenir les meilleurs résultats.

(2). La structure de la matrice o-d

Nous examinerons ensuite la structure ou la distribution des trafics o-d en comparaison avec les résultats de la dernière enquête Transports 1981-1982 et ceux de MATISSE. Les résultats sont présentés dans la **Table 16** et par la **Figure 13**.

Les distributions de trafic de ces trois matrices o-d sont, d'une certaine façon, comparables. Ce qui marque le plus est l'augmentation de la proportion du trafic dans la tranche de distance comprise entre 250 et 499 kilomètres. Cette augmentation de 9%

(points) est quasiment égale à la diminution du trafic dans la tranche de distance entre 100 et 249 kilomètres.

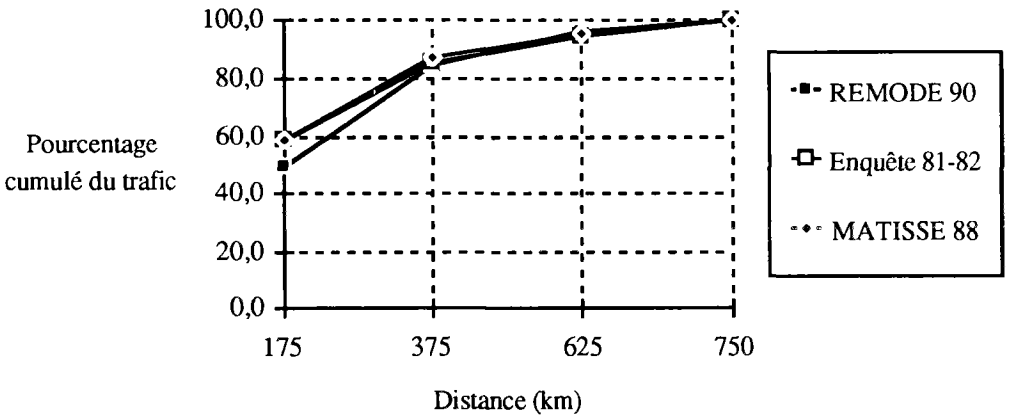
Cela signifie qu'une partie de voyageurs qui faisaient les déplacements inférieurs à 250 kilomètres font actuellement les trajets un peu plus longs mais ne dépassent pas 500 kilomètres. Ce phénomène est intéressant et surtout constaté partiellement par une étude réalisée par le **SETRA** [107]. Cette étude a montré que les déplacements supérieurs à 200 kilomètres ont augmenté plus rapidement que les autres, et ont enregistré une croissance d'environ 9% sur autoroutes entre 1984 et 1989.

Table 16 - Comparaison de matrices O-D de REMODE 90, de l'Enquête 81-82 et de MATISSE 88

Zonage 40*40	REMODE 90		Enquête 81-82		MATISSE 88	
Distance (km)	Trafic	%	Trafic	%	Trafic	%
≤ 100,0	16381	3,7				
100,0 ~ 249,0	199512	45,2	202436	58,8	277768	59,0
250,0 ~ 499,0	158112	35,8	90648	26,4	133782	28,4
500,0 ~ 749,0	51199	11,6	33689	9,8	38318	8,1
≥ 750,0	15903	3,6	17041	5,0	21022	4,5
Somme	441108	100,0	343814	100,0	470890	100,0

Source : REMODE (fichiers v107a08) (voir le **Tome Annexe 1**), "Enquête de transports 81-82" (exploitation INRETS) et MATISSE.

Figure 13 - Comparaison de matrices O-D de REMODE 90, de l'Enquête 81-82 et de MATISSE 88



Source : REMODE (fichiers v107a08) (voir le **Tome Annexe 1**), "Enquête de transports 81-82" (exploitation INRETS) et MATISSE.

(3). Les trafics de quelques paires o-d

Nous continuons d'examiner la matrice o-d en considérant quelques T_{ij} pour apprécier plus en détail la matrice reconstituée.

Nous prenons les relations entre Paris-Lyon, Troyes-Poitiers et Rouen-Châlon sur Saône, en comparant la matrice de **REMODE** (fichiers v107a08) avec les matrices de SETRA_R (matrice redressée) et de **MATISSE**. Les résultats de la comparaison sont donnés dans la **Table 17** ci-après.

Table 17 - Comparaison des trafics inter-zones pour les différentes matrices

	Paris-Lyon	Troyes-Poitiers	Rouen-Châlon S/S
SETRA_R	1296	28	25
MATISSE	1990	35	55
REMODE	2010	46	27

Source : SETRA (Table 8), MATISSE et REMODE (v107a08)

Par ces simples résultats, nous pouvons satisfaire à la comparaison. En fait, cette comparaison est vraie pour la majorité des trafics inter-zones calculés.

Nous avons souvent l'impression que la distribution suit une loi gravitaire. Par cette préoccupation, nous aurons quelques difficultés pour expliquer les trafics entre certaines zones. Par exemple, le trafic entre Paris et Grenoble est très faible par l'estimation de **REMODE** (v107a08), notamment comparé à une estimation gravitaire.

Douter est plutôt une bonne chose. Il est toujours utile de trouver les réponses possibles par les différentes approches, ensuite de les comparer. Si les écarts sont importants, il faut chercher les causes.

Nous avons constaté que le trafic total et la structure de la matrice reconstituée restent très stables pour les différentes hypothèses. Ce n'est pas toujours le cas pour la distribution détaillée de trafics entre zones. Cela pourrait être expliqué par le fait que le trafic total et la structure de la matrice sont liés surtout à la totalité des compteurs mais la distribution détaillée de trafics entre zones est liée principalement aux compteurs retrouvés sur les chemins parcourus entre ces zones et est donc assez sensible à chaque compteur.

Il est donc important de vérifier les comptages sur les relations des zones en cause. Nous pouvons contrôler la sensibilité des résultats ou calculer sous différentes hypothèses. Si les résultats n'ont pas trop de différence, ils sont stables. Sinon on devrait avoir une raison apparente.

Beaucoup de calculs ont été effectués. Les résultats ont montré qu'ils sont très stables. A ce propos, nous donnons les différentes matrices o-d sous différents zonages dans les paragraphes suivants pour permettre d'apprécier au mieux les résultats. Les plus amples analyses sur les stabilités du modèle et des résultats se trouvent dans le **chapitre 8** ci-après.

(4). Les comptages reconstitués

Comme la **Table 15** dans le paragraphe (1), le nombre de compteurs réconciliés en relation avec les différentes hypothèses de calcul sera également présenté à cette manière. Les résultats se trouvent dans la **Table 18**.

Table 18 - Le pourcentage de compteurs réconciliés sous différentes hypothèses (les compteurs en deux sens)

		Nbsup		
		0	14	59
lapr	0	80	83	79
	1	75	83	77
	2	37	40	37

Source : REMODE (v107a05 - v107ab17c)

Nota : (a) Cette table correspond à la table 15 ;
(b) Nbsup est le nombre de compteurs supprimés ;
(c) *lapr* est la priorité de calcul sur les générations de trafics dans les zones, l'affectation du trafic sur le réseau et les trafics entre zones pour *lapr* égale à 0, 1 ou 2 respectivement.

Pour *lapr* =1 et 0, le pourcentage de compteurs réconciliés est environ de 80% et les résultats de trafics reconstitués sont presque pareils. Nous prenons une de ces matrice o-d reconstituée dans la **Table 19** (dans le **Tome Annexe 1**). La redistribution de cette matrice selon une loi gravitaire est donnée dans la **Table 19bis** (dans le **Tome Annexe 1**).

Nous avons également le rapport entre le comptage reconstitué et le comptage réel. La moyenne de ce rapport est de 1,13 avec une valeur maximale égale à 15,0. La précision du calcul est de 10%.

Si nous prenons en compte la grande échelle du réseau dont 1200 arcs et 460 compteurs pour un sens, il serait injuste de dire que les résultats du calcul ne sont pas plausibles.

Pour *lapr* =2, le pourcentage de compteurs réconciliés n'est qu'environ de 40% et les résultats de trafics reconstitués sont assez différents de ceux dans la **Table 19**. La matrice reconstituée se trouve dans la **Table 20** (dans le **Tome Annexe 1**).

Nous allons donc présenter ces différentes matrices, car elles ont été calculées sous différentes hypothèses. Comme le trafic total reste stable mais la distribution différente, il est toujours utile de prendre référence de l'une à l'autre.

Pour apprécier l'ensemble de résultats, nous avons réalisé une représentation graphique du trafic sur le réseau grâce aux outils développé dans le cadre de **MATISSE**. Les comptages réels sont présentés dans le **Graphique 3** (dans le **Tome Annexe 1**) et les comptages reconstitués dans le **Graphique 4** (dans le **Tome Annexe 1**). Nous pouvons également concentrer sur certaines arcs seulement pour le détail. C'est le cas des **Graphique 5** (dans le **Tome Annexe 1**) et **Graphique 6** (dans le **Tome Annexe 1**). L'autre détail concernant la comparaison des comptages reconstitués et comptages mesurés sera donné dans **§8.2**.

Il est utile de préciser que les résultats ci-dessus ont été obtenus sous l'hypothèse que les compteurs sont pris en compte en deux sens. Si nous prenons en compte les compteurs seulement en un sens, les principaux résultats sont dans la **Table 18bis**.

Table 18bis - Les principaux résultats pour les compteurs en un sens

lapr	Trafic total (en million de TJMA)	Compteurs réconciliés (en %)
0	0,440	95
1	0,440	92

Source : REMODE (v107a23-v107a24)

Il est clair que le trafic total est quasi identique à celui de la **Table 18**. De plus, les pourcentages des compteurs réconciliés sont plus élevés que ceux de la **Table 18**. Les autres résultats sont également comparables (résultats détaillés dans les fichiers v107a05-v107a24).

Nous utilisons les résultats du calcul pour les compteurs en deux sens, car ces derniers contiennent des informations plus riches.

7.3.3.2 - Calcul sur le zonage de 91*91

Nous avons indiqué que le réseau routier et les noeuds sont établis sur la base géographique départementale. La définition du zonage est ainsi très facile, en désignant simplement la relation entre une zone et des départements. Les centroïdes sont parmi les noeuds existants.

Nous pouvons bien entendu calculer directement une matrice o-d départementale. Les processus du calcul sont les mêmes que ceux pour la matrice 40*40.

Le zonage départemental comporte 91 zones, car les quatre départements (75, 92, 93, 94) ont été regroupés en une seule zone et les départements d'outre-mer ne sont pas pris en compte (voir la **Figure 14** ci-après pour le zonage départemental) dans le sondage de la circulation en 1990. Les caractéristiques socio-économiques des 91 départements sont présentées dans la **Table 18ter** ci-contre.

La matrice ainsi calculée se présente dans la **Table 22** et la **Table 22bis** (dans le **Tome Annexe 1**). *Le trafic total de transit (avec le trafic étranger) de cette matrice de 91*91 est de* ***0,70 million de TJMA*** *avec les compteurs réconciliés à 83%.*

Cette matrice de 91*91 peut ensuite être regroupée en la matrice 40*40 selon ses zonages correspondants par l'intermédiaire de départements (voir le **Fichier 5**). Cela est très intéressant, car cela nous permet de comparer les matrice o-d de 40*40 obtenues par les différents zonages.

Nous avons ainsi calculé la matrice 40*40 en prenant **REMODE** sur la base du zonage 91*91. Les résultats obtenus sont renvoyés dans la **Table 21** dans le **Tome Annexe 1.**

Table 18ter - Caractéristiques socio-économiques des 95 départements

No. Dépt.	No. Région	Cheflieu de dépt.	Département	E90	V90	Ess90	Rou90	P90
1	18	BOURG-EN-BRESSE	Ain	165,4	249,4	208,3	504,0	470,0
2	3	LAON	Aisne	182,4	235,5	192,9	571,0	536,5
3	19	MOULINS	Allier	128,5	190,4	162,7	476,0	356,5
4	21	DIGNE-LES-BAINS	Alpes-de-Haute-Pro.	47,2	75,4	70,9	314,0	130,8
5	21	GAP	Hautes-Alpes	48,4	64,5	61,8	279,0	112,1
6	21	NICE	Alpes-Maritimes	337,1	489,8	521,8	370,0	975,9
7	18	PRIVAS	Ardèche	91,5	151,7	104,6	296,0	277,0
8	2	CHARLEVILLE-MEZ.	Ardennes	98,4	126,6	83,8	230,0	296,1
9	16	FOIX	Ariège	47,1	74,0	54,8	111,0	136,1
10	2	TROYES	Aube	116,3	147,4	124,0	306,0	289,2
11	20	CARCASSONNE	Aude	99,9	156,5	347,2	330,0	297,5
12	16	RODEZ	Aveyron	104,6	154,0	76,8	227,0	271,9
13	21	MARSEILLE	Bouches-du-Rhône	628,9	813,5	871,6	821,0	1761,0
14	6	CAEN	Calvados	233,6	298,8	305,1	370,0	617,5
15	19	AURILLAC	Cantal	58,4	81,8	51,3	216,0	158,3
16	14	ANGOULEME	Charente	135,2	192,2	138,1	233,0	341,9
17	14	LaROCHELLE	Charente-Maritime	177,8	294,1	385,8	427,0	526,2
18	5	BOURGES	Cher	122,7	170,2	146,3	369,0	321,9
19	17	TULLE	Corrèze	90,3	134,4	105,8	324,0	238,5
20	22	(voir no. 96 et no. 97)		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
21	7	DIJON	Côte-d'Or	195,0	242,0	249,9	624,0	493,7
22	13	SAINT-BRIEUC	Côte-d'Armor	194,3	283,6	203,5	283,0	537,7
23	17	GUERET	Creuse	47,9	69,9	51,0	99,0	131,3
24	15	PERIGUEUX	Dordogne	138,5	214,9	165,8	262,0	386,6
25	11	BESANCON	Doubs	186,8	229,8	226,5	369,0	484,3
26	18	VALENCE	Drôme	159,9	228,2	268,6	313,0	414,0
27	4	EVREUX	Eure	180,9	251,0	246,4	511,0	513,9
28	5	CHARTRES	Eure-et-Loir	144,2	195,6	199,0	416,0	395,5
29	13	QUIMPER	Finistère	300,5	425,2	367,4	246,0	838,2
30	20	NIMES	Gard	183,4	311,2	264,3	369,0	584,0
31	16	TOULOUSE	Haute-Garonne	358,5	492,1	460,7	453,0	925,0
32	16	AUCH	Gers	66,2	104,2	59,6	238,0	173,8
33	15	BORDEAUX	Gironde	451,9	605,7	721,8	599,0	1211,0
34	20	MONTPELLIER	Hérault	262,3	410,9	470,0	482,0	793,4
35	13	RENNES	Ille-et-Vilaine	319,0	399,2	394,4	452,0	798,2
36	5	CHATEAUROUX	Indre	94,1	128,2	103,7	246,0	237,3
37	5	TOURS	Indre-et-Loire	205,9	271,9	251,0	368,0	528,8
38	18	GRENOBLE	Isère	372,3	518,4	528,0	772,0	1015,0
39	11	LONS-LE-SAUNIER	Jura	92,5	129,2	90,0	332,0	248,6
40	15	MONT-DE-MARSAN	Landes	113,5	181,8	177,3	388,0	311,0
41	5	BLOIS	Loire-et-Cher	122,3	170,3	136,9	364,0	305,8
42	18	SAINT-ETIENNE	Loire	273,8	350,2	273,5	393,0	745,0
43	19	LePUY-EN-VELAY	Haute-Loire	74,8	106,1	72,5	208,0	206,2
44	12	NANTES	Loire-Atlantique	389,7	522,6	564,6	456,0	1051,0
45	5	ORLEANS	Loiret	228,4	308,7	362,3	484,0	579,9
46	16	CAHORS	Lot	57,8	92,2	62,8	213,0	154,9
47	15	AGEN	Lot-et-Garonne	113,9	175,0	144,3	260,0	305,0
48	20	MENDE	Lozère	27,5	40,2	31,4	291,0	72,9
49	12	ANGERS	Maine-et-Loire	271,2	350,0	220,9	383,0	705,5
50	6	SAINT-LO	Manche	189,9	243,3	200,4	248,0	479,1
51	2	CHALONS/MAR.	Marne	210,4	279,7	235,5	536,0	556,9
52	2	CHAUMONT	Haute-Marne	77,0	97,8	82,4	361,0	203,5

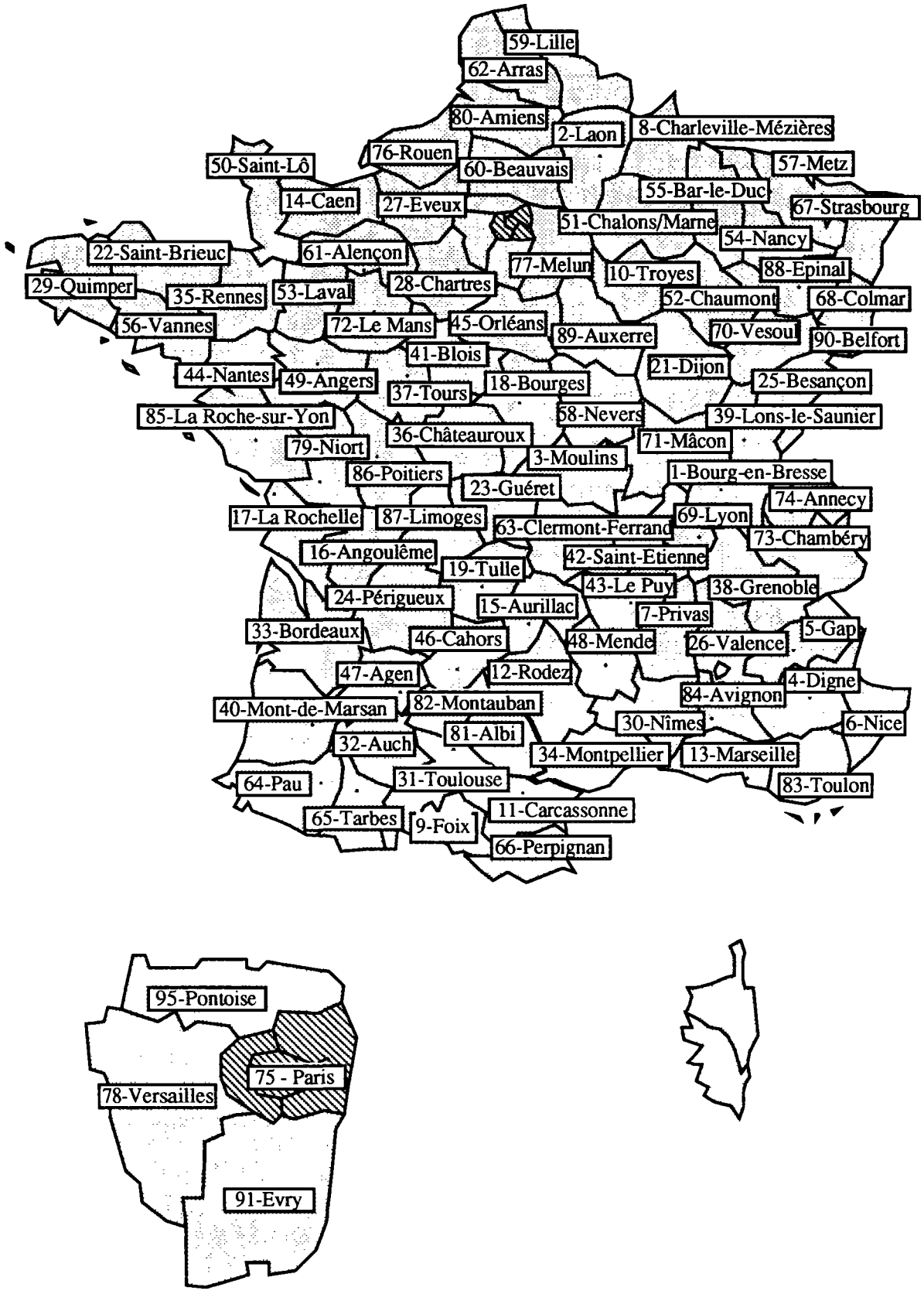
Table 18ter - Caractéristiques socio-économiques des 95 départements (suite)

53	12	LAVAL	Mayenne	120,7	143,9	90,5	309,0	278,0
54	9	NANCY	Meurthe-et-Moselle	240,9	304,8	253,9	585,0	711,1
55	9	BAR-LE-DUC	Meuse	65,3	91,0	70,1	319,0	196,0
56	13	VANNES	Morbihan	217,9	310,6	256,9	264,0	618,7
57	9	METZ	Moselle	326,9	441,4	297,1	656,0	1010,7
58	7	NEVERS	Nièvre	83,6	122,1	87,0	262,0	232,9
59	8	LILLE	Nord	843,6	970,5	716,7	688,0	2527,0
60	3	BEAUVAIS	Oise	240,2	328,9	306,2	459,0	724,0
61	6	ALENCON	Orne	116,2	149,6	112,2	305,0	293,9
62	8	ARRAS	Pas-de-Calais	409,7	560,8	443,4	826,0	1433,0
63	19	CLERMONT-FER.	Puy-de-Dôme	230,7	315,5	271,4	360,0	597,2
64	15	PAU	Pyrénées-Atlantiques	210,4	323,8	259,5	370,0	579,9
65	16	TARBES	Hautes-Pyrénées	85,6	124,7	109,0	164,0	224,1
66	20	PERPIGNAN	Pyrénées-Orientales	114,3	192,7	164,5	304,0	362,0
67	10	STRASBOURG	Bas-Rhin	384,8	453,1	363,8	438,0	951,0
68	10	COLMAR	Haut-Rhin	257,0	338,5	235,6	318,0	671,0
69	18	LYON	Rhône	671,7	727,7	870,3	364,0	1507,0
70	11	VESOUL	Haute-Saône	74,0	109,1	71,7	195,0	230,0
71	7	MACON	Saône-et-Loire	211,7	294,7	290,2	514,0	559,0
72	12	LeMANS	Sarthe	196,9	255,4	231,5	430,0	514,0
73	18	CHAMBERY	Savoie	140,6	187,9	195,4	473,0	348,0
74	18	ANNECY	Haute-savoie	216,7	315,3	298,8	549,0	568,0
75	1	PARIS	Paris	1785,8	749,5	672,1	0,0	2146,9
76	4	ROUEN	Seine-Maritime	466,8	549,2	500,7	477,0	1222,5
77	1	MELUN	Seine et Marne	313,8	503,5	541,2	722,0	1075,3
78	1	VERSAILLES	Yvelines	436,9	636,5	618,3	500,0	1306,4
79	14	NIORT	Deux-Sèvres	133,6	195,5	128,0	252,0	346,0
80	3	AMIENS	Somme	192,0	238,6	208,9	390,0	549,1
81	16	ALBI	Tarn	127,4	195,5	105,4	222,0	341,8
82	16	MONTAUBAN	Tarn-et-Garonne	70,8	113,1	63,6	200,0	199,8
83	21	TOULON	Var	257,6	435,3	434,5	498,0	813,0
84	21	AVIGNON	Vaucluse	171,3	262,3	301,4	230,0	466,9
85	12	LA ROCHE-SUR-YON	Vendée	186,0	276,1	173,9	252,0	509,5
86	14	POITIERS	Vienne	139,6	210,0	306,0	421,0	380,6
87	17	LIMOGES	Haute-Vienne	137,8	191,1	154,0	289,0	354,0
88	9	EPINAL	Vosges	142,5	176,4	141,3	329,0	385,9
89	7	AUXERRE	Yonne	117,4	168,0	193,4	411,0	322,9
90	11	BELFORT	Territoire de Belfort	46,2	61,0	46,7	81,0	134,2
91	1	EVRY	Essonne	348,1	521,8	548,7	332,0	1083,6
92	1	NANTERRE	Haut-de-Seines	725,6	606,6	503,4	156,0	1391,0
93	1	BOBIGNY	Seine-St-Denis	457,9	498,0	420,9	181,0	1381,5
94	1	CRETEIL	Val-de-Marne	461,0	499,1	431,1	129,0	1218,0
95	1	PONTOISE	Val-d'Oise	300,5	443,0	384,6	279,0	1047,9
96	22	AJACCIO	Corse-du-Sud	37,7	71,1		247,0	108,6
97	22	BASTIA	Haute-Corse	43,9	74,9		329,0	131,6
Somme				21578	27267	24774	34872	56555

NB : E90, V90, Ess90 et P90 sont l'emploi, le nombre de voitures, la consommation de l'essence plus super et la population, tous exprimés en milliers en 1990 et Rou90 le kilomètrage des routes plus autoroutes en 1990.

(Source: SETRA, INSEE - SIRF, Jean-Loup MADRE)

Figure 14 - Zonage départemental (91*91) en France



Fichier 5 - Relation entre le zonage 40*40 et le zonage départemental

N1	N2	N3
01	8	75 77 78 91 92 93 94 95
02	2	60 80
03	2	02 08
04	2	51 55
05	2	10 89
06	2	28 45
07	2	27 76
08	2	59 62
09	1	57
10	1	54
11	2	52 70
12	1	21
13	2	03 58
14	2	18 36
15	2	37 41
16	2	53 72
17	3	14 61 50
18	1	67
19	3	68 88 90
20	2	25 39
21	1	71
22	2	43 63
23	2	23 87
24	4	16 17 79 86
25	3	44 49 85
26	4	22 29 35 56
27	3	01 42 69
28	4	15 19 24 46
29	2	73 74
30	2	05 38
31	2	07 26
32	4	12 48 81 82
33	2	33 47
34	2	04 06
35	3	13 83 84
36	2	30 34
37	2	11 66
38	2	09 31
39	2	32 65
40	2	40 64

Nota : Les colonnes N1, N2 et N3 représentent respectivement le numéro de la zone dans le zonage de 40*40, le nombre de départements dans la zone et les numéros de départements.
Source : MATISSE et REMODE.

Une simple comparaison entre la **Table 19** et la **Table 21** nous montre que ces deux matrices sont quasiment identiques, avec cependant quelques petites différences :

(1). Le trafic total d'une matrice de 40*40 trouvé par le zonage 91*91 est un peu plus fort que celui trouvé par le zonage 40*40. Ils sont aux alentours de 0,554 million de TJMA par le zonage 91*91 et 0,441 million de TJMA par le zonage 40*40. La raison principale de cette différence est qu'entre certaines zones limitrophes, par exemple zones 35 et 36, les trafics sont beaucoup plus forts par rapport à ceux du zonage 40*40.

Ceci peut être expliqué par le fait que le réseau utilisé pour le zonage 91*91 est le même que celui de 40*40. En fait, le réseau routier est assez dense pour le zonage 40*40, suffisant pour la plupart des liaisons du zonage 91*91, mais pas assez pour certaines liaisons du zonage 91*91 car les routes départementales jouent un rôle important dans ces liaisons du zonage 91*91 mais pas toutes présentées sur le réseau.

Outre l'insuffisance de réseau évoquée ci-dessus, la différence entre ces deux comparaisons vient également de la définition du trafic de transit. Ce dernier a été défini comme celui des véhicules immatriculés dans des zones autres que la zone où se situe le compteur. En fait, pour deux zones données, la suppression du trafic immatriculé dans un département d'une des deux zones peut exclure du trafic de transit ; inversement, du trafic local peut être fait par véhicules non immatriculés dans le département du point de comptage.

Si nous remettons ces trafics "surévalués" (en chiffres *italiques* dans la **Table 21** dans le **Tome Annexe 1**) au niveau du trafic dans la **Table 19** (dans le **Tome Annexe 1**), nous aurons le trafic total de 0,444 million de TJMA au lieu de 0,554 million de TJMA, ce qui correspond tout à fait au trafic total trouvé directement par le zonage 40*40.

(2). Les trafics entre la zone parisienne et quelques zones limitrophes sont un peu surévalués. La raison est la même que ci-dessus. C'est que le réseau routier dans la zone parisienne et ses environs est nettement insuffisant.

Cette comparaison est plutôt satisfaisante, car elle montre que les résultats obtenus par les différents zonages pour une même matrice o-d sont comparables.

Une autre comparaison de matrices 40*40 a été faite par M. **MORELLET** [125]. Cette comparaison a montré quelques résultats intéressants :

(1). Le trafic total estimé (554534 véh/j et 152,5*10^6 véh*km/j en 1990) par **REMODE** (sur le zonage de 91*91) est comparable à celui estimé (471933 véh/j et 138,5*10^6 véh*km/j en 1988) par **MATISSE**. Les deux estimations semblent cohérentes avec l'enquête Transports 1981-1982.

(2). La distribution de trafic par classe de distance parcourue (Voir **Table 16bis** ci-dessous) confirme que **REMODE** et **MATISSE** estiment le nombre de véhicules à courte distance de façon acceptable.

Table 16bis - Comparaison des matrices de l'Enquête 81-82, REMODE et MATISSE

Zonage 40*40	Enquête 81-82		REMODE 90		MATISSE 88	
Distance (km)	Trafic	%	Trafic	%	Trafic	%
≤ 100,0			35261	6,4		
100,0 ~ 249,0	202436	58,9	319146	57,6	277768	59,0
250,0 ~ 499,0	90648	26,4	135076	24,4	133782	28,4
500,0 ~ 749,0	33689	9,8	50187	9,1	38318	8,1
≥ 750,0	17041	5,0	14864	2,7	21022	4,5
Somme	343814	100,0	554534	100,0	470890	100,0

Source : "Enquête de transports 81-82" (exploitation INRETS), MATISSE et REMODE (fichiers v107ab18).

(3). Le trafic entre l'Ile-de-France et les 39 autres zones est le suivant :
— 100730 véh/j selon **REMODE** pour 1990,
— 177985 véh/j selon **MATISSE** pour 1988.

Il y a une différence importante entre les deux estimations. D'après **MORELLET**, **REMODE** sous-estime ce trafic. Cette sous-estimation pourrait venir de l'insuffisance de point de comptages et de densité de réseau en Ile-de-France.

7.3.3.3 - Calcul sur le zonage de 21*21

Puisque nous avons déjà eu la matrice o-d départementale en 91*91, il est donc très naturel que nous trouvions également une matrice o-d régionale en 21*21.

Il y a deux façons pour obtenir cette matrice o-d régionale. Premièrement, nous pouvons l'avoir en regroupant la matrice o-d départementale par la relation entre

régions et départements (voir le **Fichier 6**). Second, nous pouvons calculer cette matrice directement sur le zonage de 21*21.

Le regroupement de la matrice départementale en la matrice régionale est simple. Il est suffit de regrouper certaines lignes et colonnes de matrice de 91*91 en une seule ligne et colonne de matrice de 21*21. Ce regroupement peut être effectué automatiquement par le programme **REMODE**. En fait, les calculs sur le zonage de 91*91 fournissent non seulement une matrice o-d de 91*91, mais aussi une matrice de 40*40 ou de 21*21 selon la définition de regroupement.

Une matrice de 21*21 ainsi regroupée est présentée dans la **Table 23** (dans le **Tome Annexe 1**). *Le trafic total de transit de cette matrice de 21*21 est de **0,39** (dont 0,33 de trafic français et 0,06 de trafic étranger)* ***million de TJMA.***

Fichier 6 - Relation entre le zonage régional et le zonage départemental

N1	N2	N3
01	8	75 92 93 94 78 95 77 91
02	4	08 10 51 52
03	3	02 60 80
04	2	27 76
05	6	18 28 36 37 41 45
06	3	14 50 61
07	4	21 58 71 89
08	2	62 59
09	4	57 54 55 88
10	2	67 68
11	4	25 39 70 90
12	5	44 49 53 72 85
13	4	22 29 35 56
14	4	16 17 79 86
15	5	24 33 40 47 64
16	8	09 12 31 32 46 65 81 82
17	3	19 23 87
18	8	01 07 26 38 42 69 73 74
19	4	03 15 43 63
20	5	11 30 34 48 66
21	6	04 05 06 13 83 84

Nota : Les colonnes N1, N2 et N3 représentent respectivement le numéro de la région, le nombre de départements et les numéros de départements dans la région.

Nous pouvons également effectuer le calcul direct sur le zonage de 21*21. Par cela, quatre nouveaux fichiers devaient être préparés : un fichier de la définition du

zonage "deptzone21" ; un fichier des centroïdes "centroide21" ; un fichier des indicateurs socio-économiques des zones "socioeco21" ; et un fichier des comptages "comptage21". En fait, ces fichiers peuvent être générés automatiquement par **REMODE** à partir des données départementales connues. Nous ne l'avons pas fait par **REMODE** car nous voulons éviter d'écrire ces mêmes fichiers chaque fois que nous lançons **REMODE.**

La matrice ainsi obtenue figure dans la **Table 23bis** et la **Table 23ter** (dans le **Tome Annexe 1**).

Sans vouloir répéter les analyses faites pour le zonage de 40*40, nous présentons ici les principales caractéristiques des matrices de 21*21 dans la **Table 24** ci-dessous.

Table 24 - Le trafic total (et taux réconcilié des compteurs en %) calculé par **REMODE**

		Nbsup			
		0	14	16	21
lapr	0	0,27 (87)	0,27 (85)	0,27 (87)	0,27 (89)
	1	0,27 (73)	0,27 (79)	0,27 (78)	0,28 (81)
	2	0,27 (43)	0,29 (40)	0,29 (44)	0,29 (40)

Source : REMODE (fichiers v107a27 - v107a30)

Nota : (a) : Le trafic total est en million de véhicule TJMA, y compris le trafic étranger en transit (15% sur le total) ;
(b) : Nbsup est le nombre de compteurs supprimé ;
(c) : *lapr* est la priorité de calcul sur les générations de trafic dans les zones, l'affectation du trafic sur le réseau et les trafics entre zones pour *lapr* égale à 0, 1 ou 2 respectivement.

Les résultats sont donc très stables sous différentes hypothèses de calcul. On constate que le trafic total est de 0,27 (dont 0,23 de trafic en véhicule français) million de TJMA avec un taux de réconciliation des compteurs à 80%.

A ce propos, rappelons que le trafic total dans la **Table 6** (Matrice o-d régionale redressée complète) ne représente que 0,12 million de TJMA, ce qui est nettement inférieur à 0,23 million de TJMA estimé par **REMODE**. Mais le trafic obtenu par le regroupement de la matrice des 91*91 est de 0,33 million de TJMA, qui

est donc supérieur à 0,23 million de TJMA. Néanmoins, nous avons un trafic total qui se situe dans la fourchette entre 0,12 à 0,33 million de TJMA et n'est pas trop dispersé (ayant le même niveau de quantité).

Le redressement de la matrice régionale (voir la **Table 6**) est fondé sur une matrice partielle (remplie à 22%) du **SETRA** et une loi du type gravitaire. Cela ne peut donc donner qu'un ordre de grandeur approximatif. Même si cette matrice partielle est vraie, on ne peut pas utiliser la même loi sur toute la matrice car la structure des trafics est différente dans chaque zone.

Le regroupement d'une grande matrice (e. g. : 91*91) en une petite matrice (e. g. : 21*21) a des effets géographiques comme nous avons déjà constaté ci-dessus. Le calcul sur le zonage de 91*91 demande normalement un réseau avec plus de routes départementales, ce qui n'est pas le cas actuel. C'est pour cette raison que des trafics issus du regroupement entre certaines zones limitrophes sont surévalués. Comme pour les zones de 40*40, si nous substituons aux trafics "surévalués" les trafics issus du calcul direct, nous aurons le trafic total autour de 0,27 million de TJMA, une valeur estimée du calcul direct.

Pour compléter les comparaisons, nous présentons quelques trafics calculés par les différentes méthodes dans la **Table 25**. Puisque les trafics totaux sont différents, ces trafics inter-zones ne sont là que pour donner les informations indicatives.

Table 25 - Comparaison des trafics inter-zones pour les différentes matrices 40*40

	Paris-Lyon	Lille-Poitiers	Orléans-Strasbourg
SETRA_R	4000	30	150
Regroupée	2100	57	120
Directe	4100	62	386

Source : SETRA_R (**Table 8**), Matrice Regroupée (REMODE — fichiers v107a18) et Matrice Directe (REMODE — fichiers v107a27d).

Les résultats recommandés pour la matrice o-d régionale sont ceux dans la **Table 23bis** dans le **Tome Annexe 1**.

7.3.3.4 - Calcul sur une seule zone

Nous avons indiqué plus haut que les sondages de circulation en 1990 ont fourni les comptages accompagnés des numéros de plaques minéralogiques des

véhicules. Cette information permet de calculer les trafics pour une seule zone. Le rassemblement de tous ces résultats de chaque zone donne une matrice o-d complète. Ensuite nous pouvons comparer cette matrice avec celle obtenue par le calcul effectué sur l'ensemble des zones.

La logique du calcul par **REMODE** demande une simulation de circulation afin de charger le réseau. Pour le calcul sur une seule zone, cette simulation devrait également être effectuée. Bien que les charges sur les routes non parcourues par les trafics de la zone ne soient pas directement concernées, il est toujours plus réaliste de prendre en compte la situation globale sur l'ensemble du réseau. Cela signifie donc qu'une matrice d'initialisation est également nécessaire comme pour le calcul sur l'ensemble des zones.

Le calcul sur une zone implique également que les comptages ne contiennent que des véhicules immatriculés dans la zone en question. Il est donc clair que ces comptages ne servent que pour ajuster les trafics émis ou reçus par la zone. Tous les autres trafics ne changeront pas.

A partir de ces analyses, nous avons effectué les calculs sur chacune des zones. Le programme est le même et les fichiers aussi. Le seul changement consiste à remplacer le paramètre "*indiz*" dans le fichier "fremode" par l'indicateur de la zone.

Pour simplifier la comparaison des résultats, nous prenons d'abord le trafic total dans quelques zones, calculé respectivement pour une seule zone et l'ensemble des zones. La comparaison est donnée dans la **Table 26** ci-après.

Table 26 - Comparaison des trafics totaux émis ou reçus des zones (zonage 40*40)

		Zone				
		1	8	12	20	27
Méthode	Ensemble	35280	9211	4448	2384	38785
	Une zone	47816	10458	15366	12837	20084
	Référence	48820	12813	5959	4595	23046

Source: **REMODE** (fichiers v107ab41 - v107ab80)

Selon la **Table 26**, les trafics totaux calculés par une seule zone ne semblent pas tout à fait à ceux calculés par l'ensemble des zones. Dans certaines zones, les

résultats sont proches. Dans d'autres zones, les résultats sont soit surévalués, soit sous-estimés.

Nous précisons que les résultats calculés par une zone ont été effectués par une seule itération de programme, avec les taux de réconciliation de 30% à 50%. Ce n'est pas le cas pour les calculs sur l'ensemble des zones. Les calculs ont été effectués par plusieurs itérations, avec les taux de réconciliation de 80% environ.

En fait, les différences trouvées ne sont pas inattendues. Nous avons expliqué dans le **Chapitre 5** que chaque zone du réseau ne peut pas être séparé de l'ensemble, notamment pour la simulation de circulation. Le calcul sur une zone ne change que des charges sur les chemins parcourus. Les charges sur les chemins non parcourus ne changent pas. Cela montre qu'il n'y a pas d'interaction de trafics entre les différentes routes, non plus d'auto-régulation du trafic. C'est pour cette raison que le programme **REMODE** a enregistré les sur-saturations sur certaines routes. Les résultats ainsi obtenus ne peuvent pas être recommandés.

De ce fait, nous ne pouvons pas conclure que le programme n'est pas valide pour le calcul sur une seule zone. Au contraire, il a montré que l'étude sur une zone limitée devait prendre en compte l'ensemble des zones.

7.3.3.5 - Les principaux résultats

Le programme **REMODE** fournit principalement une matrice O-D reconstituée, les charges sur chaque route et les trafics O-D décomposés sur chaque compteur. Il donne également les autres informations utiles, par exemple l'affectation du trafic sur les o-d désignées, la relation entre la matrice o-d et les caractéristiques socio-économiques des zones, les comptages reconstitués, etc.

Les nombreux calculs effectués sur différents zonages et sous différentes hypothèses nous permettent maintenant de juger les principaux résultats obtenus :

(1). Le trafic total et sa distribution selon les tranches de distances correspondent aux chiffres statistiques et aux résultats de l'enquête Transports 1981-1982 et restent stables sur différents zonages et sous différentes hypothèses ;

(2). La majorité des compteurs sont bien "réconciliés", 95% pour les compteurs en un sens et 83% pour les compteurs en deux sens ;

(3). Les trafics O-D entre zones sont interprétables du point de vue socio-économique de transports.

Les principales matrice o-d obtenues (des zonages départemental, régional et de 40*40) et les représentations graphiques des comptages (pour le zonage de 40*40) sont jointes dans le **Tome Annexe 1.**

Outre la fourniture de ces résultats chiffrés, le programme lui-même est un outil important, qui permet non seulement de reconstituer une matrice o-d par comptages, mais aussi de décrire un système de transport trafic-voyageur-route. Ce dernier d'une part établit le réseau routier, d'autre part calcule les générations, les distributions et les affectations de trafic pour tous les zones.

CHAPITRE 8 - TEST DE SENSIBILITES DU MODELE ET DES COMPTAGES SUR LE RESEAU ROUTIER FRANÇAIS

8.1 - Test de sensibilités du modèle

Dans les chapitres précédents, nous avons effectué beaucoup de calculs sous différentes hypothèses en différents zonages. Les résultats ont montré que les trafics totaux et la distribution de trafic selon les tranches de distance sont très stables, ce qui indique que le modèle **REMODE** a de bonnes stabilités.

Afin de mieux comprendre cette qualité de stabilités du modèle, nous montrons en détail quelques aspects les plus importants tel que les priorités de calcul, le nombre de compteurs, la précision souhaitée des résultats et les hypothèses de déplacements (e. g. : valeurs du temps, nombre de segment) dans le modèle.

8.1.1 - Sensibilités des priorités de calcul et du nombre de compteurs

Ce test a été effectué sur les trois zonages de 21*21, 40*40 et 91*91. Les résultats sont stables pour chaque zonage. Nous montrons ici seulement les résultats du zonage de 40*40.

Table 27 - Trafic total relatif (et taux réconcilié relatif des comptages) en fonction du nombre de compteurs supprimés

		Nbsup		
		0	14	59
lapr	0	100 (100)	100 (104)	102 (99)
	1	102 (94)	100 (104)	103 (96)
	2	105 (46)	107 (50)	109 (46)

Source : REMODE (fichiers v107a05 - v107a17c)

Nota : (a) : Cette table correspond à Table 15 et Table 18 ;

(b) : Nbsup est le nombre de compteurs supprimé ;

(c) : *lapr* est la priorité de calcul sur les générations de trafics dans les zones, l'affectation du trafic sur le réseau et les trafics entre zones pour *lapr* égale à 0, 1 ou 2 respectivement ;

(d) : Les résultats sont exprimés en % sur la référence de celui de *lapr*=0 et Nbsup=0.

Les résultats dans la **Table 27** montrent que le trafic total varie entre 100% et 109% sous différentes hypothèses de priorité de calcul et différents nombres de suppressions de compteurs. La dispersion du trafic total n'est donc que 9% en maximum, ce qui est tout à fait plausible car la précision souhaitée pour la réconciliation des comptages a été fixée à 10%.

Quant au taux de réconciliation des compteurs, la variation maximale pour *lapr*=0 et 1 est de 6%. Les résultats sont donc comparables et stables. Pour *lapr*=2, les pourcentages se stabilisent entre 46% et 50%. Ces valeurs signifient deux choses : (1) les valeurs dans le même groupe sont stables ; (2) ce groupe est plus difficile à réconcilier par rapport aux deux autres.

Ce dernier ne donne, en aucun cas, une image négative du modèle. En fait, il montre que l'imposition d'une structure de matrice o-d au modèle satisfait moins bien les comptages. Cela confirme notre analyse au Chapitre 5, portée sur le fait qu'une matrice o-d a priori doit être cohérente avec les comptages sinon il faut laisser faire le modèle.

Ces résultats nous conduisent à tirer une remarque simple mais importante, remarque qu'une matrice o-d a priori doit être beaucoup déformée pour satisfaire bien les comptages. Dans le cas des modèles de l'Entropie et de la distribution probabiliste, les noyaux durs (une distribution multinomiale) permettent de nombreuses combinaisons possibles. Une matrice o-d a priori ainsi déformée par ces modèles d'Entropie échappe à notre explication du point de vue économique des transports.

8.1.2 - Sensibilité des précision souhaitée des résultats et du nombre de segments

La précision des résultats désigne ici la précision souhaitée sur les calculs et le nombre de segments la finesse des déplacements désagrégés. Ces deux paramètres définissent donc les qualités et les quantités prévues des calculs pour le modèle.

Il est tout à fait intéressant que le trafic total (voir la **Table 28** ci-après) varie entre 93% et 107% aux alentours de 0,45 million de TJMA. La dispersion maximale de 7% de ce trafic est inférieur aux précisions souhaitées, sauf dans le cas de précision égale à 5% et le nombre de segments égale à 12 où la dispersion de 7% est légèrement supérieur à la précision de 5%.

Table 28 - Trafic total (et trafic total relatif) en fonction de précision souhaitée et de nombre de segments

		Nbseg			
		5	9	12	20
Précision	5%	0,449 (100)	0,427 (95)	0,482 (107)	0,439 (98)
	10%	0,449 (100)	0,417 (93)	0,450 (100)	0,432 (96)
	20%	0,449 (100)	0,417 (93)	0,450 (100)	0,432 (96)

Source : REMODE (fichiers v107a4001 - v107a4009)

Nota : (a) : Précision est la précision souhaitée des résultats de calculs ;

(b) : Nbseg est le nombre de segments de déplacements ;

(c) : Le trafic total relatif est exprimé en % sur la référence de celui de Précision=10% et Nbseg=12.

Ces résultats impliquent qu'à partir d'un minimum de segments (au moins un segment pour un motif), le trafic total reconstitué sera assez stable. Cela peut être expliqué par le fait que la simulation de circulation ne donne qu'une affectation approximative pour le modèle. C'est le modèle lui-même qui ajuste ensuite l'affectation selon les comptages. Il est cependant souhaitable que ce minimum soit assuré aux alentours de 12 segments, qui donne une simulation assez fine et donc permet au modèle de calculer plus facilement et de reconstituer une matrice o-d un peu plus homogène.

La pré-définition de la précision souhaitée n'a pas non plus de grande influence sur les résultats. En fait, le modèle a été conçu de telle façon que le nombre de compteurs soit réconcilié au maximum. Si pendant plusieurs itérations le taux de réconciliation des compteurs ne change pas assez sensiblement, le programme s'arrête. Dans ce cas là, la précision souhaitée ne joue pas un grande rôle.

8.1.3 - Sensibilité des valeurs du temps sous différentes priorités de calcul

Nous avons utilisé trois motifs de déplacement, qui sont motif personnel (h1), motif professionnel (h2) et motif autres (h3). Les valeurs du temps (h) et les pourcentages (p) pour ces motifs sont de 60, 185, 70 (Frs/h) et 60, 13, 27 (%) respectivement. Ces valeurs sont, d'une certaine façon, des estimations assez approximatives [96, 98, 97 ; MARCHE, MORELLET, PAPON].

On peut donc se poser une question simple. Dans quelle mesure, ces estimations influencent-elles les résultats de la reconstitution ?

Puisque le motif personnel et le motif autres ont une valeur du temps voisine (60 Frs/h et 70 Frs/h), leur regroupement occupe une large majorité (87%). Nous allons donc essayer d'abord de varier la valeur du temps de motif personnel (h1=60 Frs/h), tout en gardant h2 et h3 inchangés, en observant les résultats du trafic total obtenu.

Table 29 - Trafic total (et trafic total relatif) en fonction de valeurs du temps

		h1 (Frs/h)		
		60	30	90
lapr	0	0,441 (100)	0,486 (110)	0,426 (96)
	1	0,424 (97)	0,434 (98)	0,450 (102)
	2	0,473 (107)	0,512 (116)	0,482 (109)

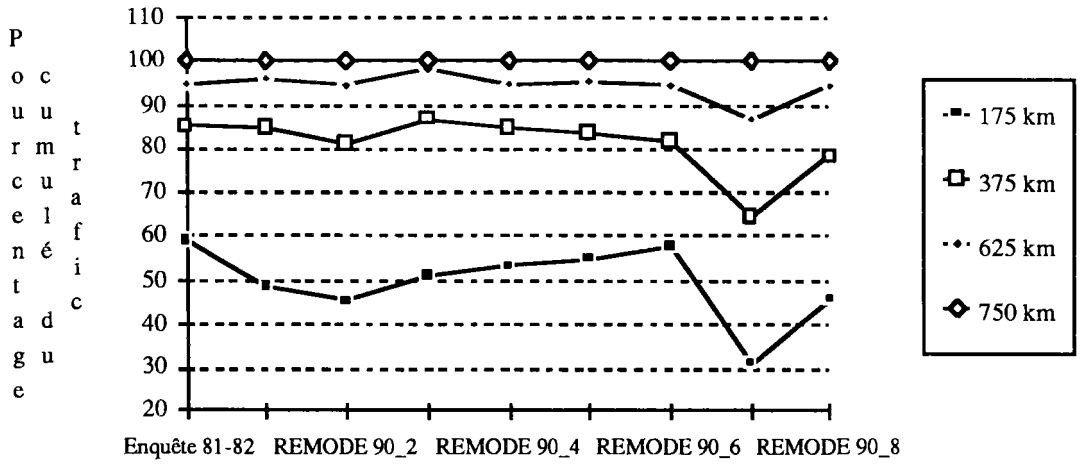
Source : REMODE (fichiers v107a4010 - v107a4015)

Nota : (a) : h1 est la valeur du temps de motif personnel ;
(b) : *lapr* est la priorité de calcul sur les générations de trafics dans les zones, l'affectation du trafic sur le réseau et les trafics entre zones pour *lapr* égale à 0, 1 ou 2 respectivement ;
(c) : Le trafic total relatif est exprimé en % sur la référence de celui de *lapr*=0 et h1=60.

De nouveau, nous observons la stabilité du trafic total. La variation de valeur du temps h1 de 30 Frs/h à 90 Frs/h donne les différentes combinaisons de {h(30,185,70) ; p(60,13,27)}, {h(60,185,70) ; p(60,13,27)}, {h(90,185,70) ; p(60,13,27)}, dont p(60,13,27) sont des pourcentages pour chaque motif de déplacements. Les résultats dans la **Table 29** montrent que la variation d'une valeur du temps (entre -100% et 50%) d'un motif sans le changement de la structure entre les motif n'a pas de grande influence sur le trafic total.

Pour apprécier la structure interne de chaque matrice calculée dans la **Table 29** ci-dessus, nous présentons la distribution du trafic selon les tranches de distance en comparaison avec l'enquête de transport 1981-1982 dans la **Figure 15bis**. L'ensemble des résultats, sauf le cas de (*lapr*=2 et h1=30 Frs/h), montre que la structure des matrices est stable et comparable à celle de l'enquête Transport 1981-1982.

Figure 15bis - Distribution du trafic selon les tranches de distance



Nous allons ensuite tester la stabilité du trafic total sous la variation de la valeur du temps et la structure entre les motifs. Ce test porte surtout sur les combinaisons de {h(60,30,70) ; p(60,13,27)}, {h(60,70,70) ; p(60,13,27)}, {h(60,300,70) ; p(60,13,27)}, {h(60,185,185) ; p(60,13,27)}, ce qui représente respectivement une faible valeur du temps, une valeur du temps unique et une valeur du temps élevée avec un partage important dans l'ensemble de motifs.

Table 30 - Trafic total (trafic total relatif) en fonction de partage de motifs

		h2			h3
		30	70	300	185
lapr	0	0,446 (100)	0,436 (98)	0,432 (97)	0,381 (85)
	1	0,406 (91)	0,439 (98)	0,429 (96)	0,408 (91)
	2	0,453 (102)	0,454 (102)	0,486 (109)	0,514 (115)

Source : REMODE (fichiers v107a4022 - v107a4033)

Nota : (a) : h2 et h3 sont les valeurs du temps de motif professionnel et de motif autres;

(b) : *lapr* est la priorité de calcul sur les générations de trafics dans les zones, l'affectation du trafic sur le réseau et les trafics entre zones pour *lapr* égale à 0, 1 ou 2 respectivement ;

(c) : Le trafic total relatif est exprimé en % sur la référence de celui de *lapr*=0 et h1=30.

Les résultats dans la **Table 30** montrent que le trafic total reste presque inchangé pour une valeur du temps h1 égale à 60 Frs/h avec une faible proportion (13%) d'une valeur du temps faible (h2=30 Frs/h) ou d'une valeur du temps élevée (h2=300 Frs/h). Par contre, si la part d'une valeur du temps élevée (h3=185 Frs/h) est importante (40%), la variation du trafic est aussi importante (15%). Mais pour l'ensemble, le trafic total est assez stable.

Cela indique que d'une part, la part d'une valeur du temps élevée ne pourrait pas dépasser de 40%, qui est probablement inférieure à 20%. D'autre part, l'estimation approximative {h(60,185,70) ; p(60,13,27)} est plutôt adéquate pour le modèle **REMODE**. Même si cette estimation n'est pas parfaitement exacte, elle peut donner au modèle les différents segments de déplacements nécessaires.

Ces nombreux résultats nous montront qu'il est possible de calculer les estimations des valeurs du temps et partages entre les motifs par **REMODE** lui-même. Pour cela, une désagrégation plus fine des déplacements est nécessaire et donc le temps de calcul sera important. Cette possibilité est intéressante mais dépasse notre objectif. A ce propos, le modèle **MATISSE** mérite d'être recommandé, qui étudie d'une façon fine des déplacements de tous les modes de transports et donc devait aboutir à fournir les estimations des valeurs du temps plus exactes.

8.1.4 - Sensibilité d'une matrice o-d a priori

Nous avons indiqué à plusieurs reprises aux chapitres précédents qu'une matrice o-d a priori n'est pas nécessaire pour le modèle **REMODE**. En fait, la fonction objectif peut approcher les résultats avec ou sans une matrice o-d a priori.

Les résultats dans la **Table 31** prouvent encore que le trafic total reste très stable sans une matrice o-d a priori ou avec les différentes matrice o-d a priori.

Table 31 - Trafic total (et trafic total relatif) en fonction de la présence d'une matrice o-d a priori

		lapr		
		0	1	2
Matrice o-d	sans	0,457 (100)	0,465 (102)	0,560 (123)
	INRETS	0,450 (98)	0,423 (93)	0,473 (104)
	SETRA	0,452 (99)	0,434 (95)	0,460 (101)

Source : REMODE(v107a4016-v107a4021, v107a4034-v107a4036), INRETS, SETRA
Nota : (a) : La matrice o-d SETRA est présentée dans la **Table 8** et la matrice INRETS s'est référée au §7.3.3.2 ;
(b) : *lapr* est la priorité de calcul sur les générations de trafics dans les zones, l'affectation du trafic sur le réseau et les trafics entre zones pour *lapr* égale à 0, 1 ou 2 respectivement ;
(c) : Le trafic total relatif est exprimé en % sur la référence de celui de *lapr*=0 et sans matrice o-d a priori.

S'il n'y a pas de matrice o-d a priori, le modèle **REMODE** prend en compte les enquêtes disponibles et initialise la matrice o-d à partir des résultats de ces enquêtes et les caractéristiques socio-économiques des zones. Si une matrice o-d se présente, elle peut être très différente d'un cas à l'autre. Par exemple, la matrice du SETRA ne donne qu'un trafic total de 0,14 million de TJMA mais la matrice de l'INRETS 0,411 million de TJMA, sans examiner des éventuelles différences entre les distributions o-d.

Le paramètre *lapr* définit la priorité de calcul. Cela indique que le modèle peut reconstituer la matrice o-d à partir des données mieux connues. Par exemple, si *lapr*=2, le modèle impose la structure de la matrice. C'est pour cette raison que les comptages sont plus difficiles à réconcilier pour *lapr*=2 (voir aussi §8.1.1).

Nous avons donc testé la stabilité du modèle **REMODE** sur les paramètres les plus importants tel que ceux de voyageurs, de comptages et de l'algorithme du modèle. Les résultats montrent que **REMODE** produit un trafic total très stable sous différentes hypothèses de calculs.

8.2 - Test de sensibilités des comptages

Comme les comptages occupent une place importante dans nos travaux, nous allons examiner de près leurs certains effets. Leur nombre, leur répartition sur le réseau et leur validité influencent de quelle façon sur les résultats, et le cas échéant, quelles seront les recommandations probables ?

8.2.1 - L'effet d'ajout et de suppression des compteurs sur résultats

Cet aspect a été discuté dans §8.1.1. La conclusion est telle que l'ajout ou la suppression de quelques compteurs n'a pas de grande influence sur les résultats finaux. Le trafic total reste très stable.

8.2.2 - Le rapport entre les comptages reconstitués et les comptages mesurés

Nous avons montré dans les **Table 18** et **18bis** de §7.3.3.1 que le taux de réconciliation des compteurs sont aux alentours de 80% pour les compteurs en deux sens et de 94% pour les compteurs en un sens dans le zonage de 40*40. Nous avons également montré dans la **Table 27** de §8.1.1 que la variation maximale des taux de réconciliation est de 8%, qui est inférieure à la précision souhaitée (10%) de calculs.

Table 32 - Rapport entre les comptages reconstitués et les comptages mesurés (Moyenne, Ecart-type)

		h1	h2			h3
		60	30	70	300	185
lapr	0	1,10 (0,73)	1,16 (1,02)	1,09 (0,67)	1,12 (0,85)	1,12 (0,90)
	1	1,14 (0,83)	1,18 (0,99)	1,13 (0,89)	1,16 (1,02)	1,12 (0,93)
	2	1,78 (1,72)	1,78 (1,75)	1,80 (1,85)	1,79 (1,75)	1,65 (1,71)

Source : REMODE (fichiers v107a4019 - v107a4033)

Nota : (a) : h1, h2 et h3 sont les valeurs du temps de motif personnel, de motif professionnel et de motif autres;

(b) : *lapr* est la priorité de calcul sur les générations de trafics dans les zones, l'affectation du trafic sur le réseau et les trafics entre zones pour *lapr* égale à 0, 1 ou 2 respectivement ;

Nous pouvons également comparer le rapport entre les comptages reconstitués et les comptages mesurés. Les résultats sont présentés dans la **Table 32**. La moyenne de ce rapport est entre 1,09 et 1,18 sur l'ensemble de compteurs avec la variation maximale égale à 8% seulement, dans le cadre de *lapr*=0 et 1. Ce rapport indique que les trafics reconstitués sont un peu supérieurs aux trafics mesurés.

Pour exemple, nous donnons ici une liste des résultats de cette comparaison. Nous prenons le cas de *lapr*=0 et h1=60. La liste se trouve dans le **Fichier 7** ci-après, dont "non utilise" désigne le compteur n'a pas été utilisé et "non ajuste" le compteur non ajusté.

Fichier 7 - Rapport entre les comptages reconstitués et les comptages mesurés

No.	compteur	débit	comptage	déb./compt.
1	S1577	6308.0	6308.0	1.00
2	18445	1661.0	1661.0	1.00
3	71110	1916.0	1916.0	1.00
4	18045	6272.0	6272.0	1.00
5	W9478	10272.0	10272.0	1.00
6	11027	773.0	773.0	1.00

7	10927	1145.0	1145.0	1.00	
8	80360	3873.0	3873.0	1.00	
9	84260	.0	1992.0	.00	non utilise
10	83402	2848.0	2848.0	1.00	
11	84402	1297.0	1297.0	1.00	
12	82660	1555.0	1555.0	1.00	
13	80860	1175.0	1175.0	1.00	
14	13576	739.0	739.0	1.00	
15	80780	914.0	914.0	1.00	
16	82780	.0	1584.0	.00	non utilise
17	83560	639.0	639.0	1.00	
18	83880	1145.0	1145.0	1.00	
19	81780	1012.0	1012.0	1.00	
20	80902	.0	872.0	.00	non utilise
21	83902	271.0	271.0	1.00	
22	80402	1717.0	1717.0	1.00	
23	82102	843.0	843.0	1.00	
24	83602	731.0	731.0	1.00	
25	82502	565.0	565.0	1.00	
26	70308	955.0	955.0	1.00	
27	70108	1126.3	1141.0	.99	
28	70408	.0	441.0	.00	non utilise
29	70508	.0	1452.0	.00	non utilise
30	70608	.0	333.0	.00	non utilise
31	U2051	5375.0	5375.0	1.00	
32	72151	579.0	579.0	1.00	
33	72251	1646.0	1646.0	1.00	
34	72351	2169.0	2169.0	1.00	
35	73152	4368.0	4368.0	1.00	
36	72551	1962.0	1962.0	1.00	
37	72451	1919.2	1370.0	1.40	non ajuste
38	71310	1973.0	1504.0	1.31	non ajuste
39	72651	1518.0	1518.0	1.00	
40	74154	2896.8	740.0	3.91	non ajuste
41	75255	.0	775.0	.00	non utilise
42	75455	2230.0	2230.0	1.00	
43	75555	2633.0	2633.0	1.00	
44	66358	773.0	773.0	1.00	
45	69389	1602.0	1602.0	1.00	
46	71210	1010.0	1010.0	1.00	
47	69589	1817.0	1817.0	1.00	
48	15728	3840.0	3840.0	1.00	
49	16328	1722.0	1722.0	1.00	
50	16228	1027.0	1027.0	1.00	
51	W9045	11023.0	11023.0	1.00	
52	15928	6196.0	6196.0	1.00	
53	18345	1927.0	1927.0	1.00	
54	18245	1987.0	1987.0	1.00	
55	10727	4303.0	4303.0	1.00	
56	10827	2290.0	2290.0	1.00	
57	04127	4299.0	4299.0	1.00	
58	11127	1231.0	1231.0	1.00	
59	11427	1496.0	1496.0	1.00	
60	11527	885.0	885.0	1.00	
61	04227	.0	1449.0	.00	non utilise
62	12661	34.0	524.0	.06	non ajuste
63	T4027	8047.0	8047.0	1.00	
64	13176	81.0	1189.0	.07	non ajuste
65	11227	507.0	507.0	1.00	
66	13276	.0	959.0	.00	non utilise
67	13376	1878.0	1878.0	1.00	
68	13476	119.3	630.0	.19	non ajuste
69	83280	1511.0	1511.0	1.00	
70	82259	.0	4416.0	.00	non utilise
71	U4859	.0	3869.0	.00	non utilise
72	80559	.0	3405.0	.00	non utilise
73	81959	1045.0	1045.0	1.00	
74	81059	.0	1053.0	.00	non utilise

75	81459	.0	1708.0	.00	non utilise
76	83059	.0	1176.0	.00	non utilise
77	84359	163.3	681.0	.24	non ajuste
78	83359	.0	772.0	.00	non utilise
79	82859	501.0	501.0	1.00	
80	84559	412.1	591.0	.70	non ajuste
81	81859	432.0	432.0	1.00	
82	82002	675.0	675.0	1.00	
83	81559	546.0	546.0	1.00	
84	81162	.0	1250.0	.00	non utilise
85	81659	5364.0	5364.0	1.00	
86	U4762	5143.0	5143.0	1.00	
87	U4962	.0	1217.0	.00	non utilise
88	80159	.0	2154.0	.00	non utilise
89	81262	.0	695.0	.00	non utilise
90	83162	.0	640.0	.00	non utilise
91	80280	210.8	1524.0	.14	non ajuste
92	82462	352.0	352.0	1.00	
93	81380	1291.0	1291.0	1.00	
94	84162	.0	371.0	.00	non utilise
95	84662	514.0	514.0	1.00	
96	84062	239.0	239.0	1.00	
97	82359	.0	338.0	.00	non utilise
98	82962	.0	318.0	.00	non utilise
99	83762	.0	280.0	.00	non utilise
100	80662	.0	259.0	.00	non utilise
101	76557	8070.7	8329.0	.97	
102	76357	.0	7971.0	.00	non utilise
103	76757	25.5	9595.0	.00	non ajuste
104	U6857	1051.8	3804.0	.28	non ajuste
105	76157	280.0	280.0	1.00	
106	78467	1724.0	1724.0	1.00	
107	78167	1294.0	1294.0	1.00	
108	76657	.0	501.0	.00	non utilise
109	76457	.0	223.0	.00	non utilise
110	U4954	3486.0	3486.0	1.00	
111	74754	2160.0	2160.0	1.00	
112	76257	1504.0	1605.0	.94	
113	74354	988.0	284.0	3.48	non ajuste
114	74554	223.0	223.0	1.00	
115	74654	6840.0	6840.0	1.00	
116	77388	2357.0	2357.0	1.00	
117	73752	458.0	458.0	1.00	
118	S4854	4194.0	4194.0	1.00	
119	S2852	4368.0	4368.0	1.00	
120	04052	380.0	380.0	1.00	
121	03952	1418.7	282.0	5.03	non ajuste
122	03852	.0	238.0	.00	non utilise
123	73252	1121.0	1121.0	1.00	
124	03052	.0	895.0	.00	non utilise
125	73352	971.0	971.0	1.00	
126	73552	1024.3	1150.0	.89	non ajuste
127	73652	1428.0	1428.0	1.00	
128	73452	579.0	579.0	1.00	
129	67370	1536.0	1536.0	1.00	
130	67470	1394.0	1394.0	1.00	
131	77288	1434.0	1434.0	1.00	
132	62921	2510.0	2510.0	1.00	
133	62621	764.0	764.0	1.00	
134	69489	1398.0	1398.0	1.00	
135	62721	1014.7	467.0	2.17	non ajuste
136	62821	1555.0	1555.0	1.00	
137	66763	557.0	557.0	1.00	
138	61203	1063.0	1063.0	1.00	
139	40823	1414.0	1414.0	1.00	
140	61303	857.0	857.0	1.00	
141	60903	1160.0	1160.0	1.00	
142	60803	4025.4	2129.0	1.89	non ajuste

143	61103	125.6	1466.0	.09	non ajuste
144	61003	1139.0	1139.0	1.00	
145	15518	702.0	702.0	1.00	
146	18145	4962.0	4962.0	1.00	
147	66158	2662.0	2662.0	1.00	
148	15218	839.0	839.0	1.00	
149	66258	795.0	795.0	1.00	
150	15418	455.0	455.0	1.00	
151	16636	869.0	869.0	1.00	
152	15318	1834.9	1147.0	1.60	non ajuste
153	17641	1308.0	1308.0	1.00	
154	17037	807.2	1082.0	.75	non ajuste
155	15118	2711.0	2711.0	1.00	
156	16536	3116.0	3116.0	1.00	
157	17441	1809.0	1809.0	1.00	
158	17137	1058.5	671.0	1.58	non ajuste
159	15828	2743.0	2743.0	1.00	
160	17741	1169.0	1169.0	1.00	
161	17841	894.0	894.0	1.00	
162	17541	2457.0	2457.0	1.00	
163	31435	768.0	768.0	1.00	
164	33053	938.0	938.0	1.00	
165	33153	1147.4	1236.0	.93	
166	32953	510.0	510.0	1.00	
167	12961	.0	913.0	.00	non utilise
168	W4753	5500.0	5500.0	1.00	
169	33872	1034.0	1034.0	1.00	
170	33672	643.0	643.0	1.00	
171	10114	2832.0	2832.0	1.00	
172	10214	.0	1221.0	.00	non utilise
173	11327	1025.0	1025.0	1.00	
174	10314	1722.0	1722.0	1.00	
175	11750	.0	1300.0	.00	non utilise
176	11850	.0	242.0	.00	non utilise
177	31135	938.0	938.0	1.00	
178	11950	1754.0	1754.0	1.00	
179	12561	1507.0	1507.0	1.00	
180	12761	1165.0	1165.0	1.00	
181	12861	669.0	669.0	1.00	
182	79168	.0	942.0	.00	non utilise
183	78367	4089.0	4089.0	1.00	
184	79668	3031.0	3031.0	1.00	
185	79768	.0	2170.0	.00	non utilise
186	79568	.0	2391.0	.00	non utilise
187	79468	864.0	864.0	1.00	
188	79368	2573.0	2573.0	1.00	
189	77188	2161.0	2161.0	1.00	
190	07988	1053.0	1053.0	1.00	
191	79268	1182.0	1182.0	1.00	
192	S1025	3792.0	3792.0	1.00	
193	63425	1536.9	922.0	1.67	non ajuste
194	63325	891.0	891.0	1.00	
195	62521	1900.0	1900.0	1.00	
196	64639	1614.0	1614.0	1.00	
197	63225	778.0	778.0	1.00	
198	64939	423.0	423.0	1.00	
199	65001	2172.0	2172.0	1.00	
200	S1121	18915.0	18915.0	1.00	
201	S0569	13284.0	13284.0	1.00	
202	67671	3626.6	1410.0	2.57	non ajuste
203	67771	1326.0	1326.0	1.00	
204	64839	1325.0	1325.0	1.00	
205	67871	2936.0	2936.0	1.00	
206	67971	1753.0	1753.0	1.00	
207	61707	736.0	736.0	1.00	
208	65943	1889.5	771.0	2.45	non ajuste
209	65843	1629.0	1629.0	1.00	
210	66663	2543.0	2543.0	1.00	

211	66563	1838.7	1976.0	.93	
212	S0863	3494.0	3494.0	1.00	
213	46287	1051.0	1051.0	1.00	
214	46187	2135.0	2135.0	1.00	
215	45124	1313.0	1313.0	1.00	
216	40916	2163.0	2163.0	1.00	
217	40716	2233.0	2233.0	1.00	
218	45517	.0	782.0	.00	non utilise
219	40617	1427.0	1427.0	1.00	
220	41233	1088.0	1088.0	1.00	
221	45417	.0	1153.0	.00	non utilise
222	45617	911.0	911.0	1.00	
223	X9233	6589.0	6589.0	1.00	
224	W9137	2098.0	6916.0	.30	non ajuste
225	40379	.0	982.0	.00	non utilise
226	40279	.0	670.0	.00	non utilise
227	34285	2725.0	2725.0	1.00	
228	16837	3292.4	1850.0	1.78	non ajuste
229	40586	1094.0	1094.0	1.00	
230	40486	761.0	761.0	1.00	
231	31744	2103.0	2103.0	1.00	
232	32144	.0	5115.0	.00	non utilise
233	31844	.0	1541.0	.00	non utilise
234	31944	.0	450.0	.00	non utilise
235	W4644	2507.0	2507.0	1.00	
236	X4549	3161.0	3161.0	1.00	
237	17237	839.0	839.0	1.00	
238	32649	287.4	1172.0	.25	non ajuste
239	32749	57.0	979.0	.06	non ajuste
240	32549	1274.0	1274.0	1.00	
241	32849	1093.0	1093.0	1.00	
242	32349	938.0	938.0	1.00	
243	34385	1136.0	1136.0	1.00	
244	32044	2171.0	2171.0	1.00	
245	34185	1792.0	1792.0	1.00	
246	32249	896.2	496.0	1.81	non ajuste
247	34485	.0	950.0	.00	non utilise
248	30322	.0	411.0	.00	non utilise
249	30122	.0	3030.0	.00	non utilise
250	31335	.0	2173.0	.00	non utilise
251	30935	.0	1334.0	.00	non utilise
252	31235	2000.0	2000.0	1.00	
253	31535	5220.0	5220.0	1.00	
254	31035	.0	1437.0	.00	non utilise
255	31635	.0	1948.0	.00	non utilise
256	33356	.0	3283.0	.00	non utilise
257	33256	.0	2625.0	.00	non utilise
258	33556	.0	969.0	.00	non utilise
259	33456	.0	738.0	.00	non utilise
260	S0701	935.6	5204.0	.18	non ajuste
261	64739	.0	766.0	.00	non utilise
262	60601	1027.0	1027.0	1.00	
263	69174	2069.0	2069.0	1.00	
264	60101	1008.0	1008.0	1.00	
265	60301	1837.8	638.0	2.88	non ajuste
266	60401	1063.0	1063.0	1.00	
267	60501	1174.0	1174.0	1.00	
268	X0963	3397.0	3397.0	1.00	
269	67169	1195.0	1195.0	1.00	
270	61507	1497.0	1497.0	1.00	
271	65442	597.0	597.0	1.00	
272	66942	2697.4	5698.0	.47	non ajuste
273	65743	1862.0	1862.0	1.00	
274	65542	547.9	295.0	1.86	non ajuste
275	S0601	1350.1	3110.0	.43	non ajuste
276	Y0338	12128.0	12128.0	1.00	
277	67069	3303.1	1601.0	2.06	non ajuste
278	62315	750.0	750.0	1.00	

279	45019	693.0	693.0	1.00	
280	41087	3078.0	3078.0	1.00	
281	41424	1170.0	1170.0	1.00	
282	44846	506.0	506.0	1.00	
283	68874	2222.5	491.0	4.53	non ajuste
284	68573	1676.0	1676.0	1.00	
285	68373	.0	3717.0	.00	non utilise
286	68974	1944.0	1944.0	1.00	
287	R0174	.0	1579.0	.00	non utilise
288	69074	.0	383.0	.00	non utilise
289	68473	.0	1847.0	.00	non utilise
290	68774	.0	2286.0	.00	non utilise
291	55405	1687.0	1687.0	1.00	
292	55505	1252.0	1252.0	1.00	
293	55905	.0	351.0	.00	non utilise
294	55805	.0	2968.0	.00	non utilise
295	Y0438	3734.0	3734.0	1.00	
296	X0238	11578.5	17652.0	.66	non ajuste
297	X6630	16537.0	16537.0	1.00	
298	64538	454.0	454.0	1.00	
299	63826	4022.0	4022.0	1.00	
300	64138	2796.6	786.0	3.56	non ajuste
301	64038	2578.0	2578.0	1.00	
302	68173	.0	3941.0	.00	non utilise
303	60201	1868.0	1868.0	1.00	
304	64238	607.0	607.0	1.00	
305	64338	1000.0	1000.0	1.00	
306	61807	584.0	584.0	1.00	
307	61607	987.0	987.0	1.00	
308	63726	1851.0	1851.0	1.00	
309	63626	9135.3	2694.0	3.39	non ajuste
310	62215	477.0	477.0	1.00	
311	45912	1897.3	127.0	14.94	non ajuste
312	41612	577.0	577.0	1.00	
313	53048	3123.3	1103.0	2.83	non ajuste
314	53148	695.0	695.0	1.00	
315	62015	1797.1	2202.0	.82	non ajuste
316	43881	13.4	545.0	.02	non ajuste
317	43981	1959.0	1959.0	1.00	
318	X9133	4204.0	4204.0	1.00	
319	44433	4441.0	4441.0	1.00	
320	46033	.0	656.0	.00	non utilise
321	41324	1768.0	1768.0	1.00	
322	44533	.0	1297.0	.00	non utilise
323	45747	2075.0	2075.0	1.00	
324	44347	557.0	557.0	1.00	
325	44240	.0	1996.0	.00	non utilise
326	44724	1186.0	1186.0	1.00	
327	54705	3079.8	1586.0	1.94	non ajuste
328	55304	3441.1	2340.0	1.47	non ajuste
329	54804	1326.0	1326.0	1.00	
330	54313	1007.0	1007.0	1.00	
331	56206	.0	1038.0	.00	non utilise
332	52106	.0	4327.0	.00	non utilise
333	V6813	1585.5	1915.0	.83	non ajuste
334	54213	1082.8	2974.0	.36	non ajuste
335	54113	.0	2696.0	.00	non utilise
336	X6713	10391.0	10391.0	1.00	
337	51313	936.0	936.0	1.00	
338	53913	3336.0	3336.0	1.00	
339	54513	329.0	329.0	1.00	
340	51013	667.0	1951.0	.34	non ajuste
341	54084	42.6	1238.0	.03	non ajuste
342	50913	1255.0	1255.0	1.00	
343	50884	2351.0	2351.0	1.00	
344	53730	85.3	767.0	.11	non ajuste
345	53534	522.0	522.0	1.00	
346	50630	2540.0	2540.0	1.00	

347	50530	2494.0	2494.0	1.00	
348	53830	2040.0	2040.0	1.00	
349	50730	2514.0	2514.0	1.00	
350	X6534	10354.0	10354.0	1.00	
351	53434	1790.0	1790.0	1.00	
352	50334	2384.0	2384.0	1.00	
353	52834	1074.0	1074.0	1.00	
354	53334	1859.0	1859.0	1.00	
355	52934	2050.0	2050.0	1.00	
356	50434	69.9	1029.0	.07	non ajuste
357	X2231	6220.0	6220.0	1.00	
358	52711	.0	1979.0	.00	non utilise
359	50111	1354.0	1354.0	1.00	
360	X2366	.0	5274.0	.00	non utilise
361	52666	.0	3328.0	.00	non utilise
362	50266	1417.0	1417.0	1.00	
363	52566	.0	1928.0	.00	non utilise
364	42431	2843.0	2843.0	1.00	
365	42331	.0	1685.0	.00	non utilise
366	43731	1043.0	1043.0	1.00	
367	43632	1602.0	1602.0	1.00	
368	43532	1139.0	1139.0	1.00	
369	43265	1357.1	583.0	2.33	non ajuste
370	43165	.0	2482.0	.00	non utilise
371	41840	5248.8	7004.0	.75	non ajuste
372	41940	1766.0	1766.0	1.00	
373	43432	1038.6	586.0	1.77	non ajuste
374	44040	1201.0	1201.0	1.00	
375	44140	680.0	680.0	1.00	
376	Z9464	3664.0	3664.0	1.00	
377	X9364	1077.0	1077.0	1.00	
378	42064	470.0	470.0	1.00	
379	42264	1910.0	1910.0	1.00	
380	42140	1341.0	1341.0	1.00	
381	42664	.0	495.0	.00	non utilise
382	16028	2303.0	2303.0	1.00	
383	16128	2370.0	2370.0	1.00	
384	33972	1468.0	1468.0	1.00	
385	W4872	7665.0	7665.0	1.00	
386	74454	25.5	2223.0	.01	non ajuste
387	74254	25.5	968.0	.03	non ajuste
388	75355	429.0	429.0	1.00	
389	70208	956.0	956.0	1.00	
390	75155	612.0	612.0	1.00	
391	65242	1604.0	1604.0	1.00	
392	65342	1791.0	1791.0	1.00	
393	34072	2118.0	2118.0	1.00	
394	16937	1398.0	1398.0	1.00	
395	33772	2300.0	2300.0	1.00	
396	45216	1222.0	1222.0	1.00	
397	45387	1327.0	1327.0	1.00	
398	40179	792.8	1204.0	.66	non ajuste
399	32449	1865.0	1865.0	1.00	
400	46386	779.0	779.0	1.00	
401	30829	.0	795.0	.00	non utilise
402	30222	.0	1542.0	.00	non utilise
403	30422	.0	622.0	.00	non utilise
404	30729	.0	194.0	.00	non utilise
405	30629	.0	1036.0	.00	non utilise
406	30529	.0	1427.0	.00	non utilise
407	41119	1143.0	1143.0	1.00	
408	44919	517.0	517.0	1.00	
409	62115	323.0	323.0	1.00	
410	45882	3693.0	3693.0	1.00	
411	41546	1534.0	1534.0	1.00	
412	Q1273	.0	649.0	.00	non utilise
413	68273	.0	1351.0	.00	non utilise
414	64438	.0	2227.0	.00	non utilise

415	53248	789.0	789.0	1.00	
416	53630	552.0	552.0	1.00	
417	41712	2004.0	2004.0	1.00	
418	55204	2239.7	1608.0	1.39	non ajuste
419	51604	2313.6	711.0	3.25	non ajuste
420	55704	927.3	499.0	1.86	non ajuste
421	56006	.0	2041.0	.00	non utilise
422	52006	1047.1	725.0	1.44	non ajuste
423	V7206	.0	3205.0	.00	non utilise
424	51513	2325.0	2325.0	1.00	
425	V7013	3882.0	3882.0	1.00	
426	54613	.0	396.0	.00	non utilise
427	54983	534.6	6267.0	.09	non ajuste
428	V6913	7737.4	8167.0	.95	
429	55183	870.0	870.0	1.00	
430	51883	1226.0	1226.0	1.00	
431	V7183	8312.0	8312.0	1.00	
432	51983	.0	5252.0	.00	non utilise
433	55683	.0	5239.0	.00	non utilise
434	55083	4688.0	4688.0	1.00	
435	51783	1328.0	1328.0	1.00	
436	51213	1220.0	1220.0	1.00	
437	51184	543.4	1568.0	.35	non ajuste
438	52466	.0	2255.0	.00	non utilise
439	07666	.0	959.0	.00	non utilise
440	07866	.0	1776.0	.00	non utilise
441	42509	.0	1432.0	.00	non utilise
442	43309	653.0	653.0	1.00	
443	63125	.0	823.0	.00	non utilise
444	U2751	3004.0	3004.0	1.00	
445	S1577	6056.0	6056.0	1.00	
446	18445	1363.0	1363.0	1.00	
447	71110	1812.0	1812.0	1.00	
448	18045	4608.0	4608.0	1.00	
449	W9478	10348.0	10348.0	1.00	
450	11027	524.0	524.0	1.00	
451	10927	874.0	874.0	1.00	
452	80360	2812.0	2812.0	1.00	
453	84260	.0	1514.0	.00	non utilise
454	83402	2075.0	2075.0	1.00	
455	84402	1257.0	1257.0	1.00	
456	82660	1352.0	1352.0	1.00	
457	80860	1222.0	1222.0	1.00	
458	13576	784.0	784.0	1.00	
459	80780	829.0	829.0	1.00	
460	82780	.0	1048.0	.00	non utilise
461	83560	655.0	655.0	1.00	
462	83880	1110.0	1110.0	1.00	
463	81780	948.0	948.0	1.00	
464	80902	.0	939.0	.00	non utilise
465	83902	313.0	313.0	1.00	
466	80402	1141.8	1523.0	.75	non ajuste
467	82102	936.0	936.0	1.00	
468	83602	702.0	702.0	1.00	
469	82502	703.0	703.0	1.00	
470	70308	966.0	966.0	1.00	
471	70108	1081.0	1081.0	1.00	
472	70408	.0	442.0	.00	non utilise
473	70508	.0	1945.0	.00	non utilise
474	70608	.0	346.0	.00	non utilise
475	U2051	2362.2	5424.0	.44	non ajuste
476	72151	716.0	716.0	1.00	
477	72251	1965.0	1965.0	1.00	
478	72351	2097.0	2097.0	1.00	
479	73152	5971.0	5971.0	1.00	
480	72551	2087.0	2087.0	1.00	
481	72451	2686.3	1528.0	1.76	non ajuste
482	71310	1217.0	1217.0	1.00	

483	72651	1572.0	1572.0	1.00	
484	74154	947.0	947.0	1.00	
485	75255	.0	871.0	.00	non utilise
486	75455	2402.0	2402.0	1.00	
487	75555	3114.0	3114.0	1.00	
488	66358	1003.0	1003.0	1.00	
489	69389	1393.0	1393.0	1.00	
490	71210	1033.0	1033.0	1.00	
491	69589	1260.0	1260.0	1.00	
492	15728	3659.0	3659.0	1.00	
493	16328	2058.0	2058.0	1.00	
494	16228	1220.0	1220.0	1.00	
495	W9045	10223.0	10223.0	1.00	
496	15928	4110.0	4110.0	1.00	
497	18345	1652.0	1652.0	1.00	
498	18245	2231.0	2231.0	1.00	
499	10727	3488.0	3488.0	1.00	
500	10827	1972.0	1972.0	1.00	
501	04127	2893.0	2893.0	1.00	
502	11127	932.0	932.0	1.00	
503	11427	1189.0	1189.0	1.00	
504	11527	852.0	852.0	1.00	
505	04227	.0	1949.0	.00	non utilise
506	12661	457.0	457.0	1.00	
507	T4027	6448.0	6448.0	1.00	
508	13176	4.9	857.0	.01	non ajuste
509	11227	1787.7	333.0	5.37	non ajuste
510	13276	.0	834.0	.00	non utilise
511	13376	1969.0	1969.0	1.00	
512	13476	17.1	612.0	.03	non ajuste
513	83280	1358.0	1358.0	1.00	
514	82259	.0	4318.0	.00	non utilise
515	U4859	4266.0	4266.0	1.00	
516	80559	.0	4170.0	.00	non utilise
517	81959	828.0	828.0	1.00	
518	81059	.0	1098.0	.00	non utilise
519	81459	.0	1729.0	.00	non utilise
520	83059	.0	1432.0	.00	non utilise
521	84359	377.5	718.0	.53	non ajuste
522	83359	.0	761.0	.00	non utilise
523	82859	395.0	395.0	1.00	
524	84559	584.0	584.0	1.00	
525	81859	391.0	391.0	1.00	
526	82002	657.0	657.0	1.00	
527	81559	413.7	519.0	.80	non ajuste
528	81162	.0	1123.0	.00	non utilise
529	81659	5491.0	5491.0	1.00	
530	U4762	5774.0	5774.0	1.00	
531	U4962	.0	1044.0	.00	non utilise
532	80159	.0	2313.0	.00	non utilise
533	81262	.0	798.0	.00	non utilise
534	83162	.0	770.0	.00	non utilise
535	80280	145.1	1861.0	.08	non ajuste
536	82462	266.0	404.0	.66	non ajuste
537	81380	1286.0	1286.0	1.00	
538	84162	.0	358.0	.00	non utilise
539	84662	606.0	606.0	1.00	
540	84062	274.0	274.0	1.00	
541	82359	.0	236.0	.00	non utilise
542	82962	.0	363.0	.00	non utilise
543	83762	.0	272.0	.00	non utilise
544	80662	.0	365.0	.00	non utilise
545	76557	8902.0	8902.0	1.00	
546	76357	.0	5974.0	.00	non utilise
547	76757	.8	10118.0	.00	non ajuste
548	U6857	3399.0	3399.0	1.00	
549	76157	1658.1	335.0	4.95	non ajuste
550	78467	2312.0	2312.0	1.00	

551	78167	1168.0	1168.0	1.00	
552	76657	.0	437.0	.00	non utilise
553	76457	.0	230.0	.00	non utilise
554	U4954	3145.0	3145.0	1.00	
555	74754	2271.0	2271.0	1.00	
556	76257	1419.0	1419.0	1.00	
557	74354	1215.1	306.0	3.97	non ajuste
558	74554	1153.1	250.0	4.61	non ajuste
559	74654	7681.0	7681.0	1.00	
560	77388	2296.0	2296.0	1.00	
561	73752	334.0	334.0	1.00	
562	S4854	3030.3	3401.0	.89	non ajuste
563	S2852	5445.0	5445.0	1.00	
564	04052	1075.2	359.0	2.99	non ajuste
565	03952	1797.9	311.0	5.78	non ajuste
566	03852	.0	280.0	.00	non utilise
567	73252	1000.0	1000.0	1.00	
568	03052	.0	929.0	.00	non utilise
569	73352	961.0	961.0	1.00	
570	73552	1597.3	1713.0	.93	
571	73652	1425.0	1425.0	1.00	
572	73452	600.0	600.0	1.00	
573	67370	1850.5	1863.0	.99	
574	67470	1623.0	1623.0	1.00	
575	77288	1120.0	1120.0	1.00	
576	62921	2704.0	2704.0	1.00	
577	62621	1227.5	876.0	1.40	non ajuste
578	69489	1932.0	1932.0	1.00	
579	62721	1488.4	851.0	1.75	non ajuste
580	62821	2370.2	1732.0	1.37	non ajuste
581	66763	1378.1	577.0	2.39	non ajuste
582	61203	1238.0	1238.0	1.00	
583	40823	1366.0	1366.0	1.00	
584	61303	766.0	983.0	.78	non ajuste
585	60903	1207.0	1207.0	1.00	
586	60803	2538.0	2538.0	1.00	
587	61103	1538.0	1538.0	1.00	
588	61003	1626.0	1626.0	1.00	
589	15518	1371.7	624.0	2.20	non ajuste
590	18145	4067.0	4067.0	1.00	
591	66158	2633.0	2633.0	1.00	
592	15218	675.0	675.0	1.00	
593	66258	836.0	836.0	1.00	
594	15418	1081.2	574.0	1.88	non ajuste
595	16636	1016.0	1016.0	1.00	
596	15318	1340.0	1340.0	1.00	
597	17641	1486.0	1486.0	1.00	
598	17037	1234.0	1234.0	1.00	
599	15118	2804.3	2940.0	.95	
600	16536	3573.0	3573.0	1.00	
601	17441	1570.0	1570.0	1.00	
602	17137	526.0	526.0	1.00	
603	15828	3177.0	3177.0	1.00	
604	17741	1254.0	1254.0	1.00	
605	17841	867.0	867.0	1.00	
606	17541	2349.0	2349.0	1.00	
607	31435	863.0	863.0	1.00	
608	33053	844.0	844.0	1.00	
609	33153	1231.0	1231.0	1.00	
610	32953	543.0	543.0	1.00	
611	12961	.0	867.0	.00	non utilise
612	W4753	4348.0	4348.0	1.00	
613	33872	1255.0	1255.0	1.00	
614	33672	591.0	591.0	1.00	
615	10114	2954.0	2954.0	1.00	
616	10214	.0	1248.0	.00	non utilise
617	11327	963.0	963.0	1.00	
618	10314	1620.0	1620.0	1.00	

619	11750	.0	2075.0	.00	non utilise
620	11850	.0	637.0	.00	non utilise
621	31135	786.0	786.0	1.00	
622	11950	1950.0	1950.0	1.00	
623	12561	1523.0	1523.0	1.00	
624	12761	1150.0	1150.0	1.00	
625	12861	903.0	903.0	1.00	
626	79168	.0	1090.0	.00	non utilise
627	78367	261.9	3796.0	.07	non ajuste
628	79668	3238.0	3238.0	1.00	
629	79768	.0	2556.0	.00	non utilise
630	79568	.0	1744.0	.00	non utilise
631	79468	855.0	855.0	1.00	
632	79368	2658.0	2658.0	1.00	
633	77188	1863.0	1863.0	1.00	
634	07988	1017.0	1017.0	1.00	
635	79268	1276.0	1276.0	1.00	
636	S1025	4087.0	4087.0	1.00	
637	63425	992.0	992.0	1.00	
638	63325	2549.7	946.0	2.70	non ajuste
639	62521	2115.0	2115.0	1.00	
640	64639	1980.0	1980.0	1.00	
641	63225	851.0	851.0	1.00	
642	64939	266.3	601.0	.44	non ajuste
643	65001	2548.0	2548.0	1.00	
644	S1121	15656.0	15656.0	1.00	
645	S0569	11611.7	15526.0	.75	non ajuste
646	67671	5716.0	1519.0	3.76	non ajuste
647	67771	1448.0	1448.0	1.00	
648	64839	1491.0	1491.0	1.00	
649	67871	1600.6	2793.0	.57	non ajuste
650	67971	1900.0	1900.0	1.00	
651	61707	1614.1	777.0	2.08	non ajuste
652	65943	1029.0	1029.0	1.00	
653	65843	1810.0	1810.0	1.00	
654	66663	2779.0	2779.0	1.00	
655	66563	1955.0	1955.0	1.00	
656	S0863	3790.0	3790.0	1.00	
657	46287	961.6	1127.0	.85	non ajuste
658	46187	3709.0	3709.0	1.00	
659	45124	909.0	909.0	1.00	
660	40916	2168.0	2168.0	1.00	
661	40716	2013.0	2013.0	1.00	
662	45517	.0	425.0	.00	non utilise
663	40617	1394.0	1394.0	1.00	
664	41233	1062.0	1062.0	1.00	
665	45417	.0	976.0	.00	non utilise
666	45617	711.0	711.0	1.00	
667	X9233	6280.0	6280.0	1.00	
668	W9137	6939.0	6939.0	1.00	
669	40379	.0	944.0	.00	non utilise
670	40279	.0	650.0	.00	non utilise
671	34285	2274.0	2274.0	1.00	
672	16837	2123.0	2123.0	1.00	
673	40586	1681.0	1048.0	1.60	non ajuste
674	40486	881.0	881.0	1.00	
675	31744	2533.0	2533.0	1.00	
676	32144	.0	4719.0	.00	non utilise
677	31844	.0	2269.0	.00	non utilise
678	31944	.0	327.0	.00	non utilise
679	W4644	2194.0	2194.0	1.00	
680	X4549	3672.0	3672.0	1.00	
681	17237	953.1	1100.0	.87	non ajuste
682	32649	4.9	1273.0	.00	non ajuste
683	32749	1005.0	1005.0	1.00	
684	32549	1063.0	1063.0	1.00	
685	32849	1111.0	1111.0	1.00	
686	32349	906.0	906.0	1.00	

687	34385	1620.0	1620.0	1.00	
688	32044	2511.0	2511.0	1.00	
689	34185	1878.0	1878.0	1.00	
690	32249	688.5	435.0	1.58	non ajuste
691	34485	.0	1066.0	.00	non utilise
692	30322	.0	1023.0	.00	non utilise
693	30122	.0	1296.0	.00	non utilise
694	31335	.0	2435.0	.00	non utilise
695	30935	.0	847.0	.00	non utilise
696	31235	2072.0	2072.0	1.00	
697	31535	5481.0	5481.0	1.00	
698	31035	.0	1924.0	.00	non utilise
699	31635	.0	1796.0	.00	non utilise
700	33356	.0	2920.0	.00	non utilise
701	33256	.0	2103.0	.00	non utilise
702	33556	.0	1312.0	.00	non utilise
703	33456	.0	867.0	.00	non utilise
704	S0701	569.2	4205.0	.14	non ajuste
705	64739	.0	1016.0	.00	non utilise
706	60601	781.0	781.0	1.00	
707	69174	2741.0	2741.0	1.00	
708	60101	1228.0	1228.0	1.00	
709	60301	2048.0	583.0	3.51	non ajuste
710	60401	1751.0	1751.0	1.00	
711	60501	913.0	913.0	1.00	
712	X0963	3419.0	3419.0	1.00	
713	67169	1275.0	1275.0	1.00	
714	61507	1616.0	1616.0	1.00	
715	65442	385.0	385.0	1.00	
716	66942	1686.5	4351.0	.39	non ajuste
717	65743	1481.0	1481.0	1.00	
718	65542	826.6	272.0	3.04	non ajuste
719	S0601	1627.4	2345.0	.69	non ajuste
720	Y0338	12886.0	12886.0	1.00	
721	67069	1634.0	1634.0	1.00	
722	62315	605.0	605.0	1.00	
723	45019	464.6	778.0	.60	non ajuste
724	41087	3187.0	3187.0	1.00	
725	41424	1153.0	1153.0	1.00	
726	44846	535.0	535.0	1.00	
727	68874	1982.3	776.0	2.55	non ajuste
728	68573	1695.0	1695.0	1.00	
729	68373	.0	2846.0	.00	non utilise
730	68974	3660.0	3660.0	1.00	
731	R0174	.0	1860.0	.00	non utilise
732	69074	.0	414.0	.00	non utilise
733	68473	.0	2321.0	.00	non utilise
734	68774	.0	2007.0	.00	non utilise
735	55405	361.3	2254.0	.16	non ajuste
736	55505	1063.0	1063.0	1.00	
737	55905	.0	819.0	.00	non utilise
738	55805	.0	2079.0	.00	non utilise
739	Y0438	1291.2	4168.0	.31	non ajuste
740	X0238	18948.0	18948.0	1.00	
741	X6630	16972.0	16972.0	1.00	
742	64538	412.0	412.0	1.00	
743	63826	4737.0	4737.0	1.00	
744	64138	775.0	775.0	1.00	
745	64038	2718.0	2718.0	1.00	
746	68173	.0	3201.0	.00	non utilise
747	60201	1645.0	1645.0	1.00	
748	64238	922.0	922.0	1.00	
749	64338	860.0	860.0	1.00	
750	61807	347.1	885.0	.39	non ajuste
751	61607	4574.1	752.0	6.08	non ajuste
752	63726	1995.0	1995.0	1.00	
753	63626	2182.0	2182.0	1.00	
754	62215	320.0	320.0	1.00	

755	45912	1909.9	167.0	11.44	non ajuste
756	41612	504.0	504.0	1.00	
757	53048	2764.3	1116.0	2.48	non ajuste
758	53148	552.0	552.0	1.00	
759	62015	1793.0	1793.0	1.00	
760	43881	87.7	439.0	.20	non ajuste
761	43981	1414.0	1414.0	1.00	
762	X9133	4715.0	4715.0	1.00	
763	44433	2646.0	2646.0	1.00	
764	46033	.0	734.0	.00	non utilise
765	41324	1565.0	1565.0	1.00	
766	44533	.0	1492.0	.00	non utilise
767	45747	1817.0	1817.0	1.00	
768	44347	512.0	512.0	1.00	
769	44240	.0	1650.0	.00	non utilise
770	44724	1268.0	1268.0	1.00	
771	54705	1654.0	1654.0	1.00	
772	55304	3339.3	1867.0	1.79	non ajuste
773	54804	1335.0	1335.0	1.00	
774	54313	1047.7	1382.0	.76	non ajuste
775	56206	.0	1430.0	.00	non utilise
776	52106	.0	4311.0	.00	non utilise
777	V6813	1201.4	2125.0	.57	non ajuste
778	54213	517.4	2496.0	.21	non ajuste
779	54113	.0	3002.0	.00	non utilise
780	X6713	8885.0	8885.0	1.00	
781	51313	1167.0	1167.0	1.00	
782	53913	2717.0	2717.0	1.00	
783	54513	378.0	378.0	1.00	
784	51013	2284.0	2284.0	1.00	
785	54084	1033.6	1235.0	.84	non ajuste
786	50913	1399.0	1399.0	1.00	
787	50884	1854.0	1854.0	1.00	
788	53730	12.2	904.0	.01	non ajuste
789	53534	538.0	538.0	1.00	
790	50630	2107.0	2107.0	1.00	
791	50530	2278.0	2278.0	1.00	
792	53830	1498.0	1498.0	1.00	
793	50730	2493.0	2493.0	1.00	
794	X6534	10582.0	10582.0	1.00	
795	53434	1651.0	1651.0	1.00	
796	50334	2278.0	2278.0	1.00	
797	52834	989.0	989.0	1.00	
798	53334	1911.0	1911.0	1.00	
799	52934	2164.0	2164.0	1.00	
800	50434	385.0	1049.0	.37	non ajuste
801	X2231	6123.0	6123.0	1.00	
802	52711	.0	1518.0	.00	non utilise
803	50111	1330.0	1330.0	1.00	
804	X2366	.0	4832.0	.00	non utilise
805	52666	.0	2405.0	.00	non utilise
806	50266	1494.0	1494.0	1.00	
807	52566	.0	1824.0	.00	non utilise
808	42431	2812.0	2812.0	1.00	
809	42331	.0	1654.0	.00	non utilise
810	43731	692.0	692.0	1.00	
811	43632	1367.0	1367.0	1.00	
812	43532	848.0	848.0	1.00	
813	43265	654.0	654.0	1.00	
814	43165	.0	1754.0	.00	non utilise
815	41840	6049.2	6081.0	.99	
816	41940	4192.1	1673.0	2.51	non ajuste
817	43432	402.0	402.0	1.00	
818	44040	1133.0	1133.0	1.00	
819	44140	640.0	640.0	1.00	
820	Z9464	2814.0	2814.0	1.00	
821	X9364	1300.0	1300.0	1.00	
822	42064	413.0	413.0	1.00	

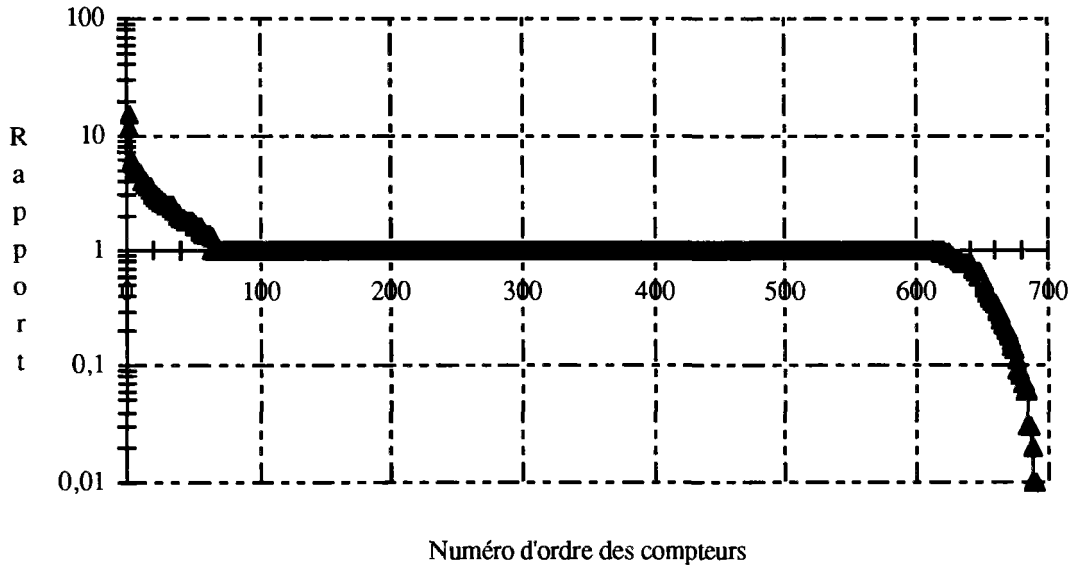
823	42264	1824.0	1824.0	1.00	
824	42140	1303.0	1303.0	1.00	
825	42664	.0	482.0	.00	non utilise
826	16028	1929.0	1929.0	1.00	
827	16128	2351.0	2351.0	1.00	
828	33972	2047.0	2047.0	1.00	
829	W4872	7101.0	7101.0	1.00	
830	74454	.8	1592.0	.00	non ajuste
831	74254	.8	1052.0	.00	non ajuste
832	75355	426.0	426.0	1.00	
833	70208	921.0	921.0	1.00	
834	75155	566.0	566.0	1.00	
835	65242	1796.0	1796.0	1.00	
836	65342	1632.0	1632.0	1.00	
837	34072	2302.0	2302.0	1.00	
838	16937	1506.0	1506.0	1.00	
839	33772	2066.0	2066.0	1.00	
840	45216	1302.0	1302.0	1.00	
841	45387	1656.0	1656.0	1.00	
842	40179	1239.0	1387.0	.89	non ajuste
843	32449	1981.0	1981.0	1.00	
844	46386	2003.6	737.0	2.72	non ajuste
845	30829	.0	998.0	.00	non utilise
846	30222	.0	1938.0	.00	non utilise
847	30422	.0	304.0	.00	non utilise
848	30729	.0	192.0	.00	non utilise
849	30629	.0	965.0	.00	non utilise
850	30529	.0	1710.0	.00	non utilise
851	41119	1199.0	1199.0	1.00	
852	44919	615.0	615.0	1.00	
853	62115	363.0	363.0	1.00	
854	45882	3541.0	3541.0	1.00	
855	41546	1652.0	1652.0	1.00	
856	Q1273	.0	378.0	.00	non utilise
857	68273	.0	1192.0	.00	non utilise
858	64438	.0	1278.0	.00	non utilise
859	53248	652.0	652.0	1.00	
860	53630	470.0	470.0	1.00	
861	41712	1850.0	1850.0	1.00	
862	55204	1589.4	1153.0	1.38	non ajuste
863	51604	1636.3	680.0	2.41	non ajuste
864	55704	1266.6	480.0	2.64	non ajuste
865	56006	.0	2224.0	.00	non utilise
866	52006	855.0	855.0	1.00	
867	V7206	.0	3504.0	.00	non utilise
868	51513	2383.0	2383.0	1.00	
869	V7013	3664.0	3664.0	1.00	
870	54613	.0	415.0	.00	non utilise
871	54983	940.0	6088.0	.15	non ajuste
872	V6913	7506.1	9719.0	.77	non ajuste
873	55183	3715.0	780.0	4.76	non ajuste
874	51883	4209.8	1050.0	4.01	non ajuste
875	V7183	8995.0	8995.0	1.00	
876	51983	.0	4860.0	.00	non utilise
877	55683	.0	3820.0	.00	non utilise
878	55083	4897.0	4897.0	1.00	
879	51783	1482.0	1482.0	1.00	
880	51213	1320.0	1320.0	1.00	
881	51184	321.5	1494.0	.22	non ajuste
882	52466	.0	2060.0	.00	non utilise
883	07666	.0	595.0	.00	non utilise
884	07866	.0	1199.0	.00	non utilise
885	42509	.0	1537.0	.00	non utilise
886	43309	978.0	978.0	1.00	
887	63125	.0	952.0	.00	non utilise
888	U2751	2264.7	2896.0	.78	non ajuste

Source : REMODE (fichier v107ab4019b)

Pour apprécier la distribution de ce rapport entre les comptages reconstitués et les comptages mesurés, nous dressons une courbe (**Figure 15**) en prenant les valeurs dans le **Fichier 7** ci-dessus. Nous avons bien évidemment trié ces valeurs dans l'ordre décroissant. Cette courbe nous présente les valeurs du rapport d'une façon extrêmement claire. Dans la première section de l'abscisse, se regroupent les comptages reconstitués supérieurs aux comptages mesurés avec une valeur maximale égale à 15,0, qui représentent 10% des compteurs totaux utilisés. Au milieu de l'abscisse, on trouve tous ceux qui sont bien réconciliés et occupent une part majoritaire de 81%. Le reste des compteurs, situés à l'extrême droite de l'abscisse, n'occupe qu'une part de 9% avec la valeur minimale de 0,01.

Nous précisons que les comptages reconstitués et les comptages mesurés ont été également présentés sur le réseau par les **Graphiques 3, 4, 5 et 6** dans le **Tome Annexe 1.**

Figure 15 - Présentation graphique du rapport entre les comptages reconstitués et les comptages mesurés



Source : Fichier 7 ci-dessus (REMODE)

8.2.3 - Répartition des compteurs sur réseau

Nous avons déjà indiqué que **REMODE** est composé de différents sous-programmes. Parmi ces sous-programmes, il y a des fonctions qui permettent de

simuler l'écoulement de circulation, d'enregistrer les compteurs sur les chemins parcourus et d'indiquer la fluidité de trafic. Cela nous permet de calculer la répartition géographique des compteurs.

Dans l'ensemble des 936 compteurs (en deux sens), 81,4% sont sur les Routes Nationales, 17,3% sur les Autoroutes et seulement 1,3% sur les Routes Départementales. On constate également que aucune zone, quelque soit le zonage (21*21, 40*40 ou 91*91), ne manque de compteur. Ces résultats sont présentés sous différentes formes dans les **Figures 16, 17, 18** et les **Tables 33, 34, 35** ci-après.

Si nous définissons la fréquence d'utilisation d'un compteur comme le nombre de différentes O-D par lequel il est traversé, dont 1 pour une seule paire O-D, cette fréquence augmente spectaculairement avec le nombre de zones. Par exemple, elle est de 11,1 comme la moyenne pour le zonage de 21*21, 29,9 pour le zonage de 40*40 et 143,8 pour le zonage de 91*91. Le détail se trouve dans la **Table 36** ci-dessous.

Table 36 - Fréquence d'utilisation d'un compteur sur réseau

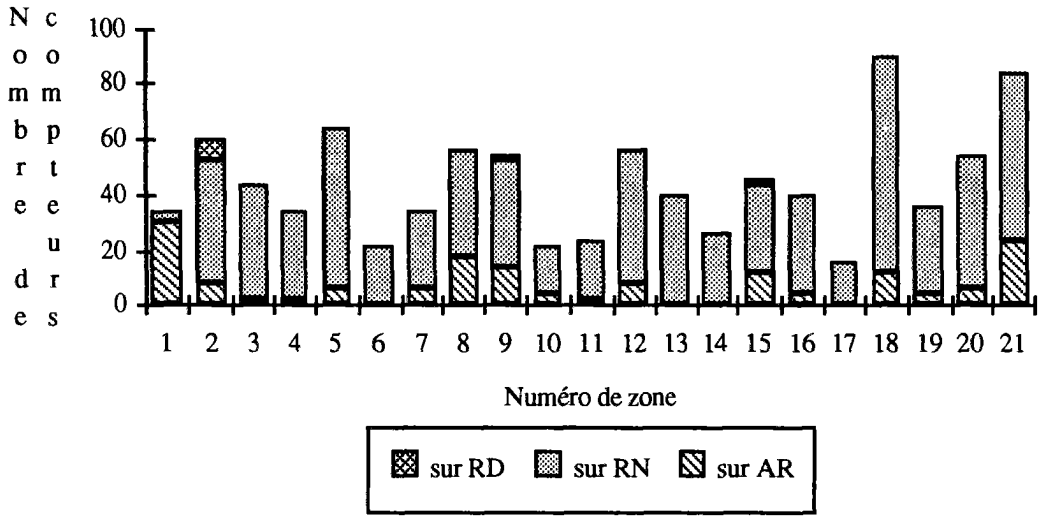
		Moyenne	Ecart-type	Maximum	Minimum
Zonage	21*21	11,1	7,1	44	1
	40*40	29,9	25,1	198	1
	91*91	143,8	124,2	691	1

Source : REMODE (fichiers v107a4037-v107a4039)

Ce qui nous concerne le plus consiste à connaître sur quelle paire O-D qu'il n'y a pas de compteur, car un compteur joue un rôle important sur le trafic d'une paire O-D si ce compteur se trouve sur cette liaison O-D. S'il n'y a pas de compteur sur une liaison O-D, le trafic de cette liaison sera reconstitué par d'autre compteurs sur le réseau mais l'effet sera moins évident (analyses faites dans §6.1).

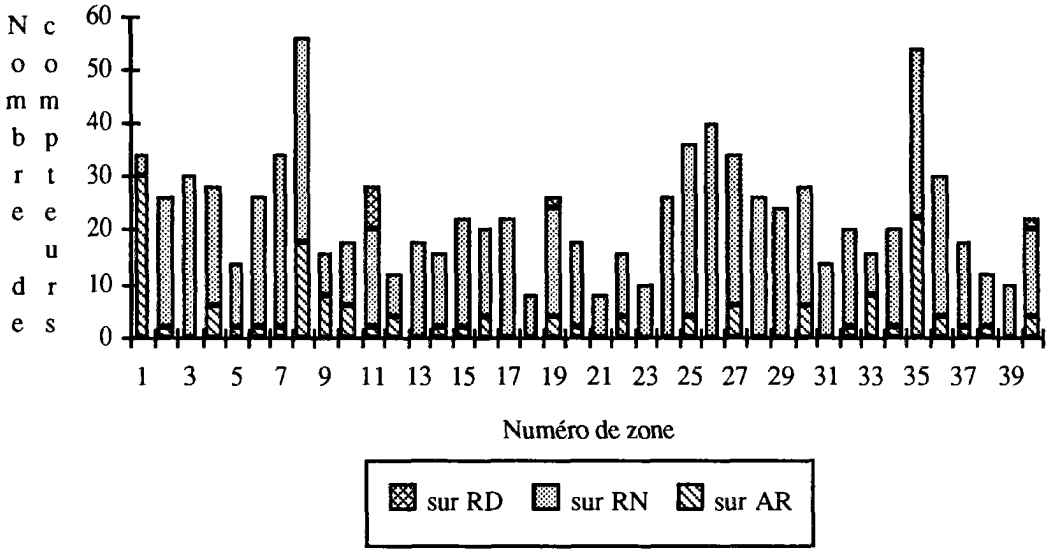
Pour les zonages de 21*21 et 40*40, toutes les paires O-D ont trouvé au moins un compteur (voir la **Table 37** ci-après). Pour le zonage de 91*91, seules 32 paires O-D sur 8190 (donc 0,4%) n'ont pas trouvé de compteur (voir le **Fichier 8** ci-après). Une analyse fine révèle que ces 32 paires O-D sont toutes entre zones limitrophes. Les liaisons entre ces paires O-D sont courtes et sont composées principalement de routes départementales où il y a peu de compteurs.

Figure 16 - Répartition des compteurs selon les routes dans le zonage de 21*21



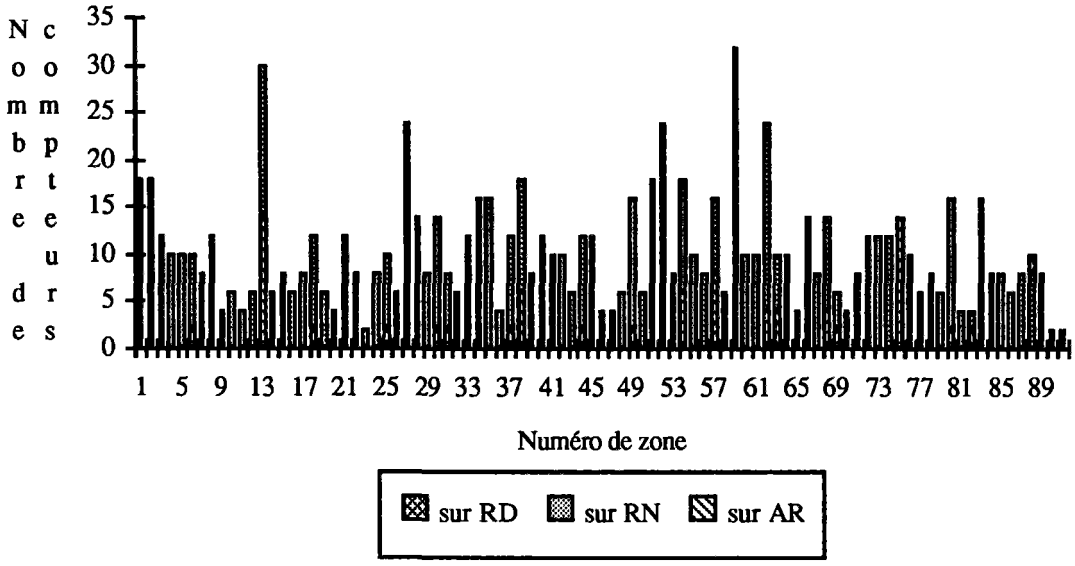
Source : Fichier 7 ci-dessus (REMODE)

Figure 17 - Répartition des compteurs selon les routes dans le zonage de 40*40



Source : REMODE (fichier v107a4019b)

Figure 18 - Répartition des compteurs selon les routes dans le zonage de 91*91



Source : REMODE (fichier v107a4038)

Table 33 - Répartition des compteurs selon les routes dans le zonage de 21*21

Zone	sur AR	sur RN	sur RD	Total
1	30	4	0	34
2	8	44	8	60
3	2	42	0	44
4	2	32	0	34
5	6	58	0	64
6	0	22	0	22
7	6	28	0	34
8	18	38	0	56
9	14	38	2	54
10	4	18	0	22
11	2	22	0	24
12	8	48	0	56
13	0	40	0	40
14	0	26	0	26
15	12	32	2	46
16	4	36	0	40
17	0	16	0	16
18	12	78	0	90
19	4	32	0	36
20	6	48	0	54
21	24	60	0	84
Total	**162**	**762**	**12**	**936**
en %	**17,3**	**81,4**	**1,3**	**100,0**

Source : REMODE (fichier v107a4037)

Table 34 - Répartition des compteurs selon les routes dans le zonage de 40*40

Zone	sur AR	sur RN	sur RD	Total
1	30	4	0	34
2	2	24	0	26
3	0	30	0	30
4	6	22	0	28
5	2	12	0	14
6	2	24	0	26
7	2	32	0	34
8	18	38	0	56
9	8	8	0	16
10	6	12	0	18
11	2	18	8	28
12	4	8	0	12
13	0	18	0	18
14	2	14	0	16
15	2	20	0	22
16	4	16	0	20
17	0	22	0	22
18	0	8	0	8
19	4	20	2	26
20	2	16	0	18
21	0	8	0	8
22	4	12	0	16
23	0	10	0	10
24	0	26	0	26
25	4	32	0	36
26	0	40	0	40
27	6	28	0	34
28	0	26	0	26
29	0	24	0	24
30	6	22	0	28
31	0	14	0	14
32	2	18	0	20
33	8	8	0	16
34	2	18	0	20
35	22	32	0	54
36	4	26	0	30
37	2	16	0	18
38	2	10	0	12
39	0	10	0	10
40	4	16	2	22
Total	**162**	**762**	**12**	**936**
en %	**17,3**	**81,4**	**1,3**	**100,0**

Source : REMODE (fichier v107a4019b)

Table 35 - Répartition des compteurs selon les routes dans le zonage de 91*91

Zone	sur AR	sur RN	sur RD	Total
1	4	14	0	18
2	0	18	0	18
3	0	12	0	12
4	0	10	0	10
5	0	10	0	10
6	2	8	0	10
7	0	8	0	8
8	0	12	0	12
9	0	4	0	4
10	0	6	0	6
11	0	4	0	4
12	0	6	0	6
13	14	16	0	30
14	0	6	0	6
15	0	8	0	8
16	0	6	0	6
17	0	8	0	8
18	2	10	0	12
19	0	6	0	6
20	4	0	0	4
21	4	8	0	12
22	0	8	0	8
23	0	2	0	2
24	0	8	0	8
25	2	8	0	10
26	0	6	0	6
27	2	22	0	24
28	0	14	0	14
29	0	8	0	8
30	2	12	0	14
31	2	6	0	8
32	0	6	0	6
33	8	4	0	12
34	2	14	0	16
35	0	16	0	16
36	0	4	0	4
37	2	10	0	12
38	6	12	0	18
39	0	8	0	8
40	0	10	2	12
41	0	10	0	10
42	0	10	0	10
43	0	6	0	6
44	2	10	0	12
45	2	10	0	12
46	0	4	0	4
47	0	4	0	4

Source : REMODE (fichier v107a4039)

Tables 35 - Répartition des compteurs selon les routes dans le zonage de 91*91 (suite)

48	0	6	0	6
49	2	14	0	16
50	0	6	0	6
51	6	12	0	18
52	2	14	8	24
53	2	6	0	8
54	6	12	0	18
55	0	10	0	10
56	0	8	0	8
57	8	8	0	16
58	0	6	0	6
59	14	18	0	32
60	0	10	0	10
61	0	10	0	10
62	4	20	0	24
63	4	6	0	10
64	4	6	0	10
65	0	4	0	4
66	2	12	0	14
67	0	8	0	8
68	4	10	0	14
69	2	4	0	6
70	0	4	0	4
71	0	8	0	8
72	2	10	0	12
73	0	12	0	12
74	0	12	0	12
75	14	0	0	14
76	0	10	0	10
77	6	0	0	6
78	6	2	0	8
79	0	6	0	6
80	2	14	0	16
81	0	4	0	4
82	2	2	0	4
83	6	10	0	16
84	2	6	0	8
85	0	8	0	8
86	0	6	0	6
87	0	8	0	8
88	0	8	2	10
89	2	6	0	8
90	0	2	0	2
91	0	2	0	2
Total	**162**	**762**	**12**	**936**
en %	**17,3**	**81,4**	**1,3**	**100,0**

Source : REMODE (fichier v107a4039)

Table 37 - Nombre de compteur sur chaque O-D

		Moyenne	Ecart-type	Maximum	Minimum
Zonage	21*21	16,1	10,9	55	1
	40*40	13,0	7,9	41	1
	91*91	13,7	9,2	62	0

Source : REMODE (fichiers v107a4037-v107a4039)

Fichier 8 - Relations O-D sans compteurs dans le zonage de 91*91

```
Pas de compteur sur ces relations O-D :
 dont origine =  9  et destination= 11
 dont origine =  9  et destination= 66
 dont origine = 10  et destination= 89
 dont origine = 11  et destination=  9
 dont origine = 11  et destination= 66
 dont origine = 12  et destination= 46
 dont origine = 14  et destination= 50
 dont origine = 20  et destination= 78
 dont origine = 30  et destination= 84
 dont origine = 31  et destination= 82
 dont origine = 44  et destination= 85
 dont origine = 46  et destination= 12
 dont origine = 47  et destination= 82
 dont origine = 50  et destination= 14
 dont origine = 54  et destination= 88
 dont origine = 61  et destination= 72
 dont origine = 66  et destination=  9
 dont origine = 66  et destination= 11
 dont origine = 67  et destination= 88
 dont origine = 72  et destination= 61
 dont origine = 75  et destination= 78
 dont origine = 77  et destination= 91
 dont origine = 78  et destination= 20
 dont origine = 78  et destination= 75
 dont origine = 82  et destination= 31
 dont origine = 82  et destination= 47
 dont origine = 84  et destination= 30
 dont origine = 85  et destination= 44
 dont origine = 88  et destination= 54
 dont origine = 88  et destination= 67
 dont origine = 89  et destination= 10
 dont origine = 91  et destination= 77

Nb total des O-D sans compteurs= 32
Nb total des O-D avec compteurs= 8158
```

Source : REMODE (fichiers v107a4037-v107a4039)

Le fait qu'un nombre moyen de compteurs présentés sur chaque paire O-D soit égal à 13,0 est important, car le trafic d'une paire O-D dépend surtout du nombre de compteurs apparus sur cette paire O-D. Ce nombre supérieur à 10 peut garantir la certitude de l'ensemble des comptages, même si quelques uns entre eux ont une marge d'erreur.

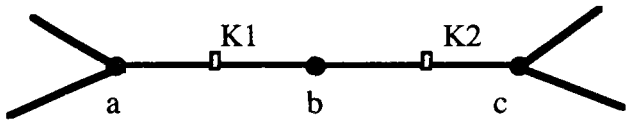
De ces analyses et de ces résultats, nous pouvons conclure que la répartition géographique des compteurs sur le réseau est satisfaisante pour le modèle **REMODE**. C'est également une des raisons pour lesquelles les résultats de calculs restent toujours très stables.

8.2.4 - Contrôle de comptage d'un compteur

La question se pose depuis le début de ce travail de thèse. Peut-on contrôler les erreurs dans les comptages et l'incohérence entre compteurs en faisant le lien avec les arcs sur le réseau ?

Cette question peut trouver la réponse dans un cas simple suivant. Les deux arcs (*ab* et *bc*) sont connectés par un noeud commun (b) et ce noeud commun ne relie que ces deux arcs (**Figure 19**). Sur chaque arc, il y a un compteur (K1 sur arc *ab* et K2 sur arc *bc*). Dans cette situation, il est clair que les comptages (ct1 pour K1 et ct2 pour K2) sur ces deux compteurs sont identiques (e. g. : ct1=ct2).

Figure 19 - Relation entre deux compteurs



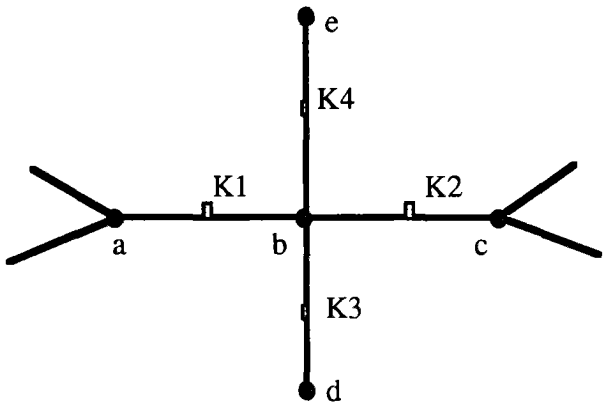
Dans un autre cas un peu plus général, la question aura du mal à trouver la réponse. Considérons quatre arcs (*ab*, *bc*, *bd* et *be*) connectés par un noeud commun (b) (**Figure 20**). Sur chaque arc, il y a un compteur (K1 sur arc *ab*, K2 sur arc *bc*, K3 sur arc *bd* et K4 sur arc *be*). Leurs comptages sont ct1, ct2, ct3, et ct4 pour K1, K2, K3 et K4 respectivement. Si tij désigne le trafic de compteur Ki vers compteur Kj, nous aurons les équations suivantes.

ct1=t12+t13+t14+t21+t31+t41
ct2=t21+t23+t24+t12+t32+t42

ct3=t31+t32+t34+t13+t23+t43
ct4=t41+t42+t43+t14+t24+t34

Dans cette situation, pour connaître les relations entre ct1, ct2, ct3 et ct4, il faut d'abord connaître les 24 tij inconnus ! Dans les études de trafic interurbain, ces tij du trafic tournant au carrefour ne peuvent pas être connus que par une étude particulière. Cela donc devient encore plus compliqué que pour connaître les relations entre les comptages ct1,ct2, ct3 et ct4. De ce fait, nous pouvons conclure que le contrôle des comptages et les relations entre eux sont difficilement réalisables en faisant le lien avec les arcs sur le réseau.

Figure 20 - Relation entre plusieurs compteurs



8.3 - Conclusion sur les sensibilités du modèle et des comptages

A la fin de ce chapitre, nous pouvons tirer quelques conclusions simples sur les stabilités du modèle et les sensibilités des comptages, conclusions : (1) le modèle **REMODE** donne un trafic total très stable sous différentes hypothèses de calcul ; (2) la répartition géographique des compteurs sur le réseau est assez homogène dans différentes zones sous différents zonages et donc satisfaisante pour **REMODE** ; (3) les comptages sont bien reconstitués et le taux de réconciliation est aux alentours de 82%.

La connaissance actuelle sur les valeurs du temps est plutôt adéquate pour **REMODE**. En fait, les variations d'une ou des valeurs du temps et de leurs structures dans l'ensemble des motifs de déplacements n'ont pas de grande influence sur les résultats de calcul.

La suppression ou l'ajout de quelques compteurs n'a pas non plus changé le trafic total. En effet, le trafic total a été calculé sur l'ensemble des compteurs. La certitude sur l'ensemble de comptages nous donne un trafic total stable. Cependant, un comptage erroné peut affecter, d'une certaine façon, le trafic O-D qui passe par l'arc où se situe le compteur.

REMODE ne peut contrôler ni les erreurs contenues dans les comptages, ni l'incohérence entre les compteurs. Ces erreurs relèvent des problèmes propres aux enquêtes. Par contre, **REMODE** peut proposer les compteurs susceptibles d'être erronés en testant les sensibilités des comptages. Mais cela risque de conduire à des calculs très lourds et ne donne pas de bons résultats.

CONCLUSION GENERALE

De l'analyse des méthodes existantes à la recherche d'une méthodologie, du raisonnement au développement, de la réalisation à l'application, nous pouvons conclure qu'une nouvelle méthode (**REMODE**) a été développée pour reconstituer une matrice origine-destination de trafic interurbain à partir des comptages. Les résultats obtenus sur le réseau routier national en France sont interprétables du point de vue mathématique et économique de transport.

Cette méthode, inspirée de la programmation dynamique et des théories des graphes, modélise les comportements des voyageurs d'une part, et tire avantage du calcul mathématique d'autre part. Le but de la fonction objectif est de minimiser la différence entre le comptage et la valeur estimée sur les compteurs. A partir de cela, tous les processus sont conçus d'une façon continue afin de garantir leur cohérence. La matrice O-D est d'abord initialisée à l'aide des données existantes, même si elles sont incomplètes, et en relation avec les caractéristiques socio-économiques des zones étudiées, puis désagrégée selon les motifs et les valeurs du temps des usagers, enfin affectée aux tronçons par les simulations de l'écoulement de trafic et les théories de graphe du réseau. Le coût généralisé, fondé sur les caractéristiques des usagers et des routes, est employé et actualisé pour chaque tranche d'affectation pendant le calcul. Ensuite, la fonction objectif est appliquée et le standard de convergence est examiné. La première estimation de la matrice est jugée par les caractéristiques socio-économiques et le cas échéant sert à calibrer le sous-modèle de l'initialisation de la matrice. Le calcul se poursuit avec cette nouvelle estimation de matrice et se termine dès que le standard de convergence est satisfait.

En fait, un système de transport a été décrit par voyageur-trafic-route et est relié directement aux caractéristiques socio-économiques des zones étudiées et au réseau. Il assure ainsi le sens global de chaque élément concerné et garantit la totale cohérence externe (entre chaque élément).

Chaque élément concerné est présenté par un sous-modèle. Chaque sous-modèle est indépendant et peut être intégré de façon modulaire dans l'ensemble du système selon le cas. Cela permet d'une part de contrôler le fonctionnement de chaque sous-modèle, d'autre part de garantir l'intégrité de l'ensemble du modèle.

Ainsi cette méthode, par rapport aux méthodes existantes, ne demande pas une matrice a priori (matrice de référence) et des matrices de fraction de trajets, qui sont souvent difficiles à obtenir et ne peuvent pas garantir la cohérence entre les données si ces dernières ont été fournies par d'autres méthodes. En effet, elles sont modélisées et deviennent une partie intégrante de la méthode développée.

Cette conception rend la méthode beaucoup plus complète et souple. Les modélisations de la matrice O-D a priori et des matrices de fraction permettent de décrire tous les processus de façon continue, ce qui nous offre des résultats plus réalistes.

Sans vouloir entrer dans chaque détail, nous insistons seulement sur les principales nouveautés de cette nouvelle méthode.

(1). Le calibrage autonome du modèle est assuré par le programme lui-même. C'est très important, car les données sont souvent indisponibles et incomplètes. L'utilisation de ces données peut conduire le calibrage des modèles à des erreurs. En plus, le calibrage usuel des modèles demande un lourd travail.

D'une part, les principes developpés pour la description du système du transport ne sont pas tous formulés mathématiquement. En effet, la plupart d'entre eux est fondée sur des algorithmes, ce qui évite d'introduire de nouveaux paramètres. D'autre part, ce système de transport est fondé sur les objets finaux (e. g. : comptages), et non sur les connaissances de données initiales (e. g. : enquêtes partielles). Toutes les étapes sont conçues d'une façon continue et seront calibrées sur les mêmes objets finaux.

Si la description du système du transport permet de garantir la cohérence externe de chaque sous-modèle, le calibrage autonome du modèle assure en outre la cohérence interne de chaque sous-modèle. Cette cohérence totale et l'assurance de l'intégrité permettent d'éviter beaucoup d'étapes intermédiaires de calibrage lourd, notamment pour les gros modèles.

(2). La simulation de l'écoulement du trafic permet d'une part de rechercher les chemins et d'affecter les trafics en même temps, d'autre part d'assurer l'interaction entre la distribution et l'affectation. De ce fait, nous pouvons approcher les comportements des voyageurs et diminuer au maximum la différence entre les hypothèses faites (e. g. : le coût généralisé) avant la distribution et après l'affectation.

Nous aurons ainsi la situation et l'affectation exactes du trafic sur le réseau après la reconstitution de la matrice et des comptages.

(3). Les définitions des priorités au calcul ont été également entreprises dans le développement de la fonction objectif. Très souvent, nous avons différents niveaux de connaissances sur les différents objets et données. Les utilisations de ces différentes connaissances devraient, d'une certaine façon, être distinguées.

Dans un contexte assez large, **REMODE** a pris en compte trois objets, qui sont les générations de trafics dans les zones, l'affectation du trafic sur le réseau et les trafics entre zones. Si nous connaissons mieux l'un des trois objets ci-dessus, nous pouvons initialiser le modèle avec cet objet. L'exécution de cette modalité a été facilitée par un simple changement de la valeur du paramètre dans le "Fichier pilote".

Cette souplesse nous permet de comparer les résultats sous différentes hypothèses et bien évidemment de vérifier la validité du modèle lui-même. Elle nous permet également d'améliorer la connaissance d'un objet (ou des données) par l'intermédiaire d'un autre objet mieux connu.

La modélisation de tous les processus par la description d'un système de voyageur-trafic-route et surtout leur calibrage autonome ouvrent une voie intéressante dans les domaines du transport.

Cette nouvelle méthode a été calibrée et appliquée au réseau routier français et les données de comptages en 1990. Les résultats obtenus sont particulièment intéressants et tout à fait plausibles. Ils ont montré que les principales matrices origine-destination reconstituées (matrices régionale, départementale et intermédiaire) sont interprétables du point de vue mathématique et socio-économique du transport.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

A - Classement en ordre d'apparition[1]

1 - CREDOC/SETRA, "Prévision à long terme du trafic automobile", Rapport d'étude, Mai 1989

1a - GERAUD Patrice, "Les modèles de demande en transport interurbain de voyageurs", Note d'information IRT No. 10, Juin 1977

1b - MORELLET Olivier, "La modélisation de la demande de trafic de voitures particulières en milieu interurbain", Table ronde 58, CEMT, Déc. 1980

1c - CHEN Yu-Sen, "Analyse historique des déplacements en France", Mémoire du Mastère de l'ENPC, Décembre 1989

1d - MADRE Jean-Loup, "Projection du trafic automobile sur les routes nationales et les autoroutes françaises", INRETS, 1990

1e - INRETS, "Un milliard de déplacements par mois en région", Rapport INRETS No. 107

1f - DOBIAS Georges, "Les transports interrégionaux de personnes", Presse de l'ENPC, 1989

2 - STOPHER Peter R. and DONALD Kathie G. Mc , "Trip generation by cross-classification : an alternative methodology", Transpn. Res. Rec. 944, pp.84-91.

3 - SCHULTZ Gordon W., "Development of a travel-demand model set for the new orleans region", Transpn. Res. Rec. 944, pp.128-134.

4 - DONALD Kathie G. Mc and STOPHER Peter R., "Some contrary Indication for the use of Household structure in trip-generation analysis", Transpn. Res. Rec. 944, pp.92-100.

5 - BARNARD P. O. , BRINDLE R. E., "A review and critique of current methods used to predict traffic generation with some accompanying suggestions on alternative approaches", Transp. Planning and Technology, Vol 11, pp.273-288, 1987

6 - SUPERNAK Janus, TALVITIE Antti, and DEJOHN Anthony, "Person - Category Trip - Generation Model", Transpn. Res. Rec. 944

7 - QUINET Emile, "La demande de transport", Presses de l'ENPC, 1982

8 - OHTA Katsutoshi and HARATA Noboru, "Some attempts toward improved traffic forecasting procedures for Japanese expressway", PTRC 1988

---

[1] Les articles sont cités par No. d'ordre, Auteur, Titre de l'oeuvre, Journal, Lieu : Editeur, Page et Année.

9 - VAN DEN BROECKE Anton A.J., "Long terme forecasting of car ownership with the cohort processing model", PTRC 1988

9b - BRESSON G., "Probabilités et Statistiques", Edition R. Atlani, 1986

10 - FARGIER, "Ingénièrie du trafic routier", Cours ENPC, 1989

11 - SETRA, "Guide des études de trafic interurbain - Guide méthodologique", Mai 1992

11b - CHEN Yu-Sen, "Application des micro-ordinateurs dans la collection et l'analyse des données de trafic", «Highway Technology» 1987, en chinois.

12 - KIRBY Howard R., "Theoretical requirements for calibrating gravity models", Transpn. Res. Vol. 8, pp.97-104, 1974

13 - EVANS Suzanne P. and KIRBY Howard R., "A three dimensional furness procedure for calibrating gravity models", Transpn. Res. Vol. 8, pp.105-122, 1971

14 - LEBEUF R. and SYEWARD N.F. , "Interval constraints for the treatment of the partial data problem in gravity model calibration", Transpn. Res. -B Vol. 16B, No. 3, pp.245-250, 1982

15 - EVANS Andrew W., "The calibration of trip distribution models with exponential or similar cost fonctions", Transpn. Res. Vol. 5, pp.15-38, 1971

16 - MATSOUKIS E.C. and MICHALOPOULOS P.C., "Road traffic assignment - a review, Part II : Equilibrium methods", Transpn. Planning and Technology, Vol. 11, pp.117-135, 1986

17 - EVANS Suzanne P., "Derivation and Analysis of some models for combining trip distribution and assignment", Transpn. Res. Vol. 10, pp.37-57, 1976

18 - WILSON A.G., "A statistical theory of spatial distribution models", Transpn. Res. Vol. 1, pp.253-269, 1967

18b - WILLUMSEN L.G., "Estimation of an O-D Matrix from Traffic Counts - a Review", University of Leeds, August 1978

19 - VAN ZUYLEN H.J., "A method to estimate a trip matrix from traffic volume counts", PTRC Summer Annual Meeting, University of Warwick, july 1978

20 - HAMERSLAG Rudi and IMMERS Ben H., "Estimation of trip matrices : Shortcomings and possibilities for improvement", Transpn. Res. Rec. 1203

21 - BELL M.G.H., "The estimation of Origin-Destination Matrix from Traffic Counts", Transpn. Sci. Vol. 17, No. 2, May 1983

22 - LAM William H.K., LO H.P., "Accuracy of O-D estimates from traffic counts", Traffic Engineering & Control, June 1990

23 - STARK David C., "Estimating trip matrices from traffic counts", PTRC

24 - ROBILLARD Pierre, "Estimating the O-D Matrix from observed link volumes", Transpn Res. Vol.9, pp123-128, 1975

25 - CAREY Malachey, HENDRICKSON Chris and SIDDHARTHAN K., "A method for Direct Estimation of Origin-Destination Trip Matrices", Transpn. Sci. Vol. 15, No. 1, February 1981

26 - HENDRICKSON Chris and McNEIL Sue, "Estimation of Origin-Destination Matrices with constrained regression", Transpn. Res. Rec. 976

27 - CASCETTA Ennio, "Estimation of trip matrices from traffic counts and survey data : a generalized least squares estimator", Transpn. Res. -B Vol. 18B, No. 4/5, pp.289-299, 1984

28 - WANSBEEK T.J., "Least squares estimation of trip distribution parameters : A note", Transpn. Res. Vol. 11, pp.429-431, 1977

29 - SAFWAT K. NABIL A., MAGNANTI Thomas L., "A combined trip generation, trip Distribution, modal split, and trip assignment model", Transpn. Sci., Vol. 18, No. 1, February 1988

30 - VAUGHAN Rodney, "Equity solutions for trip distribution", Traffic Engineering + Control, January 1985

31 - NIHAN Nancy L. and DAVIS Gary A., "Recussive estimation of Origin-Destination Matrice from Imput/Output counts", Transpn. Res. -B Vol. 21B,No. 2, pp.149-163, 1987

32 - MORELLET O. et al., "Un modèle de choix des usagers entre itinéraires concurrents", SETRA, 1980

33 - ABRAHAM C., "La répartition du traffic entre itinéraires concurrents", Revue Générale des Routes et Aérodromes, No 357, Oct. 1961

34 - CHAO GARY S. and FRIESZ TERRY L., "Spatial price equilibium sensitivity analysis", Transpn. Res. pp423-440, 1985

35 - MORELLET O., "Amélioration des méthodes de prévision de trafic sur le réseau des autoroutes et routes principales", Rapport d'Etude INRETS, nov. 1990

36 - CETUR, "Les études de prévision de trafic en milieu urbain", 1990

37 - WARDROP J.G., "Some Theretical Aspects of Road Traffic", Proceeding of the instituion of civil engineer, Part II, Vol. 1, No. 2, June 1952

38 - BECKMAN M.et al., "Studies in the economics of transportation", Yale University Press, New Haven, Conn (1956)

39 - FRANK M.and WOLFE P., "An algorithm of quadratic programming", Naval Res. Log. Quart. 3, pp95-110 (1956)

40 - EASH R.W., CHON K.S., LEE Y.J., and BOYCE D.E., "Equilibrium Traffic Assignment on an Aggregated Highway Network for Sketch planning", Transpn. Res. Rec. 944

41 - EASH R.W., JANSON B.N. and BOYCE D. E., "Equilibrium trip assigment : Advantages and implications for practice", Transpn. Res. Rec. 728

42 - LEBLANC Larry J., MORLOCK Edward K. and PIERSKALLA William P., "An efficient approach to solving the road network equilibrium traffic assignment problem", Transpn. Res. Vol. 9, pp.309-318, 1975

43 - HOROWITZ Alan J., "Extention of stochastic Multipath trip assignment to transit networks", Transpn. Res. Rec. 1108, pp66-72

44 - KROES E., HAMERSLAG R., "A Practical Dynamical Network Equilibrium Model With Elastic Demand", Paper no. 890788, 69th Annual Meeting, TRB, 1990

45 - CASCETTA Ennio, CANTARELLA Giulio Erberto, "A doubly dynamic assignment model", PTRC—17th Summer Annual Meeting, 1989

46 - MORELLET O., JULIEN H., "Le modèle MATISSE - Modèle d'analyse du transport international pour des scénarios de services en Europe", INRETS 1990

47 - SAHA Sunil K. and Fricker Jon D., "Traffic volume forecasting methods for rural states highways", Transpn. Res. Rec. 1203, 1988

48 - Cambridge systemetics, INC. "Travel model development projet" Phase 2, Final Report, Volume 1 : Summary Report, June 1980

49 - HIVERT L., "Modèles économétriques et système à base de connaissance", Thèse soutenue en Novembre 1989

50 - HOLMBERG K., Jörnsten K., "Exact methods for gravity trip-distribution models", Environment and Planning A, Vol. 21, pp.81-97, 1989

51 - WILLS Michael J., "A flexible Gravity - Opportunity model for trip distribution", Transpn. Res. -B Vol. 20B, No. 2, p.89-111, 1986

52 - EVANS Suzanne P., "A relationship between the gravity model for trip distribution and the transportation programming", Transpn. Res. Vol. 7, pp.39-61, 1973

53 - MAHER M.J., "The use of prior information in gravity model calibration", Traffic Engineering and Control, 1983

54 - GEVA Itzhak, HAUER Ezra, and LANDAU Uzi, "Maximum-Likehood and Boyesian methods for the Estimation of Origin-Destination flows", Transpn. Res. Rec. 944

55 - ALLEN William G., Jr., "Trip distribution using composite impedance", Transpn. Res. Rec. 944

56 - LOGIE Miles and HYND Al, "Trip matrix estimation from varied data sources", PTRC

57 - VAN GROL H.J.M. and BAKKER A.F., "Shorest path finding : from Algorithm to special purpose hardward", PTRC

58 - KURTH David L., "Small - Area Trip - Distribution Model", Transpn. Res. Rec. 728

59 - ASHTAKALA B., "Generalized power model for trip distribution", Transpn. Res. -B Vol. 21B, No. 1, pp.59-67, 1987

60 - TAMIN Ofyar Z. and WILLUMSEN Luis G., "Freight demand model estimation from traffic counts", PTRC-16th Summer Annual Meeting, September 1988

61 - DAY M.J.L. and HAWKINS A.F., "Patial matrices, empirical deterrence functions and ill-defined results", Traffic Engineering & Control, 1979

62 - ECHENIQUE Maria Luvia and WILLIAMS Ian N., "O-D Matrix production from cordon survey data", Traffic Engineering & Control, December 1982

63 - GUR Yehuda J., "Estimating Trip Tables from Traffic counts : comparative Evalation of Available Techniques", Transpn. Res. Rec. 944

64 - OH Jaehak, "Estimation of trip matrices in networks with equilibrium link flows", University college London, PTRC

65 - FISK Caroling, "Some development in equilibrium traffic assignment", Transpn. Res. -B Vol. 14B, pp.243-255, 1980

66 - FISK C.S. and BOYCE D.E., "A note on trip matrix estimation from link count data", Transpn. Res. Transpn. Res. -B, Vol. 17B, No. 3, pp.245-250, 1983

67 - ROSE Geoffrey, "Sensitivity of equilibrium assgnment predictions to uncertainty in link service function parameters", Australian Road Research 18(2), June 1988, pp.89-96

68 - ROSE Geoffrey, DASKIN M.S. and KOPPELMAN F. S., "An examination of convergence error in equilibrium traffic assignment models", Transpn. Res. -B Vol. 22B, No. 4, pp.261-274, 1988

69 - SAFWAT K. NABIL A. and WALTON C. M., "Computational experience with an application of a simultaneous transportation equilibrium model to urban travel in Austin, Texas", Transpn. Res. -B, Vol. 22B, No. 6, pp.457-467, 1988

70 - FLORIAN Micheal and NGUYEN Sang, "An application and validation of equilibrium trip assignment methods", Transpn. Sci., Vol. 10, No. 4, 1976

71 - DAGNANZO Carlos F., "On the traffic assignment problem with flow dependent costs", Transpn. Res. Vol. 11, pp.433-437, 1977

72 - TOMLIN J.A., "A mathematical programming model for the combined Distribution-Assignment of traffic", Transpn. Sci., 1971

73 - SAFWAT K. NABIL A., "Computational experience with a convergent Algorithm for the simultaneous prediction of transportation equilibrium", Transpn. Res. Rec. 1120

74 - CASCETTA Ennio and NGUYEN Sang, "A unified framwork for estimating or updating Origin/Destination Matrices from traffic counts", Transpn. Res. Rec. 1988

75 - MURCHLAND J.D., "Application, history and properties of Bi-and Multi-proportional Models", University College London, 1977

76 - GAUDRY Marc and LAMARRE Louis, "Estimating Origin-Destination Matrices from Traffic Counts : A simple linear Intercity model for Quebec", The Logistics and Transportation Review, Vol. 15, No. 5, 1978

77 - BELL M.G.H., "The estimation of Origin-Destination flows and their confidence intervals from measurements of link volumes : a computer program", Traffic Engineering & Control, 1982

78 - WALSH P.K. and GIBBERT R.W., "A probability analysis of some spatial interaction models", Transpn. Res. -B Vol. 17B, No. 3, pp.193-220, 1983

79 - GOMMERS Michel J.P.F. and BOVY Piet H.L., "Calibration of the stochastic multiple - Route assignment model", PTRC—14th Summer Annual Meeting, 1986

80 - DANECH-PAJOUH A.M., "Estimation des matrices Origin-Destination par les comptages et la théorie d'information", INRETS, 1986

81 - ASHTAKALA B. and MURTHY N., "Intraprovincial trip distribution model", Can. J. Civ. Eng. 13, pp.438-444, 1986

82 - ROBERTSON Dennis I., "Estimating Origin-Destination flows by simulating trip choice", Traffic Engineering + Control, July 1984

83 - HAN Anthony F. and SULLIAN Edward C., "Trip table synthesis for CBD Networks : Evaluation of the LINKOD Model", Transpn. Res. Rec. 944

84 - KOPPELMAN Frank S. and CHLI Chaushie, "Effect of sample size on disaggregate choice Model estimation and prediction", Transpn. Res. Rec. 944

85 - STOKES Robert W. and MORRIS Daniel E., "Application of an Algorithm for estimating freeway trip tables", Transpn. Res. Rec. 976

86 - VAN AERDE M. , YAGAR S., UGGE A., and CASE Ande R., "A review of Candidate freeway - Arterial corridor traffic models", Transpn. Res. Rec. 1132

87 - WHISTON P., BRISTOW N., "Matrix estimation from counts - as a supplement to convential modelling", PTRC—12th Summer Annual Meeting, 1984

88 - HARKER Patraick T., FRIZSE Terry L., "Prediction of intercity freight flows, I : Theory", Transpn. Res. -B Vol. 20B, No. 2, pp.139-153, 1986

89 - HARKER Patraick T., FRIZSE Terry L., "Prediction of intercity freight flows. II : Mathematical formulations", Transpn. Res. -B Vol. 20B, No. 2, pp.154-174, 1986

90 - SCOTT Allen J., "A model of Nodal entropy in a transportation network with congestion costs", University of Toronto, Canada, 1970

91 - COPLEY G., HYMAN G., "Distribution and mode choice modelling in London", PTRC 1988

92 - HALL M. D., VLIET V. and WILLUMSEN L. G. "SATURN—a simulation-assignment model for the evaluation of traffic management schemes", Traffic Engineering & Control.

93 - STARK David C., "Two stage traffic model validation", PTRC 1988

94 - MATTHEW L. James, "Accuracy evaluation tests for assignment models of large traffic networks", ITE Journal, January 1987

95 - KIRBY H.R., "New directions for interurban traffic models", Highways and transportation, July 1989

96 - MARCHE R., "Propriétés de la loi log-normale et application aux distributions statistiques des valeurs horaires du temps", Rapport d'expertise, INRETS, Mars 1991

97 - PAPON F., "Les réactions de la demande face au péage sont insuffisamment connues et méritent des études approfondies", Chapitre 5 de la thèse soutenue en septembre 1991

98 - MORELLET O., "Estimation des valeurs moyennes du temps des voyageurs à l'aide du modèle MATISSE", Note du 29 octobre 1991

99 - SETRA, "Les déplacements automobiles interurbains des ménages". Document de synthèse, Juin 1987

100 - SETRA, "Instruction relative aux méthodes d'évaluations des investissements routiers en rase campagne", 1986

101 - SETRA, "Préparation des données ARIANE 04"

102 - SETRA, "Temps de parcours des véhicules sur itinéraires interurbains", Note de synthèse, Septembre 1984

103 - CHEN Yu-Sen, "Reconstitution d'une matrice O-D du trafic interurbain par les comptages de circulation 1990", Rapport d'Etude, INRETS, 1992

104 - ARON Maurice, "GRECO — Génération des Routes Estimées par des Critères d'Optimisation", Rapport de MATISSE No. 5, INRETS, Mars 1989

105 - TAO Qian-Kan, "Operations Recherches", Presse de l'Université de Jiao-Tong à XiAn, 1987

106 - DIJKSTRA E.W., "A Note on Two Problems in Connexion with Graphs", Numerische Mathematik 1, pp269-271, 1959

107 - SETRA, "Trafic échangeur à échangeur", janvier 1992
108 - SUN, "Sun FORTRAN Programmer's Guide", 1987
109 - absoft, "FORTRAN 77 reference Manuel for Macintosh", 1987
110 - Gordan B. Davis, Thomas R. Hoffmann, "FORTRAN 77", 1990
111 - List Spa, "MacNix User's Manuel", 1988
112 - INGRES, "INGRES/SQL Reference Manuel", January 1990
113 - PHILIPP Jacques, " LE LANGAGE C", Presse de l'ENPC, 1990
114 - IBM, "IBM AIX XL FORTRAN Compiler/6000 Language Reference", April 1990
115 - MORELLET, "Etablissement d'une matrice de trafic de voitures particulières entre zones origine-destination fraiçaises", Octobre 1992
116 - NGUYEN S., "Estimating origin-destination matrices from observed flows", Proceedings of the first course on Transportation Planning Models, Italy, October 1982
117 - SPIESS Heinz, "A Maximum likelihood Model for Estimating Origin-Destination Matrices", Transpn. Res. -B Vol. 21B, No. 5, pp395-412, 1987
118 - BARBIER SAINT HILAIRE F., "DAVIS-PLUS EQUILINRE, Aide à la conception et à l'évoution des plans de circulation en zone urbaine", INRETS, Mai 1991
119 - BEN-AKIVA M. and LERMAN S.R., "Disaggregate Travel Demand and Mobility Choice Models and Measures of Accessibility", presented at the Third International Conference on Behavioral Demand Modeling, Australia, 1977
120 - NGUYEN S., "An Algorithm for the Traffic Assignment Problem", Transpn. Sci., 1974
121 - NGUYEN S., MORELLO E. and PALLOTTINO S., "Discrete Time Dynamic estimation Model for Passenger Orgin-Destination Matrices on Transit Networks", Transpn. Res. -B Vol. 22B, No. 4, pp.251-260, 1988
122 - CREMER M. and KELLER H., "A New Class of Dynamic Methods for the Identification of Origin-Destination Flows", Transpn. Res. -B Vol. 21B, No. 2, pp.117-132, 1987
123 - BEN-AKIVA Moshe, "Methodes to Combine Different Data Sources and Estimate Origin-Destination Matrices", Transportation and traffic Theory, Elsevier Science Publishing Co., Inc.
124 - ALFA A. S., "A Review of Models for the Temporal Distribution of Peak Traffic Demand", Transpn. Res. -B Vol. 20B, No. 6, pp.491-499, 1986

125 - MAHER M.J., "Inferences on Trip Matrices from Observations on Link Volumes: a Bayesian Statistical Approach", Transpn. Res. -B Vol. 17B, No. 6, pp.435-447, 1983

126 - BATTY M. and MACKIE S., "The calibration of gravity, entropy, and related models of spatial interaction", Environment and Planning, Vol. 4, pp.205-233, 1972

127 - SNICKARS F. and WEIBULL J. W., "A Minimum Information Principle — Theory and Practice", Regional Science and Urban Economics, pp.137-168, 1977

128 - BRENNINGER-GÖTHE M., JÖRNSTEN K. O., and LUNDGREN J. T., "Estimation of origin-destination matrices from traffic counts using multiobjective programming formulations", Transpn. Res. -B Vol. 23B, No. 4, pp.257-269, 1989

129 - BARNARD P. O. and BRINDLE R. E., "Traffic generation estimation - suggestions on new research directions", Australian Road Research Board

130 - DEBAILLE Susanne, "Un modèle de reconstitution de matrices origine-destination en milieu urbain", Rapport de recherche I.R.T. No. 27, 1977

131 - MOUNTAIN L. J. and WESTWELL P.M., "The accuracy of estimation of turning flows from automatic counts", Traffic Engineering & Control, 1983

132 - NORMAN M. and HOFFMANN N., "Non-iterative methods for generating a realistic turning flow matrix for a junction", Traffic Engineering & Control, 1979

133 - KRAFT J. and KRAFT A., "Mode choice characteristics as determinants of interurban transport demand", Transpn. Res. Vol. 10, pp.31-35, 1976

134 - SPIESS H. and FLORIAN M., "Optimal strategies: a new assignment model for transit networks", Transpn. Res. -B Vol. 23B, No. 2, pp.83-102, 1989

135 - GOLOB T. F. and WISSEN L. V., "A joint household travel distance generation and car ownership model", Transpn. Res. -B Vol. 23B, No. 6, pp.471-491, 1989

136 - GAUDRY M. J. and WILLS M. J., "Estimating the function form of travel demand models", Transpn. Res. Vol. 12, pp.257-289, 1978

137 - FISK C. S., "Trip matrix estimation from link traffic counts: the congested network case", Transpn. Res. -B Vol. 23B, No. 5, pp.331-336, 1989

138 - ERLANDER S., "Efficient population behavior and the simulatianeous choices of origins, destinations and routes", Linköping University, Sweden, 1989

139 - LAPORTE G., NOBERT Y. and DESROCHERS M., "Optimal Routing under Capacity and Distance Restrictions", Operations Research, Vol. 33, No. 5, October 1985

140 - ERLANDER S. and STEWART N. F, "Interactivity, accessibility and cost in trip distribution", Transpn. Res. Vol. 12, pp.291-293, 1978

141 - LARSSON T. and PATRIKSSON M., "Simplicial decompostion with disaggregate representation: an application to the traffic assignment problem", Linköping University, Sweden, 1989

142 - TARDIFF T. J., "A note on the goodness-of-fit statistics for probit and logit models", Transportation, pp.377-388, Elsevier Scientific Publishing Company, 1976

143 - BEN-AKIVA Moshe and BOLDUC Denis, "Multinomial probit with taste variation and autoregressive alternatives", 1990

144 - DESFORGES Odile, "Une méthode d'enquête origine-destination par photographie aérienne — Evaluation et comparaison avec une méthode au sol", Rapport de recherche I.R.T. No. 18, Septembre 1976

145 - FURNESS Kenneth P., "Time Function Iteration", Traffic Engineering & Control, Vol. 7, pp. 458-460, November 1965

146 - BEAUD Michel, "L'art de la thèse", Edition la Découverte, 1986

B - Classement en ordre alphabétique des auteurs[2]

ABRAHAM C., "La répartition du traffic entre itinéraires concurrents", Revue Générale des Routes et Aérodromes, No 357, Oct. 1961	33
absoft, "FORTRAN 77 reference Manuel for Macintosh", 1987	109
ALFA A. S., "A Review of Models for the Temporal Distribution of Peak Traffic Demand", Transpn. Res. -B Vol. 20B, No. 6, pp.491-499, 1986	124
ALLEN William G., Jr., "Trip distribution using composite impedance", Transpn. Res. Rec. 944	55
ARON Maurice, "GRECO — Génération des Routes Estimées par des Critères d'Optimisation", Rapport de MATISSE No. 5, INRETS, Mars 1989	104
ASHTAKALA B. and MURTHY N., "Intraprovincial trip distribution model", Can. J. Civ. Eng. 13, pp.438-444, 1986	81
ASHTAKALA B., "Generalized power model for trip distribution", Transpn. Res. -B Vol. 21B, No. 1, pp.59-67, 1987	59
BARBIER SAINT HILAIRE F., "DAVIS-PLUS EQUILINRE, Aide à la conception et à l'évoution des plans de circulation en zone urbaine", INRETS, Mai 1991	118
BARNARD P. O. , BRINDLE R. E., "A review and critique of current methods used to predict traffic generation with some accompanying suggestions on alternative approaches", Transp. Planning and Technology, Vol 11, pp.273-288, 1987	5

[2] Les articles sont cités par Auteur, Titre de l'oeuvre, Journal, Lieu : Editeur, Page et Année dans la première colonne et No. d'ordre dans la seconde.

BARNARD P. O. and BRINDLE R. E., "Traffic generation estimation - suggestions on new research directions", Australian Road Research Board	129
BATTY M. and MACKIE S., "The calibration of gravity, entropy, and related models of spatial interaction", Environment and Planning, Vol. 4, pp.205-233, 1972	126
BEAUD Michel, "L'art de la thèse", Edition la Découverte, 1986	146
BECKMAN M.et al., "Studies in the economics of transportation", Yale University Press, New Haven, Conn (1956)	38
BELL M.G.H., "The estimation of Origin-Destination flows and their confidence intervals from measurements of link volumes : a computer program", Traffic Engineering & Control, 1982	77
BELL M.G.H., "The estimation of Origin-Destination Matrix from Traffic Counts", Transpn. Sci. Vol. 17, No. 2, May 1983	21
BEN-AKIVA M. and LERMAN S.R., "Disaggregate Travel Demand and Mobility Choice Models and Measures of Accessibility", presented at the Third International Conference on Behavioral Demand Modeling, Australia, 1977	119
BEN-AKIVA Moshe and BOLDUC Denis, "Multinomial probit with taste variation and autoregressive alternatives", 1990	143
BEN-AKIVA Moshe, "Methodes to Combine Different Data Sources and Estimate Origin-Destination Matrices", Transportation and traffic Theory, Elsevier Science Publishing Co., Inc.	123
BRENNINGER-GÖTHE M., JÖRNSTEN K. O., and LUNDGREN J. T., "Estimation of origin-destination matrices from traffic counts using multiobjective programming formulations", Transpn. Res. -B Vol. 23B, No. 4, pp.257-269, 1989	128
BRESSON G., "Probabilités et Statistiques", Edition R. Atlani, 1986	9b
Cambridge systemetics, INC. "Travel model development projet" Phase 2, Final Report, Volume 1 : Summary Report, June 1980	48
CAREY Malachey, HENDRICKSON Chris and SIDDHARTHAN K., "A method for Direct Estimation of Origin-Destination Trip Matrices", Transpn. Sci. Vol. 15, No. 1, February 1981	25
CASCETTA Ennio and NGUYEN Sang, "A unified framwork for estimating or updating Origin/Destination Matrices from traffic counts", Transpn. Res. Rec. 1988	74
CASCETTA Ennio, "Estimation of trip matrices from traffic counts and survey data : a generalized least squares estimator", Transpn. Res. -B Vol. 18B, No. 4/5, pp.289-299, 1984	27
CASCETTA Ennio, CANTARELLA Giulio Erberto, "A doubly dynamic assignment model", PTRC—17th Summer Annual Meeting, 1989	45
CETUR, "Les études de prévision de trafic en milieu urbain", 1990	36
CHAO GARY S. and FRIESZ TERRY L., "Spatial price equilibium sensitivity analysis", Transpn. Res. pp423-440, 1985	34
CHEN Yu-Sen, "Analyse historique des déplacements en France", Mémoire du Mastère de l'ENPC, Décembre 1989	1c
CHEN Yu-Sen, "Application des micro-ordinateurs dans la collection et l'analyse des données de trafic", «Highway Technology» 1987, en chinois.	11b
CHEN Yu-Sen, "Reconstitution d'une matrice O-D du trafic interurbain par les comptages de circulation 1990", Rapport d'Etude, INRETS, 1992	103
COPLEY G., HYMAN G., "Distribution and mode choice modelling in London", PTRC 1988	91
CREDOC/SETRA, "Prévision à long terme du trafic automobile", Rapport d'étude, Mai 1989	1

CREMER M. and KELLER H., "A New Class of Dynamic Methods for the Identification of Origin-Destination Flows", Transpn. Res. -B Vol. 21B, No. 2, pp.117-132, 1987	122
DAGNANZO Carlos F., "On the traffic assignment problem with flow dependent costs", Transpn. Res. Vol. 11, pp.433-437, 1977	71
DANECH-PAJOUH A.M., "Estimation des matrices Origine-Destination par les comptages et la théorie d'information", INRETS, 1986	80
DAY M.J.L. and HAWKINS A.F., "Patial matrices, empirical deterrence functions and ill-defined results", Traffic Engineering & Control, 1979	61
DEBAILLE Susanne, "Un modèle de reconstitution de matrices origine-destination en milieu urbain", Rapport de recherche I.R.T. No. 27, 1977	130
DESFORGES Odile, "Une méthode d'enquête origine-destination par photographie aérienne — Evaluation et comparaison avec une méthode au sol", Rapport de recherche I.R.T. No. 18, Septembre 1976	144
DIJKSTRA E.W., "A Note on Two Problems in Connexion with Graphs", Numerische Mathematik 1, pp269-271, 1959	106
DOBIAS Georges, "Les transports interrégionaux de personnes", Presse de l'ENPC, 1989	1f
DONALD Kathie G. Mc and STOPHER Peter R., "Some contrary Indication for the use of Household structure in trip-generation analysis", Transpn. Res. Rec. 944, pp.92-100.	4
EASH R.W., CHON K.S., LEE Y.J., and BOYCE D.E., "Equilibrium Traffic Assignment on an Aggregated Highway Network for Sketch planning", Transpn. Res. Rec. 944	40
EASH R.W., JANSON B.N. and BOYCE D. E., "Equilibrium trip assigment : Advantages and implications for practice", Transpn. Res. Rec. 728	41
ECHENIQUE Maria Luvia and WILLIAMS Ian N., "O-D Matrix production from cordon survey data", Traffic Engineering & Control, December 1982	62
ERLANDER S. and STEWART N. F, "Interactivity, accessibility and cost in trip distribution", Transpn. Res. Vol. 12, pp.291-293, 1978	140
ERLANDER S., "Efficient population behavior and the simulatianeous choices of origins, destinations and routes", Linköping University, Sweden, 1989	138
EVANS Andrew W., "The calibration of trip distribution models with exponential or similar cost fonctions", Transpn. Res. Vol. 5, pp.15-38, 1971	15
EVANS Suzanne P. and KIRBY Howard R., "A three dimensional furness procedure for calibrating gravity models", Transpn. Res. Vol. 8, pp.105-122, 1971	13
EVANS Suzanne P., "A relationship between the gravity model for trip distribution and the transportation programming", Transpn. Res. Vol. 7, pp.39-61, 1973	52
EVANS Suzanne P., "Derivation and Analysis of some models for combining trip distribution and assignment", Transpn. Res. Vol. 10, pp.37-57, 1976	17
FARGIER, "Ingénièrie du trafic routier", Cours ENPC, 1989	10
FISK C. S., "Trip matrix estimation from link traffic counts: the congested network case", Transpn. Res. -B Vol. 23B, No. 5, pp.331-336, 1989	137
FISK C.S. and BOYCE D.E., "A note on trip matrix estimation from link count data", Transpn. Res. Transpn. Res. -B, Vol. 17B, No. 3, pp.245-250, 1983	66
FISK Caroling, "Some development in equilibrium traffic assignment", Transpn. Res. -B Vol. 14B, pp.243-255, 1980	65
FLORIAN Micheal and NGUYEN Sang, "An application and validation of equilibrium trip assignment methods", Transpn. Sci., Vol. 10, No. 4, 1976	70

FRANK M.and WOLFE P., "An algorithm of quadratic programming", Naval Res. Log. Quart. 3, pp95-110 (1956)	39
FURNESS Kenneth P., "Time Function Iteration", Traffic Engineering & Control, Vol. 7, pp. 458-460, November 1965	145
GAUDRY M. J. and WILLS M. J., "Estimating the function form of travel demand models", Transpn. Res. Vol. 12, pp.257-289, 1978	136
GAUDRY Marc and LAMARRE Louis, "Estimating Origin-Destination Matrices from Traffic Counts : A simple linear Intercity model for Quebec", The Logistics and Transportation Review, Vol. 15, No. 5, 1978	76
GERAUD Patrice, "Les modèles de demande en transport interurbain de voyageurs", Note d'information IRT No. 10, Juin 1977	1a
GEVA Itzhak, HAUER Ezra, and LANDAU Uzi, "Maximum-Likehood and Boyesian methods for the Estimation of Origin-Destination flows", Transpn. Res. Rec. 944	54
GOLOB T. F. and WISSEN L. V., "A joint household travel distance generation and car ownership model", Transpn. Res. -B Vol. 23B, No. 6, pp.471-491, 1989	135
GOMMERS Michel J.P.F. and BOVY Piet H.L., "Calibration of the stochastic multiple - Route assignment model", PTRC—14th Summer Annual Meeting, 1986	79
Gordan B. Davis, Thomas R. Hoffmann, "FORTRAN 77", 1990	110
GUR Yehuda J., "Estimating Trip Tables from Traffic counts : comparative Evalation of Available Techniques", Transpn. Res. Rec. 944	63
HALL M. D., VLIET V. and WILLUMSEN L. G. "SATURN—a simulation-assignment model for the evaluation of traffic management schemes", Traffic Engineering & Control.	92
HAMERSLAG Rudi and IMMERS Ben H., "Estimation of trip matrices : Shortcomings and possibilities for improvement", Transpn. Res. Rec. 1203	20
HAN Anthony F. and SULLIAN Edward C., "Trip table synthesis for CBD Networks : Evaluation of the LINKOD Model", Transpn. Res. Rec. 944	83
HARKER Patraick T., FRIZSE Terry L., "Prediction of intercity freight flows, I : Theory", Transpn. Res. -B Vol. 20B, No. 2, pp.139-153, 1986	88
HARKER Patraick T., FRIZSE Terry L., "Prediction of intercity freight flows. II : Mathematical formulations", Transpn. Res. -B Vol. 20B, No. 2, pp.154-174, 1986	89
HENDRICKSON Chris and McNEIL Sue, "Estimation of Origin-Destination Matrices with constrained regression", Transpn. Res. Rec. 976	26
HIVERT L., "Modèles économétriques et système à base de connaissance", Thèse soutenue en Novembre 1989	49
HOLMBERG K., Jörnsten K., "Exact methods for gravity trip-distribution models", Environment and Planning A, Vol. 21, pp.81-97, 1989	50
HOROWITZ Alan J., "Extention of stochastic Multipath trip assignment to transit networks", Transpn. Res. Rec. 1108, pp66-72	43
IBM, "IBM AIX XL FORTRAN Compiler/6000 Language Reference", April 1990	114
INGRES, "INGRES/SQL Reference Manuel", January 1990	112
INRETS, "Un milliard de déplacements par mois en région", Rapport INRETS No. 107	1e
KIRBY H.R., "New directions for interurban traffic models", Highways and transportation, July 1989	95
KIRBY Howard R., "Theoretical requirements for calibrating gravity models", Transpn. Res. Vol. 8, pp.97-104, 1974	12

KOPPELMAN Frank S. and CHLI Chaushie, "Effect of sample size on disaggregate choice Model estimation and prediction", Transpn. Res. Rec. 944	84
KRAFT J. and KRAFT A., "Mode choice characteristics as determinants of interurban transport demand", Transpn. Res. Vol. 10, pp.31-35, 1976	133
KROES E., HAMERSLAG R., "A Practical Dynamical Network Equilibrium Model With Elastic Demand", Paper no. 890788, 69th Annual Meeting, TRB, 1990	44
KURTH David L., "Small - Area Trip - Distribution Model", Transpn. Res. Rec. 728	58
LAM William H.K., LO H.P., "Accuracy of O-D estimates from traffic counts", Traffic Engineering & Control, June 1990	22
LAPORTE G., NOBERT Y. and DESROCHERS M., "Optimal Routing under Capacity and Distance Restrictions", Operations Research, Vol. 33, No. 5, October 1985	139
LARSSON T. and PATRIKSSON M., "Simplicial decompostion with disaggregate representation: an application to the traffic assignment problem", Linköping University, Sweden, 1989	141
LEBEUF R. and SYEWARD N.F. , "Interval constraints for the treatment of the partial data problem in gravity model calibration", Transpn. Res. -B Vol. 16B, No. 3, pp.245-250, 1982	14
LEBLANC Larry J., MORLOCK Edward K. and PIERSKALLA William P., "An efficient approach to solving the road network equilibrium traffic assignment problem", Transpn. Res. Vol. 9, pp.309-318, 1975	42
List Spa, "MacNix User's Manuel", 1988	111
LOGIE Miles and HYND Al, "Trip matrix estimation from varied data sources", PTRC	56
MADRE Jean-Loup, "Projection du trafic automobile sur les routes nationales et les autoroutes françaises", INRETS, 1990	1d
MAHER M.J., "Inferences on Trip Matrices from Observations on Link Volumes: a Bayesian Statistical Approach", Transpn. Res. -B Vol. 17B, No. 6, pp.435-447, 1983	125
MAHER M.J., "The use of prior information in gravity model calibration", Traffic Engineering and Control, 1983	53
MARCHE R., "Propriétés de la loi log-normale et application aux distributions statistiques des valeurs horaires du temps", Rapport d'expertise, INRETS, Mars 1991	96
MATSOUKIS E.C. and MICHALOPOULOS P.C., "Road traffic assignment - a review, Part II : Equilibrium methods", Transpn. Planning and Technology, Vol. 11, pp.117-135, 1986	16
MATTHEW L. James, "Accuracy evaluation tests for assignment models of large traffic networks", ITE Journal, January 1987	94
MORELLET O. et al., "Un modèle de choix des usagers entre itinéraires concurrents", SETRA, 1980	32
MORELLET O., "Amélioration des méthodes de prévision de trafic sur le réseau des autoroutes et routes principales", Rapport d'Etude INRETS, nov. 1990	35
MORELLET O., "Estimation des valeurs moyennes du temps des voyageurs à l'aide du modèle MATISSE", Note du 29 octobre 1991	98
MORELLET O., JULIEN H., "Le modèle MATISSE - Modèle d'analyse du transport international pour des scénarios de services en Europe", INRETS 1990	46
MORELLET Olivier, "La modélisation de la demande de trafic de voitures particulières en milieu interurbain", Table ronde 58, CEMT, Déc. 1980	1b

MORELLET, "Etablissement d'une matrice de trafic de voitures particulières entre zones origine-destination fraiçaises", Octobre 1992	115
MOUNTAIN L. J. and WESTWELL P.M., "The accuracy of estimation of turning flows from automatic counts", Traffic Engineering & Control, 1983	131
MURCHLAND J.D., "Application, history and properties of Bi-and Multi-proportional Models", University College London, 1977	75
NGUYEN S., "An Algorithm for the Traffic Assignment Problem", Transpn. Sci., 1974	120
NGUYEN S., "Estimating origin-destination matrices from observed flows", Proceedings of the first course on Transportation Planning Models, Italy, October 1982	116
NGUYEN S., MORELLO E. and PALLOTTINO S., "Discrete Time Dynamic estimation Model for Passenger Orgin-Destination Matrices on Transit Networks", Transpn. Res. -B Vol. 22B, No. 4, pp.251-260, 1988	121
NIHAN Nancy L. and DAVIS Gary A., "Recussive estimation of Origin-Destination Matrice from Imput/Output counts", Transpn. Res. -B Vol. 21B,No. 2, pp.149-163, 1987	31
NORMAN M. and HOFFMANN N., "Non-iterative methods for generating a realistic turning flow matrix for a junction", Traffic Engineering & Control, 1979	132
OH Jaehak, "Estimation of trip matrices in networks with equilibrium link flows", University college London, PTRC	64
OHTA Katsutoshi and HARATA Noboru, "Some attempts toward improved traffic forecasting procedures for Japanese expressway", PTRC 1988	8
PAPON F., "Les réactions de la demande face au péage sont insuffisamment connues et méritent des études approfondies", Chapitre 5 de la thèse soutenue en septembre 1991	97
PHILIPP Jacques, " LE LANGAGE C", Presse de l'ENPC, 1990	113
QUINET Emile, "La demande de transport", Presses de l'ENPC, 1982	7
ROBERTSON Dennis I., "Estimating Origin-Destination flows by simulating trip choice", Traffic Engineering + Control, July 1984	82
Robillard Pierre, "Estimating the O-D Matrix from observed link volumes", Transpn Res. Vol.9, pp123-128, 1975	24
ROSE Geoffrey, "Sensitivity of equilibrium assgnment predictions to uncertainty in link service function parameters", Australian Road Research 18(2), June 1988, pp.89-96	67
ROSE Geoffrey, DASKIN M.S. and KOPPELMAN F. S., "An examination of convergence error in equilibrium traffic assignment models", Transpn. Res. -B Vol. 22B, No. 4, pp.261-274, 1988	68
SAFWAT K. NABIL A. and WALTON C. M., "Computational experience with an application of a simultaneous transportation equilibrium model to urban travel in Austin, Texas", Transpn. Res. -B, Vol. 22B, No. 6, pp.457-467, 1988	69
SAFWAT K. NABIL A., "Computational experience with a convergent Algorithm for the simultaneous prediction of transportation equilibrium", Transpn. Res. Rec. 1120	73
SAFWAT K. NABIL A., MAGNANTI Thomas L., "A combined trip generation, trip Distribution, modal split, and trip assignment model", Transpn. Sci., Vol. 18, No. 1, February 1988	29
SAHA Sunil K. and Fricker Jon D., "Traffic volume forecasting methods for rural states highways", Transpn. Res. Rec. 1203, 1988	47
SCHULTZ Gordon W., "Development of a travel-demand model set for the new orleans region", Transpn. Res. Rec. 944, pp.128-134.	3

SCOTT Allen J., "A model of Nodal entropy in a transportation network with congestion costs", University of Toronto, Canada, 1970	90
SETRA, "Guide des études de trafic interurbain - Guide méthodologique", Mai 1992	11
SETRA, "Instruction relative aux méthodes d'évaluations des investissements routiers en rase campagne", 1986	100
SETRA, "Les déplacements automobiles interurbains des ménages". Document de synthèse, Juin 1987	99
SETRA, "Préparation des données ARIANE 04"	101
SETRA, "Temps de parcours des véhicules sur itinéraires interurbains", Note de synthèse, Septembre 1984	102
SETRA, "Trafic échangeur à échangeur", janvier 1992	107
SNICKARS F. and WEIBULL J. W., "A Minimum Information Principle — Theory and Practice", Regional Science and Urban Economics, pp.137-168, 1977	127
SPIESS H. and FLORIAN M., "Optimal strategies: a new assignment model for transit networks", Transpn. Res. -B Vol. 23B, No. 2, pp.83-102, 1989	134
SPIESS Heinz, "A Maximum likelihood Model for Estimating Origin-Destination Matrices", Transpn. Res. -B Vol. 21B, No. 5, pp395-412, 1987	117
STARK David C., "Estimating trip matrices from traffic counts", PTRC	23
STARK David C., "Two stage traffic model validation", PTRC 1988	93
STOKES Robert W. and MORRIS Daniel E., "Application of an Algorithm for estimating freeway trip tables", Transpn. Res. Rec. 976	85
STOPHER Peter R. and DONALD Kathie G. Mc , "Trip generation by cross-classification : an alternative methodology", Transpn. Res. Rec. 944, pp.84-91.	2
SUN, "Sun FORTRAN Programmer's Guide", 1987	108
SUPERNAK Janus, TALVITIE Antti, and DEJOHN Anthony, "Person - Category Trip - Generation Model", Transpn. Res. Rec. 944	6
TAMIN Ofyar Z. and WILLUMSEN Luis G., "Freight demand model estimation from traffic counts", PTRC-16th Summer Annual Meeting, September 1988	60
TAO Qian-Kan, "Operations Recherches", Presse de l'Université de Jiao-Tong à XiAn, 1987	105
TARDIFF T. J., "A note on the goodness-of-fit statistics for probit and logit models", Transportation, pp.377-388, Elsevier Scientific Publishing Company, 1976	142
TOMLIN J.A., "A mathematical programming model for the combined Distribution-Assignment of traffic", Transpn. Sci., 1971	72
VAN AERDE M. , YAGAR S., UGGE A., and CASE Ande R., "A review of Candidate freeway - Arterial corridor traffic models", Transpn. Res. Rec. 1132	86
VAN DEN BROECKE Anton A.J., "Long terme forecasting of car ownership with the cohort processing model", PTRC 1988	9
VAN GROL H.J.M. and BAKKER A.F., "Shorest path finding : from Algorithm to special purpose hardward", PTRC	57
VAN ZUYLEN H.J., "A method to estimate a trip matrix from traffic volume counts", PTRC Summer Annual Meeting, University of Warwick, july 1978	19
VAUGHAN Rodney, "Equity solutions for trip distribution", Traffic Engineering + Control, January 1985	30
WALSH P.K. and GIBBERT R.W., "A probability analysis of some spatial interaction models", Transpn. Res. -B Vol. 17B, No. 3, pp.193-220, 1983	78

WANSBEEK T.J., "Least squares estimation of trip distribution parameters : A note", Transpn. Res. Vol. 11, pp.429-431, 1977	28
WARDROP J.G., "Some Theretical Aspects of Road Traffic", Proceeding of the instituion of civil engineer, Part II, Vol. 1, No. 2, June 1952	37
WHISTON P., Bristow N., "Matrix estimation from counts - as a supplement to convential modelling", PTRC—12th Summer Annual Meeting, 1984	87
WILLS Michael J., "A flexible Gravity - Opportunity model for trip distribution", Transpn. Res. -B Vol. 20B, No. 2, p.89-111, 1986	51
WILLUMSEN L.G., "Estimation of an O-D Matrix from Traffic Counts - a Review", University of Leeds, August 1978	18b
WILSON A.G., "A statistical theory of spatial distribution models", Transpn. Res. Vol. 1, pp.253-269, 1967	18

C - Classement en matière des méthodes[3]

C.1 Génération

01. variables socio-économiques	1, 3-9, 47, 129
02. classification croissée	2
03. méthodes désagrégées	5, 7, 48-49, 133
04. résultat d'enquête	11, 144

C.2 Distribution

01. régression linéaire	14-28, 81, 122-123, 136
02. modèle gravitaire	8, 10-15, 50-62, 145
03. technique de prédiction récurrente d'erreur	31
04. probabiliste	18, 29, 78, 82, 124-125
05. equity (équité)	30
06. interaction affectation et distribution	29, 40-42, 63-73, 126, 138
07. enquêtes	11, 11b, 144

C.3 Affectation

01. équilibre	16, 34, 37, 38-42, 120, 137
02. stochastique	43, 94, 141-143
03. potentiel	32, 33, 35
04. dynamique	35, 44-46, 121
05. simulation	103

[3] Les articles sont cités par leurs numéros d'ordre d'apparition.

C.4 Reconstitution d'une matrice O-D

01. maximum de vraisemblance	74-80, 117
02. entropie	18-23, 18b, 127-128
03. modèle gravitaire	130-132
04. système de transport	103

D - Petites statistiques sur la thèse

Matière	**Nombre**
Tomes	3
Caractères	994216
Mots	163842
Lignes	21293
Paragraphes	17231
Tables	48
Figures	23
Fichiers	8
Graphiques	7
Ouvrages cités	155

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION GENERALE 1

1 - Besoins de modélisations et de réflexions 2
2 - Connaissance nécessaire sur une matrice o-d du trafic 3
3 - Plan de la thèse 4

PREMIERE PARTIE : RECHERCHE D'UNE METHODOLOGIE POUR LA RECONSTITUTION D'UNE MATRICE ORIGINE-DESTINATION 7

1 - Différentes approches de modélisation de la demande 7
2 - Vue générale des modèles récents de génération-distribution-affectation 8

Chapitre 1 - Synthèse sur les modélisations de génération du trafic interurbain 11
1.1 - Méthode des facteurs socio-économiques 11
1.2 - Méthode de classification croisée 12
1.3 - Méthode désagrégée 13
1.4 - Méthode de résultats d'enquête 15

Chapitre 2 - Synthèse sur les modélisations de distribution du trafic interurbain 17
2.1 - Modèle gravitaire 24
2.2 - Approche par l'interaction de distribution-affectation 26
2.3 - Approche par l'entropie et par la théorie de l'information 29
2.4 - Méthode du maximum de vraisemblance 34
2.5 - Approche par la régression linéaire 35
2.6 - Modèle probabiliste 36
2.7 - Méthode d'équité ("equity method") 39
2.8 - Technique de prédiction récurrente d'erreur 39
2.9 - Comparaison des méthodes existantes de distribution 40

Chapitre 3 - Synthèse sur les modélisations d'affectation du trafic interurbain 43
3.1 - Approche par l'équilibre 44
3.1.1 - Affectation d'équilibre avec des demandes fixes 44
3.1.2 - Affectation d'équilibre avec des demandes élastiques 47
3.2 - Modèles stochastiques 48
3.2.1 - Affectation par tout-ou-rien 48
3.2.2 - Modèles stochastiques 48
3.3 - Méthode des potentiels 49
3.4 - Modèles dynamiques 50
3.5 - Comparaison des méthodes existantes d'affectation 51

Chapitre 4 - Reconstitution d'une matrice O-D par les comptages et la simulation de circulation 55
4.1 - Quelle méthode ? méthode pratique ou méthode théorique ? 55
4.2 - Quelles données ? résultats d'enquêtes ou comptages ? 57

DEUXIEME PARTIE : DEVELOPPEMENT D'UN NOUVEAU MODELE POUR LA RECONSTITUTION D'UNE MATRICE ORIGINE-DESTINATION 59

Introduction 59

Chapitre 5 - Raisonnement sur les approches de la reconstitution 61
5.1 - Equations fondamentales 61
5.2 - Méthodes existantes pour résoudre le problème 61
5.3 - Nouvelles approches 63
5.4 - Principes de la modélisation 66
5.4.1 - Une relation explicative entre le trafic et les caractéristiques socio-économiques des zones étudiées. 66

5.4.2 - La désagrégation des différents profils des voyageurs 66
5.4.3 - Une description de l'offre en fonction de la demande 67
5.4.4 - La traduction de la relation entre l'offre et la demande 67
5.4.5 - La simulation de l'écoulement du trafic 67
5.4.6 - Le calibrage autonome des modèles 67
5.5 - Fonction objectif 68
5.6 - Faisabilités des principes 69
5.6.1 - Initialisation du trafic 69
5.6.2 - Désagrégation des déplacements 70
5.6.3 - Etablissement du réseau 71
5.6.4 - Calcul des coûts généralisés 72
5.6.5 - Recherche des plus courts chemins 72
5.6.6 - Simulation de l'écoulement du trafic 74
5.6.7 - Reconstitution du trafic 74

Chapitre 6 - Réalisation du modèle 75
6.1 - Développement de la fonction objectif 75
6.2 - Enchaînement du modèle 82
6.3 - Réalisation des sous-modèles 85
6.3.1 - Traitement des données et établissement du réseau — DONNE 86
6.3.2 - Modèle de génération du trafic — MOGET 88
6.3.3 - Modèle de distribution du trafic — MODIT 89
6.3.4 - Désagrégation de déplacements — DESAG 89
6.3.5 - Tirage aléatoire des segments de déplacements — ALEAT 94
6.3.6 - Calcul des coûts généralisés — COUTS 95
6.3.7 - Modèle de recherche des plus courts chemins — MOREC 95
6.3.8 - Modèle d'affectationdu trafic — MODAT 97
6.3.9 - Temps de parcours et consommation de carburant — TEDEP 101
6.3.10 - Modèle de déformer matrice o-d par les comptages — MODEM 102

TROISIEME PARTIE : APPLICATION DU MODELE SUR LE RESEAU ROUTIER FRANÇAIS 105

Introduction 105

Chapitre 7 - Application du modèle sur le réseau routier français 107
7.1 - Préparation et traitement des données 107
7.1.1 - Traitement des données disponibles sur les trafics o-d 107
7.1.2 - Caractéristiques de déplacements interurbains 124
7.1.3 - Etablissement du réseau 124
7.1.4 - Définition du zonage et des centroïdes 127
7.2 - Fonctionnement du programme REMODE 130
7.3 - Interprétation des résultats 134
7.3.1 - Ajustements sur les coûts généralisés 135
7.3.2 - Contrôles intermédiaires des résultats 139
7.3.2.1 - Vérification des données et du réseau 139
7.3.2.2 - Information sur les segments de déplacements 141
7.3.2.3 - Contrôle des plus courts chemins 142
7.3.2.4 - Contrôles des affectations 146
7.3.3 - Interprétation des résultats finaux 150
7.3.3.1 - Calcul sur le zonage de 40*40 151
7.3.3.2 - Calcul sur le zonage de 91*91 157
7.3.3.3 - Calcul sur le zonage de 21*21 163
7.3.3.4 - Calcul sur une seule zone 166
7.3.3.5 - Les principaux résultats 168

Chapitre 8 - Test de sensibilités du modèle et des comptages sur le réseau routier français 171
8.1 - Test de sensibilités du modèle 171
8.1.1 - Sensibilités des priorités de calcul et du nombre de compteurs 171
8.1.2 - Sensibilité des précision souhaitée des résultats et du nombre de segments 172
8.1.3 - Sensibilité des valeurs du temps sous différentes priorités de calcul 173
8.1.4 - Sensibilité d'une matrice o-d a priori 176

8.2 - Test de sensibilités des comptages 177
8.2.1 - L'effet d'ajout et de suppression des compteurs sur résultats 177
8.2.2 - Le rapport entre les comptages reconstitués et les comptages mesurés 178
8.2.3 - Répartition des compteurs sur réseau 192
8.2.4 - Contrôle de comptage d'un compteur 200
8.3 - Conclusion sur les sensibilités du modèle et des comptages 201

CONCLUSION GENERALE 203

Références bibliographiques 207
Table des matières 225
Liste des principaux tables, figures et graphiques 229
Lexique des principaux termes utilisés 233
Matériels et logiciels utilisés 235

ENGLISH SUMMARY 237

TOME ANNEXE 1 — Principaux résultats 241
TA11 - Les principales matrices O-D 241
TA12 - Les listings d'un calcul dans le zonage de 40*40 (v107a08) 273
TA13 - Les principaux articles publiés 347

TOME ANNEXE 2 — Programme REMODE 411
TA21 - Présentation du programme REMODE 411
TA22 - Listing des fichiers entrées (input) pour REMODE 417
TA23 - Listing des fichiers sorties (output) pour REMODE 451
TA24 - Listing du programme REMODE 481
Table des matières 579

LISTE DES PRINCIPAUX TABLES, FIGURES ET GRAPHIQUES

INTRODUCTION GENERALE 1

1 - Besoins de modélisations et de réflexions 2
2 - Connaissance nécessaire sur une matrice o-d du trafic 3
3 - Plan de la thèse 4

PREMIERE PARTIE : RECHERCHE D'UNE METHODOLOGIE POUR LA RECONSTITUTION D'UNE MATRICE ORIGINE-DESTINATION 7

1 - Différentes approches de modélisation de la demande 7
2 - Vue générale des modèles récents de génération-distribution-affectation 8
Chapitre 1 - Synthèse sur les modélisations de génération du trafic interurbain 11
Chapitre 2 - Synthèse sur les modélisations de distribution du trafic interurbain 17
Table 1a - Synthèse des différents recueils de données 23
Figure 1 - Algorithme du Modèle Gravitaire 25

Chapitre 3 - Synthèse sur les modélisations d'affectation du trafic interurbain 43
Chapitre 4 - Reconstitution d'une matrice O-D par les comptages et la simulation de circulation 55

DEUXIEME PARTIE : DEVELOPPEMENT D'UN NOUVEAU MODELE POUR LA RECONSTITUTION D'UNE MATRICE ORIGINE-DESTINATION 59

Introduction 59
Chapitre 5 - Raisonnement sur les approches de la reconstitution 61
Figure 2 - Représentation de l'équation fondamentale 61
Table 1b - Composition de déplacements interurbains 71
Figure 3 - Diagramme simplifié de l'algorithme de DIJKSTRA 73

Chapitre 6 - Réalisation du modèle 75
Figure 4 - Diagramme du modèle REMODE 84
Figure 5 - Composition du trafic de segment Sn sur la route kl 88
Figure 6 - Graphiques des lois normale et log-normale 92
Figure 6bis - Distribution log-normale de la valeur du temps (m=60, s=0,8) 94
Figure 7 - Algorithme de DIJKSTRA 98
Figure 8bis - Chemins du moindre coût généralisé 100
Figure 8 - Simulation de l'écoulement du trafic 101

TROISIEME PARTIE : APPLICATION DU MODELE SUR LE RESEAU ROUTIER FRANÇAIS 105

Introduction 105
Chapitre 7 - Application du modèle sur le réseau routier français 107
Figure 9 - Zonage des 21 régions en France 109
Table 1c - Matrice O-D régionale partielle SETRA 112
Table 2 - Matrice O-D régionale redressée partielle OEST 113
Table 3 - Comparaison de la matrice O-D SETRA à celle OEST 114
Table 4 - Longueurs et temps de parcours interrégionaux 115
Table 5 - Caractéristiques socio-économiques dans les 21 régions 116
Table 6 - Matrice O-D régionale redressée complète 117
Figure 10 - Zonage 40*40 en France 118
Table 7 - Caractéristiques socio-économiques des 40 zones 119
Table 7bis - Longueurs et temps de parcours entre 40 zones 120
Table 8 - Matrice O-D des 40 zones redressée complète 122
Table 1d - Caractéristiques de déplacements interurbains 124
Figure 11 - Coordonnées à partir des cartes IGN 1/5000 125
Table 9 - Relation des coordonnées MICHELIN et IGN 128

Graphique 1 - Réseau routier français en 1990 129
Fichier 1 - Fichier pilote du programme REMODE 133
Table 10 - Malus et capacités des routes 136
Table 11 - Dépense monétaire sur différentes routes 137
Figure 12 - Ajustement des malus selon les valeurs du temps 138
Table 12 - Comparaison des indicateurs du trafic sur route et autoroute 139
Fichier 2 - Vérification des données 140
Fichier 3 - Désagrégation de déplacements 141
Fichier 4 - Résultats du module -- MOREC 142
Table 13 - Répartition du trafic sur les différents itinéraires (avant MOD reconstituée) 146
Table 14 - Répartition du trafic sur les différents itinéraires (après MOD reconstituée) 147
Graphique 2 - Répartition du trafic sur les itinéraires concurrents 148
Graphique 2bis - Les principaux itinéraires concurrents entre Paris-Lyon et Paris-Strasbourg 149
Table 15 - Le trafic total de transit calculé par REMODE 151
Table 16 - Comparaison des matrices de REMODE 90 et de l'Enquête 81-82 153
Figure 13 - Comparaison des matrices o-d de REMODE et de l'Enquête 81-82 153
Table 17 - Comparaison des trafics inter-zones pour les différentes matrices 154
Table 18 - Le pourcentage de compteurs réconciliés sous différentes hypothèses 155
Table 18bis - Les principaux résultats pour les compteurs en un sens 156
Table 18ter - Caractéristiques socio-économiques des 95 départements 158
Figure 14 - Zonage départemental (91*91) en France 160
Fichier 5 - Relation entre le zonage 40*40 et le zonage départemental 161
Table 16bis - Comparaison des matrices de l'Enquête 81-82, REMODE et MATISSE 163
Fichier 6 - Relation entre le zonage régional et le zonage départemental 164
Table 24 - Le trafic total (taux réconcilié des compteurs en %) calculé par REMODE 165
Table 25 - Comparaison des trafics inter-zones pour les différentes matrices 40*40 166
Table 26 - Comparaison des trafics totaux émis ou reçus des zones (zonage 40*40) 167

Chapitre 8 - Test de sensibilités du modèle et des comptages sur le réseau routier français 171
Table 27 - Trafic total relatif (et taux réconcilié relatif des comptages) en fonction du nombre de compteurs supprimés 171
Table 28 - Trafic total (et trafic total relatif) en fonction de précision souhaitée et de nombre de segments 173
Table 29 - Trafic total (et trafic total relatif) en fonction de valeurs du temps 174
Figure 15bis - Distribution du trafic selon les tranches de distance 175
Table 30 - Trafic total (trafic total relatif) en fonction de partage de motifs 175
Table 31 - Trafic total (et trafic total relatif) en fonction de la présence d'une matrice o-d a priori 176
Table 32 - Rapport entre les comptages reconstitués et les comptages mesurés (Moyenne, Ecart-type) 178
Fichier 7 - Rapport entre les comptages reconstitués et les comptages mesurés 178
Figure 15 - Présentation graphique du rapport entre les comptages reconstitués et les comptages mesurés 192
Table 36 - Fréquence d'utilisation d'un compteur sur réseau 193
Figure 16 - Répartition des compteurs selon les routes dans le zonage de 21*21 194
Figure 17 - Répartition des compteurs selon les routes dans le zonage de 40*40 194
Figure 18 - Répartition des compteurs selon les routes dans le zonage de 91*91 195
Table 33 - Répartition des compteurs selon les routes dans le zonage de 21*21 195
Table 34 - Répartition des compteurs selon les routes dans le zonage de 40*40 196
Table 35 - Répartition des compteurs selon les routes dans le zonage de 91*91 197
Table 37 - Nombre de compteur sur chaque O-D 199
Fichier 8 - Relations O-D sans compteurs dans le zonage de 91*91 199
Figure 19 - Relation entre deux compteurs 200
Figure 20 - Relation entre plusieurs compteurs 201

CONCLUSION GENERALE 203

Références bibliographiques 207
Table des matières 225
Liste des principaux tables, figures et graphiques 229
Lexique des principaux termes utilisés 233
Matériels et logiciels utilisés 235

ENGLISH SUMMARY 237

TOME ANNEXE 1 — Principaux résultats 241
TA11 - Les principales matrices O-D 241
TA11.01 - Table 19 - Matrice O-D des 40 zones calculée par REMODE (lapr =0) 242
TA11.02 - Table 19bis - Matrice O-D des 40 zones redistribuée gravitaire (lapr =0) 244
TA11.03 - Table 20 - Matrice O-D des 40 zones calculée par REMODE (lapr =2) 246
TA11.04 - Table 21 - Matrice O-D des 40 zones calculée sur le zonage de 91*91 (lapr =0) 248
TA11.05 - Table 22 - Matrice O-D des 91 zones calculée par REMODE (lapr =0) 250
TA11.06 - Table 22bis - Matrice O-D des 91 zones redistribuée gravitaire (lapr =0) 258
TA11.07 - Table 23 - Matrice O-D des 21 zones calculée sur le zonage de 91*91 (lapr =0) 266
TA11.08 - Table 23bis - Matrice O-D des 21 zones calculée par REMODE (lapr =0) 267
TA11.09 - Table 23ter - Matrice O-D des 21 zones redistribuée gravitaire (lapr =0) 268
TA11.10 - Graphique 3 - Les comptages réels du recensement de circulation 1990 269
TA11.11 - Graphique 4 - Les comptages reconstitués par REMODE 270
TA11.12 - Graphique 5 - Les comptages réels entre Paris et Nantes 271
TA11.13 - Graphique 6 - Les comptages reconstitués entre Paris et Nantes 272
TA12 - Les listings d'un calcul dans le zonage de 40*40 (v107a08) 273
TA12.01 - Listing du fichier d'affichage sur l'écran ("ecrem107a08") 273
TA12.02 - Listing du fichier des résultats ("resurem107a08") 275
TA12.03 - Listing du fichier des processus intermédiaires ("inter107a08") 300
TA13 - Les principaux articles publiés 347
TA13.01 - Reconstitution de matrices origine-destination du trafic routier interurbain par les comptages et les simulations de circulation 349
TA13.02 - Calibrage autonome des modèles de demande de trafic 361
TA13.03 - Assigning Traffic to Interurban Networks by a Simulation of Traffic Flow and Traffic Counts 395

TOME ANNEXE 2 — Programme REMODE 411
TA21 - Présentation du programme REMODE 411
TA21.1 - Introduction 411
TA21.2 - Fichiers des entrées dans REMODE 414
TA21.3 - Fichiers des sorties dans REMODE 415
TA21.4 - Description des sous-programmes 416
TA22 - Listing des fichiers entrées (input) pour REMODE 417
TA22.1 - Listing du fichier du réseau "reseascmd" (partiel) 417
TA22.2 - Listing du fichier de centroïdes "centroide40" 420
TA22.3 - Listing du fichier de relation dept_zone "deptzone40" 421
TA22.4 - Listing du fichier de comptages "comptrans40t" (partiel) 422
TA22.5 - Listing du fichier des indicateurs socio-économiques "socioeco40" 423
TA22.6 - Listing du fichier de la distribution normale "ctaleat" 424
TA22.7 - Listing du fichier de code_ign "cart_ign.txt" 427
TA22.8 - Listing du fichier de la matrice a priori "modapriori" 445
TA22.9 - Listing du fichier de compteurs supprimés "compt_sup" 449
TA23 - Listing des fichiers sorties (output) pour REMODE 451
TA23.1 - Listing du fichier d'affectation de REMODE "affecte_a10708" (partiel) 451
TA23.2 - Listing des débits sur les arcs "affect_av0040" (partiel) 454
TA23.3 - Listing des noeuds pour SQL "nvrsqlgreco40" (partiel) 457
TA23.4 - Listing des arcs pour SQL "avrsqlgreco40" (partiel) 458
TA23.5 - Listing d'une matrice regroupée "matod95reg107953" 460
TA23.6 - Listing des résultats d'interface FRIDRICHE "affect2.fri" (partiel) 474
TA23.7 - Listing des résultats d'interface OEDIPE "affect2.odi" (partiel) 477
TA23.8 - Listing des autres fichiers de résultats (voir le Tome Annexe 1) 479
TA24 - Listing du programme REMODE 481
Table des matières 579

LEXIQUE DES PRINCIPAUX TERMES UTILISES

Affectation[4] : Chargement d'un courant de trafic sur itinéraires concurrents.

ANSI : American National Standards Institute.

AR : Autoroute.

ARIANE : Programme d'affectation du trafic et de calculs économiques du SETRA.

ASCII : American Standard Codes for Information Interchange (Texte lisible).

BDR : Banque de Données Routières, implantée au SETRA.

Centroïde : Point fictif de regroupement de plusieurs générateurs(cf. découpage géographique).

CETE : Centre d'Etudes Techniques et d'Equipements.

DDE : Direction Départementale d'Equipements.

Découpage géographique : Décomposition de la zone d'étude en sous-ensemble qui génèrent un trafic significatif et qui sont composés de générateurs élémentaires dont les points d'entrée et de sortie sur le réseau étudié sont identiques ou, par simplification peuvent être regroupés sur un "centroïde" unique.

Distribution : Répartition de trafic sur les différentes origines-destinations.

ENPC : Ecole Nationale des Ponts et Chaussées.

Entropie : L'entropie d'un système caractérise son degré de désordre. Dans la théorie de la communication, c'est le nombre qui mesure l'incertitude de la nature d'un message donné à partir de celui qui le précède.

FORTRAN : FORmula TRANslation, un langage informatique évolué dont FORTRAN 77 est sa version standardisée en 1977 (ANSI X3.9-1978). Fortran est particulièrement convenu pour les applications scientifiques, d'ingénierie et mathématiques.

Générateur : Entité géographique émettant ou recevant du trafic; plusieurs générateurs peuvent être regroupés dans une zones identifiée par un centroïde qui devient générateur lui-même.

Génération : Trafic émis par un générateur.

Graphe : Ensemble des points, nommés sommets, dont certains couplet sont reliés par une ligne, orientée ou non.

IBM : International Business Machines Corporation.

---

[4] Les principaux termes utilisés dans cette lexique se font référence au «Guide des études de trafic interurbain» du SETRA et à **Larousse 1989**. Tous les organismes cités sans précision spéciale se situent en France.

IGN : Institut Géographique National.

INRETS : Institut National de REcherche sur les Transports et leur Sécurité.

INSEE : Institut National des Statistiques et des Etudes Economiques.

IRT : Institut de Recherche des Transports.

Itinéraire : Suite des tronçons de route utilisés par un courant de trafic o-d.

Mac : Ordinateur Macintosh de Apple Corporation.

Matrice O-D a priori : Matrice du trafic Origine-Destination pour une année de référence.

Matrice O-D : Une matrice à n lignes et p colonnes est un tableau rectangulaire de nombres disposés suivant n lignes et p colonnes, n et p pouvant être égaux. Un élément dans une matrice o-d désigne souvent le trafic déplaçant d'une Origine ver une Destination.

MICHELIN : Société française en pneumatiques et cartographie routière.

Noeud : Endroit où se croisent plusieurs routes, ou un point dans un graphe.

OEST : Observatoire Economique et Statistique des Transports du Ministère.

PC : Personal Computer (Ordinateur personnel).

PL : Poids lourd.

RN : Route Nationale.

SETRA : Service d'Etudes Techniques des Routes et Autoroutes.

SUN : Marque commerciale de Sun Microsystems , Inc.

TMJA, TJMA : Trafic journalier moyen annuel.

UVP : Unité voiture particulière (un véhicule léger est compté pour une unité, un poids lourd compte pour plusieurs unités selon son coefficient d'équivalence).

VL : Véhicule léger.

Zonage : Découpage géographique.

MATERIELS ET LOGICIELS UTILISES

Cartographie-2D : Logiciel des graphiques, version 1.0 en 1987.

Editmath : Editeur des formules mathématiques, version 3.0 en 1987.

EUDORA : Logiciel de communication (mail) sous Mac, développé par The University of Illinois, version 1990.

Excel : Tableur de Microsoft Corporation, version 2.2a en 1990.

Fortran : Langage de programmation mathématique, versions différentes sous IBM, SUN, PC et Mac, dont Fortran 77 est la Version Standard.

FRIEDRICH : Modèle d'affectation du trafic et de rentabilité du réseau, modèle principal de MATISSE, développé par O. MORELLET et al. de l'INRETS.

GAFROUTE : Logiciel de présentation graphique du trafic sur le réseau routier, développé par P. HILOUT pour MATISSE.

GRECO : Génération des Routes Estimées par des Critères d'Optimisation, développé par M. ARON et faisant partie de MATISSE.

G_ROUTE : Logiciel de présentation graphique du réseau routier, développé par P. HILOUT pour MATISSE.

INGRES : Logiciel de Système de Gestion de Bases de Données relationnel (SGBD) sous UNIX, version 6.3 en 1990 de INGRES Corporation.

Macdraw Pro : Logiciel de dessins de Claris Corporation, version 1.0 Fv1 en 1991.

Macintosh SE/30 : Ordinateur de Apple Computer, Inc., avec 40 Mo de ROM sur le disque dur dont 4 Mo de RAM, processeurs 68030/68882 et le système F1-6.0.7. et Finder F1-6.1.7.

MacNix : Logiciel de connexion entre Mac et Unix, version 3.6.2, de List Spa.

MATISSE : Modèle d'Analyse du Transport International pour des Scénarios de Services en Europe, développé par O. MORELLET et al. de l'INRETS.

OEDIPE : Programme de mise à jour d'une matrice o-d par les comptages, développé par M. DANECH-PAJOUH de l'INRETS.

REMODE : REconstitution des Matrices Origine-DEstination par les comptages de circulation, modèle développé au cours des travaux de cette thèse.

Serveur : Ordinateurs sous Unix, comme IBM RISC System 6000/550S (Algol) et SUN SPARC 690MP (Deneb), et Station de Travail comme IBM RISC System 6000/320E (Lyre) et SPARC Station 1 (Rigel).

StatView II : Logiciel des statistiques, version 1.03 en 1988.

Unix : Système d'exploitation et de gestion du réseau informatique d'Unix Systems Laboratories (USL).

Word : Traitement de texte de Microsoft Corporation, version 4.0B en 1990.

ENGLISH SUMMARY

English Summary of the Doctoral Dissertation on
"Conjoint Utilization of a Generation-Distribution Model and Traffic Counts for the Reconstitution of an Origin-Destination Matrix"

From the analysis of existing methods to the research of a methodology, from the reasoning to the development, from the realisation to the application, we can say that a new method (**REMODE**) has been developed for the reconstitution of interurban origin-destination matrices from traffic counts. The results have shown that the reconstituted matrices can be interpreted from both a mathematical and an economical point of view.

This method, inspired by dynamic programming and graph theories, models the traveller's behaviour on the one hand, and takes the advantage of mathematic calculations on the other hand. The objective function minimises the difference between the traffic counts and the estimated values. From this function, all the processes are made in a consistent manner in order to guarantee their coherence. The O-D matrix is first initialised with the help of the existing, although incomplete, data and the relation with the socioeconomic characteristics of the studied zones, then disaggregated according to the motives and the values of time of the travellers, and lastly assigned to the routes by simulating the traffic flow using graph theories. The generalised costs, based on the characteristics of travellers and the routes, are used and updated at each iteration during the calculation. Then, the objective function is applied and the standard of convergence is examined. The first estimation of the matrix is evaluated according to socioeconomic characteristics and if necessary serves to calibrate the sub-model of the initialisation of the matrix. The calculations continue with this new estimation of the matrix and terminate when the standard of convergence is satisfied.

A system of transport has been described by the traveller-traffic-route and linked directly to the socioeconomic characteristics of the studied zones and to the network. This system assures the global sense of each concerned element and guarantees the total external coherence between each element.

Each concerned element is represented by a sub-model. Each sub-model is independent and could be integrated by modules into the whole system as desired. This permits, on one hand, controlling the operation of each sub-model, and, on the other hand, guaranteeing the integrity of the model as a whole.

An advantage of this method is that it does not require an a-priori matrix (matrix of reference) and a traffic assignment, which are often difficult to obtain and could not guarantee the coherence between different data, especially if this data is supplied by other methods. Instead, these matrices are modelled and become an integrated part of the developed method.

This concept makes the method quite complete and supple. The modelling of the a-priori matrices and the traffic assignment permit one to describe all the processes in a single model, which gives us more realistic results.

Without entering into detail, we present here the main features of this new method.

(1). The automatic calibration of the model is assured by the programme itself. This is important, because data is often unavailable and incomplete. The use of this kind of data can make the calibration erroneous.

If the description of the system of transport permits guaranteeing the external coherence of each sub-model, the automatic calibration of the model assures on the other hand the internal coherence of each sub-model. This total coherence alleviates the need for many intermediate steps of the calibration, particularly for large-scale models.

(2). The traffic simulation searches the paths and assigns traffic to the network while assuring the interaction between the distribution and the assignment steps. From this fact, we can approach the traveller's behaviour and reduce the difference between the hypothesis made (e. g. : the generalised cost) before the distribution and after the assignment. We obtain the exact assignment of traffic on the network after the reconstitution of matrices and traffic counts.

(3). The definitions of the priorities of calculation have also been considered in the development of the objective function. Quite often, we have different levels of knowledge on different objects and data. The use of this information should, to a certain extend, distinguish between them.

REMODE has taken into account three objectives : the generation of traffic in the zones, the assignment of traffic on the network, and the distribution of traffic between the zones. If we have better information on one of the above three topics, we can launch the model with this objective first. The execution of the model has been facilitated by a simple change of parameters in the "Command File".

This suppleness permits us to compare the results under different hypotheses and to verify the validity of the model. It also permits us to improve the results of the other objectives (or data) by the use of previous results.

The modelling of all the processes by the description of the "traveller-traffic-route" system and by the automatic calibration provide interesting possibilities in the domain of transport modelling.

This method has been calibrated and applied to the French highway network and traffic census data in 1990. The results are particularly interesting and encouraging. They have shown that the main reconstituted origin-destination matrices (regional, departmental and intermediate matrices) are interpretable from the mathematical and economical points of view.

NS 19795 T2 (5)

THESE DE DOCTORAT DE L'ECOLE NATIONALE DES PONTS ET CHAUSSEES

Spécialité:
TRANSPORTS

présentée par
M. Yu-Sen CHEN

pour obtenir le titre de
DOCTEUR DE L'ECOLE NATIONALE DES PONTS ET CHAUSSEES

UTILISATION CONJOINTE D'UN MODELE DE GENERATION-DISTRIBUTION ET DES COMPTAGES DE CIRCULATION POUR LA RECONSTITUTION D'UNE MATRICE DE TRAFIC ROUTIER ORIGINE-DESTINATION

Tome Annexe 1

soutenue le 7 septembre 1993

Président du jury	: Monsieur Emile QUINET, Professeur à l'ENPC
Directeur de thèse	: Monsieur Georges DOBIAS, Professeur à l'ENPC et Directeur Général de l'INRETS
Rapporteurs	: Monsieur Simon COHEN, Directeur de Recherche INRETS
	: Monsieur A.I.J.M. VAN DER HOORN, Professeur à l'Université d'Amsterdam
Examinateurs	: Monsieur Olivier MORELLET, Ingénieur des Ponts et Chaussées
	: Monsieur David MEUNIER, Ingénieur des Ponts et Chaussées

NS 19 795 (T2)(5)

X

à mes parents

ECOLE DES PONTS&CHAUSSÉES BIBLIOTHÈQUE

25

E.N.P.C.
INV03316

REMERCIEMENTS

Qu'il me soit permis d'exprimer ici ma reconnaissance envers tous ceux qui, directement ou indirectement, m'ont apporté leur concours et sans qui cette thèse n'aurait pas été possible et pu être menée à bien.

Je remercie d'abord M. Georges DOBIAS, Professeur à l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées et Directeur Général de l'Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité, de m'avoir accepté à l'INRETS et d'être mon directeur de thèse.

Je témoigne également une grande reconnaissance à M. Olivier MORELLET, tout au long de cette thèse dont l'échange des idées, les conseils permanents, et l'expérience m'ont été indispensables. Je le remercie aussi pour la mise à disposition de son modèle MATISSE, notamment des sous-modèles FRIEDRICH, GRECO et G_ROUTE.

Je n'oublie pas de rendre hommage à M. Roger MARCHE, Ancien Directeur du DEST, qui m'a beaucoup aidé lors du commencement de cette thèse.

Je remercie tous les membres de l'équipe de TIP (Transport Interrégional des Personnes), notamment Mme TRIGALO-OLLIVIER et MM. MARCHAL et HILOUT, et les collègues du CETE de Nantes, notamment à M. DESIRE, pour leurs avis sur la mise en forme de cette thèse.

J'adresse également les plus vifs remerciements à MM. ARON, DANECH-PAJOUH, et HILOUT pour leurs aides à l'utilisation des programmes GRECO, OEDIPE et G_ROUTE, et à MM. HIVERT et GUEGUEN pour leurs assistances pour logiciels de Macintosh.

Je suis très reconnaissant de l'efficacité du CIR (Centre Informatique Recherche), des matériels disposés ainsi qu'une bourse attribuée par l'INRETS. Sans ces moyens, je n'aurais pas pu effectuer ma thèse.

Enfin un remerciement spécial aux équipes du SETRA ayant fortement contribué à la collecte des données du sondage de circulation 1990.

SOMMAIRE

INTRODUCTION GENERALE 1

1 - Besoins de modélisations et de réflexions 2
2 - Connaissance nécessaire sur une matrice o-d du trafic 3
3 - Plan de la thèse 4

PREMIERE PARTIE : RECHERCHE D'UNE METHODOLOGIE POUR LA RECONSTITUTION D'UNE MATRICE ORIGINE-DESTINATION 7

1 - Différentes approches de modélisation de la demande 7
2 - Vue générale des modèles récents de génération-distribution-affectation 8
Chapitre 1 - Synthèse sur les modélisations de génération du trafic interurbain 11
Chapitre 2 - Synthèse sur les modélisations de distribution du trafic interurbain 17
Chapitre 3 - Synthèse sur les modélisations d'affectation du trafic interurbain 43
Chapitre 4 - Reconstitution d'une matrice O-D par les comptages et la simulation de circulation 55

DEUXIEME PARTIE : DEVELOPPEMENT D'UN NOUVEAU MODELE POUR LA RECONSTITUTION D'UNE MATRICE ORIGINE-DESTINATION 59

Introduction 59
Chapitre 5 - Raisonnement sur les approches de la reconstitution 61
Chapitre 6 - Réalisation du modèle 75

TROISIEME PARTIE : APPLICATION DU MODELE SUR LE RESEAU ROUTIER FRANÇAIS 105

Introduction 105
Chapitre 7 - Application du modèle sur le réseau routier français 107
Chapitre 8 - Test de sensibilités du modèle et des comptages sur le réseau routier français 171

CONCLUSION GENERALE 203

Références bibliographiques 207
Table des matières 225
Liste des principaux tables, figures et graphiques 229
Lexique des principaux termes utilisés 233
Matériels et logiciels utilisés 235

ENGLISH SUMMARY 237

TOME ANNEXE 1 — Principaux résultats 241
TA11 - Les principales matrices O-D 241
TA12 - Les listings d'un calcul dans le zonage de 40*40 (v107a08) 273
TA13 - Les principaux articles publiés 347

TOME ANNEXE 2 — Programme REMODE 411
TA21 - Présentation du programme REMODE 411
TA22 - Listing des fichiers entrées (input) pour REMODE 417
TA23 - Listing des fichiers sorties (output) pour REMODE 451
TA24 - Listing du programme REMODE 481
Table des matières 579

TOME ANNEXE 1 — PRINCIPAUX RESULTATS

TA11 - LES PRINCIPALES MATRICES O-D

TA11.01 - **Table 19** - Matrice O-D des 40 zones calculée par REMODE (*lapr* [1]=0)
(source : REMODE - fichier v107a08)

TA11.02 - **Table 19bis** - Matrice O-D des 40 zones redistribuée gravitaire (*lapr* =0)
(source : REMODE - fichier v107a08)

TA11.03 - **Table 20** - Matrice O-D des 40 zones calculée par REMODE (*lapr* =2)
(source : REMODE - fichier v107ab14)

TA11.04 - **Table 21** - Matrice O-D des 40 zones calculée sur le zonage de 91*91 (*lapr* =0)
(source : REMODE - fichier v107ab18)

TA11.05 - **Table 22** - Matrice O-D des 91 zones calculée par REMODE (*lapr* =0)
(source : REMODE - fichier v107ab18)

TA11.06 - **Table 22bis** - Matrice O-D des 91 zones redistribuée gravitaire (*lapr* =0)
(source : REMODE - fichier v107ab18)

TA11.07 - **Table 23** - Matrice O-D des 21 zones calculée sur le zonage de 91*91 (*lapr* =0)
(source : REMODE - fichier v107ab18)

TA11.08 - **Table 23bis** - Matrice O-D des 21 zones calculée par REMODE (*lapr* =0)
(source : REMODE - fichier v107a27d)

TA11.09 - **Table 23ter** - Matrice O-D des 21 zones redistribuée gravitaire (*lapr* =0)
(source : REMODE - fichier v107a27d)

TA11.10 - **Graphique 3** - Les comptages réels du recensement de circulation 1990

TA11.11 - **Graphique 4** - Les comptages reconstitués par **REMODE**

TA11.12 - **Graphique 5** - Les comptages réels entre Paris et Nantes

TA11.13 - **Graphique 6** - Les comptages reconstitués entre Paris et Nantes
(source des graphiques : REMODE - fichier v107a08)

---

[1] *lapr* est la priorité de calcul sur les générations de trafics dans les zones, l'affectation du trafic sur le réseau et les trafics entre zones pour *lapr* égale à 0, 1 ou 2 respectivement. L'explication détaillée est donnée dans §7.3.4 du tome principal.

Table 19 - Matrice O-D des 40 zones calculée par REMODE (*lapr* =0)

O/D	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	0	181	1	2	120	7126	4232	27	19	29	11	42	8	60	2615	782	2241	2346	26	11
2	11	0	94	110	7	1047	18	101	15	11	17	14	5	7	1	3	116	754	10	20
3	1672	7	0	2	33	2	51	4065	754	36	4	26	0	1201	9	4	54	479	12	0
4	205	93	86	0	241	139	1	5	35	12	1410	6	2	0	1	0	5	21	5	4
5	1100	9	6	2	0	1	503	22	33	6	12	15	4	7	3	45	17	23	1	2
6	7264	0	1222	3	3	0	30	66	114	7	7	32	54	84	116	1093	634	4	1049	11
7	189	191	78	2	5570	3	0	2391	1374	14	0	50	1446	13	9	2	282	9	6	14
8	626	2593	3097	2	62	2	1470	0	11	65	2	31	1	12	7	0	141	374	54	5
9	1268	5099	71	73	59	85	62	22	0	6997	19	67	8	7	6	16	23	42	463	2
10	579	23	808	51	3	1	1537	26	4658	0	42	146	16	1	10	0	35	77	1786	1
11	7	19	22	1762	8	0	0	1	31	68	0	18	2	1	1	0	16	28	270	13
12	34	13	40	19	42	194	2	32	102	221	16	0	0	2	6	1	11	699	1482	6
13	8	5	960	4	259	41	6	219	8	16	1	2433	0	11	10	3	4	7	0	0
14	79	2	0	1	14	23	5	3	3	5	0	2	3	0	1	44	9	2	4	0
15	1280	1	2	3	2	0	537	65	8	14	1	5	6	0	0	401	63	5	1	1
16	559	1	16	23	366	381	2	6	7	0	1	2	3	195	170	0	147	3	26	0
17	1	111	88	17	6	10	433	162	41	70	2	13	8	2	301	236	0	27	2	2
18	12	363	5	67	1	648	58	1351	31	390	27	18	2745	353	6	16	22	0	2194	1
19	108	7	6	2	1	425	2	4	1149	921	1272	2	16	9	6	1	7	3467	0	63
20	2	1	1	0	2	1	3	0	29	14	164	1827	1	0	0	0	0	15	27	0
21	6667	5	121	57	126	569	22	100	307	668	49	21	114	46	25	72	39	1735	536	1
22	3	3	17	3	6	10	9	7	9	18	99	632	9	24	2	8	5	4	31	2
23	2470	10	12	7	18	15	1	3	17	161	2	21	21	0	9775	0	2	16	8	4
24	8	4	2	21	75	0	1229	1	9	8	1	8	11	496	3	33	1	15	13	1
25	2886	3	412	195	2	1	7	416	37	2	1	19	22	84	476	1229	349	1	2	2
26	5689	62	102	188	32	63	243	94	35	3	0	0	13	0	58	0	1088	3	101	0
27	3258	704	101	47	105	306	5	83	255	554	41	3	80	62	33	50	41	18	4	52
28	4	1	1	1	1	4	1	1	2	0	0	2	2	3	1	0	1	1	2	0
29	115	2	6	3	7	46	5	5	78	40	3	23	106	4	2	3	2	168	72	6
30	26	17	24	11	25	73	19	20	61	2171	10	15	19	15	8	12	9	82	83	20
31	617	10	28	13	29	95	23	23	71	155	12	18	23	19	10	16	10	18	5	12
32	3	0	0	0	0	68	2	0	0	0	0	4	0	0	3	1	0	3	0	4
33	916	15	3	10	2	9	3	5	24	44	3	8	28	138	1	1	2	10	3	5
34	99	2	5	3	6	16	4	4	14	30	2	20	4	3	2	3	2	18	48	4
35	27	6	13	6	14	48	1133	11	33	72	5	4	11	10	5	8	599	30	2	0
36	1238	1	16	8	45	89	18	14	41	88	7	32	17	18	10	15	9	15	4	617
37	181	4	14	47	1	48	10	7	15	32	2	1	9	10	29	1	3	2	6	18
38	9	1	5	3	6	4	1	4	8	16	1	1	9	1	26	5	6	1	1	2
39	5	1	12	0	1	1	13	2	1	35	0	1	1	2	6	3	0	1	2	0
40	5	2	2	2	3	1	176	1	5	10	1	6	6	0	1	3	1	5	1	1
Somme	39228	9570	7497	2771	7301	11592	11874	9367	9443	13004	3248	5584	4829	2899	13755	4106	5992	10523	8339	906

(Source : REMODE - fichier v107a08)

Table 19 - Matrice O-D des 40 zones calculée par REMODE (*lapr* =0) (suite)

21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	Somme
3	96	1299	7	2473	5203	756	11	95	10	52	91	875	23	19	308	117	5	8	5	31332
3	7	2	4	0	109	0	2	3	2	13	0	0	7	2446	22	4	2	2	912	5895
80	7	1	9	4	6	66	5	5	17	20	0	18	4	10	10	18	3	6	4	8706
18	1	6	1	0	107	15	0	1	4	5	0	0	1	2	2	162	0	6	2	2602
46	4	4	18	10	4	38	1	3	10	12	0	1	2	6	129	1209	0	3	3	3312
17	71	3	115	28	2	283	1	19	75	93	226	226	16	52	70	41	0	4	45	13181
51	11	1	2	131	265	605	3	5	21	18	31	3	5	1799	11	7	1340	2	2	15954
96	12	1	17	15	134	79	3	6	21	24	0	33	4	12	12	7	17	2	7	9055
204	9	10	6	25	32	167	1	1136	44	52	0	12	9	26	25	10	5	0	2	16163
447	56	18	10	38	0	366	2	1	1936	113	0	6	15	56	55	22	10	1	13	12965
55	5	2	1	6	0	45	0	4	12	14	0	2	3	7	7	3	19	0	0	2450
2	99	3	3	56	1	1	0	29	12	8	0	3	3	54	8	5	102	1	1	3313
20	12	5	4	21	39	59	2	56	16	19	0	1	3	9	12	7	6	2	1	4289
12	4557	6	226	44	0	16	5	36	4	5	0	1	1	3	4	2	9	1	648	5779
22	8	326	322	647	3	30	1	2	8	10	131	4030	2	6	8	6	782	5	5	8745
2	1	10	9	1204	9	14	2	1	4	5	0	1	1	3	4	3	6	3	1	3189
6117	9	4	3	389	1133	1	5	3	3	14	0	3	72	2	10	7	3	2	1	9309
43	3	14	6	25	31	334	2	43	94	104	4	1	19	51	35	20	9	1	3	9147
23	3	23	7	21	1	88	3	56	53	79	0	6	32	120	231	18	8	1	5	8243
7	7	2	12	1	1	20	0	212	8	6	0	1	1	3	3	1	10	0	2	2384
0	2	4	0	11	1	574	7	197	6278	32	1	1	17	54	32	3	582	96	1	19171
30	0	845	3	45	14	11552	1	52	9	89	1	0	7	0	68	45	10	13	0	13684
3	542	0	299	63	9	204	6	1561	54	78	0	1814	15	58	1	2	6	389	4	17668
1	20	41	0	840	515	62	17	13	16	23	22	6	4	14	31	1	2	1	6	3570
86	33	32	201	0	1637	116	3	8	31	40	8	1957	7	23	29	1	2	2	732	11095
0	20	17	978	820	0	68	11	5	18	23	8	2	4	13	5	3	1	0	355	10121
24	12361	182	59	122	92	0	0	2186	3251	2280	1	3	1741	100	9849	22	4	14	7	38101
6	9	156	45	0	15	1	0	1	1	9	421	1	3	11	31	77	346	278	24	1463
161	3	1368	98	7	5	14	1	0	2	22	0	12	59	1032	15	2	1964	1	2	5460
52	38	43	14	29	22	10112	0	1	0	0	2	3	65	822	608	1	8	6	16	14560
5209	143	3	20	38	29	2	1	1	1468	0	3	506	100	5	1648	1	12	11	31	10440
11	1	1425	1	0	0	12	326	0	2	4	0	595	31	5	15	10	2	2	2	2530
227	0	495	1015	5573	142	3	131	19	3	607	2	0	2	3	2	820	1989	1199	2069	15527
138	113	13	3	7	5	630	3	71	662	3792	5	1262	0	5306	1137	10	679	7	7	14136
25	978	42	0	20	15	3	11	529	611	3547	4	2	5710	0	2382	2	2	0	1	15920
58	147	142	32	52	34	11325	43	4	1368	2	14	2	1167	3	0	10778	6	1	12	27490
22	79	1	0	1	3	2	52	508	13	562	9	122	2	3312	706	0	1055	4158	174	11222
2498	5	267	7	2	13	1731	1004	12	105	29	2	544	3	207	9689	4191	0	12	19	20446
8	7	35	2	1	1	26	39	1	11	22	1	1095	13	57	56	2309	508	0	805	5082
1	14	958	2	1701	1	2	1	4	22	45	2	2829	27	120	124	593	131	601	0	7407
15830	19489	7809	3560	14468	9631	39416	1705	6889	16278	11871	989	15977	9196	15830	27394	20537	9644	6839	5928	441108

(Source : REMODE - fichier v107a08)

Table 19bis - Matrice O-D des 40 zones redistribuée gravitaire (*lapr* =0)

O/D	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	0	2523	2001	537	1394	2735	3542	2502	1001	1284	275	412	606	334	1712	618	1174	666	388	42
2	1837	0	427	71	112	195	772	884	147	143	28	31	43	24	133	62	218	85	40	4
3	2659	768	0	213	334	286	540	1029	409	427	84	87	69	35	178	64	152	241	118	11
4	600	109	181	0	167	76	97	146	198	213	42	43	33	16	48	15	29	117	59	6
5	770	85	142	83	0	160	108	114	154	206	71	93	70	33	99	23	36	108	99	10
6	3715	364	293	91	382	0	734	362	170	226	75	140	278	252	1285	303	276	118	108	14
7	5527	1507	586	124	299	808	0	1087	237	276	59	90	133	99	670	327	1152	149	83	9
8	2775	1308	870	145	227	296	824	0	382	315	57	59	67	36	185	71	232	221	83	8
9	2042	406	635	361	566	260	338	679	0	3587	343	335	111	53	162	51	98	2533	943	60
10	1513	248	413	240	485	221	232	367	2356	0	355	346	100	45	138	39	70	2059	1044	66
11	253	35	59	35	118	52	36	47	157	248	0	118	34	12	33	8	12	140	173	17
12	307	32	50	29	126	79	44	40	123	194	92	0	69	23	51	12	15	111	158	24
13	649	64	56	31	134	225	94	64	58	79	37	96	0	117	230	38	33	46	66	10
14	829	81	66	34	144	460	164	81	62	83	30	74	265	0	472	77	64	44	51	8
15	1449	147	113	35	147	797	357	141	66	87	29	56	177	160	0	367	301	45	42	6
16	591	73	46	13	40	213	197	60	24	31	8	14	33	30	418	0	167	16	11	2
17	2192	497	194	47	120	375	1308	358	88	109	24	37	57	48	662	324	0	57	34	4
18	736	136	213	121	220	100	116	227	1465	1777	179	177	52	21	62	19	34	0	1634	57
19	486	68	114	67	226	103	69	95	596	1004	237	265	78	27	64	15	23	1718	0	94
20	137	17	28	16	56	35	20	23	93	156	59	106	31	11	23	5	7	153	245	0
21	1465	144	196	115	495	392	212	162	485	763	360	936	426	147	294	58	72	547	868	133
22	872	86	71	38	165	446	159	86	102	160	76	196	376	232	457	75	62	115	182	28
23	1305	128	103	41	178	725	258	127	77	108	47	122	327	296	1299	214	175	71	113	17
24	321	33	25	8	33	176	79	31	15	19	7	16	58	52	496	82	67	10	12	2
25	1277	161	99	28	91	491	436	132	52	66	18	34	109	98	1381	427	455	34	26	4
26	1336	197	104	29	85	454	522	148	53	68	17	31	70	63	889	435	737	35	24	3
27	1466	144	195	114	492	460	213	161	482	758	358	930	531	236	465	76	76	588	939	146
28	54	5	4	2	7	30	11	5	3	4	2	5	14	12	54	9	7	3	5	1
29	152	15	20	12	51	43	22	17	52	87	38	97	51	22	43	7	8	84	134	21
30	266	26	35	21	89	83	39	29	87	139	65	169	96	43	84	14	14	116	186	29
31	171	17	23	13	57	59	25	19	56	88	41	108	62	31	60	10	9	68	109	17
32	38	4	3	2	6	21	7	4	4	7	3	9	14	9	37	6	5	5	9	1
33	554	56	43	14	60	305	137	54	26	35	14	38	105	95	858	141	116	22	35	5
34	102	10	14	8	34	32	15	11	33	53	25	65	37	16	32	5	5	43	69	11
35	114	11	15	9	38	43	18	12	37	58	28	72	42	22	44	7	7	45	72	11
36	207	20	23	14	59	101	37	21	58	91	43	111	85	52	106	18	15	70	112	17
37	62	6	5	3	13	31	11	6	12	19	9	24	26	16	45	7	6	15	24	4
38	238	23	19	8	33	133	47	23	16	25	12	31	65	54	242	40	33	19	30	5
39	50	5	4	2	6	28	11	5	3	4	2	4	12	11	67	11	9	3	4	1
40	116	12	9	3	12	64	29	11	5	7	3	8	22	20	179	30	24	5	7	1
Somme	39229	9571	7497	2771	7301	11592	11874	9367	9443	13004	3248	5583	4829	2899	13755	4107	5992	10523	8339	906

(Source : REMODE - fichier v107a08)

Table 19bis - Matrice O-D des 40 zones redistribuée gravitaire (*lapr* =0) (suite)

21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	Somme
1010	924	413	228	1227	1067	1244	37	153	241	160	10	337	53	81	157	74	78	37	57	31331
72	66	30	18	126	131	89	3	11	17	12	1	27	4	6	11	5	6	3	4	5895
174	102	43	24	127	111	212	4	26	41	27	1	35	9	14	24	9	8	4	6	8706
87	47	16	6	30	26	106	1	13	21	13	1	10	5	7	12	4	3	1	2	2603
187	102	33	13	50	39	227	3	28	44	29	1	21	10	15	26	9	6	3	4	3312
358	617	312	171	641	496	537	28	59	103	72	7	253	23	41	99	49	59	28	43	13181
221	241	126	90	667	696	273	11	34	53	35	3	134	12	18	40	19	24	13	22	15954
122	101	45	25	143	143	148	4	19	29	19	1	37	6	10	18	8	8	4	6	9055
671	208	53	22	102	88	819	5	107	159	104	2	33	35	52	93	31	11	4	6	16163
694	215	47	19	78	66	847	4	118	165	107	2	28	37	54	96	32	12	4	5	12965
236	73	15	5	16	13	288	1	36	56	37	1	9	12	18	33	11	4	1	1	2450
478	148	30	9	25	19	582	3	73	113	74	2	17	25	37	66	22	8	3	3	3313
315	474	117	44	115	62	515	10	57	99	68	5	68	22	34	77	38	25	10	11	4289
246	586	241	89	235	127	495	21	54	95	69	6	140	21	39	94	47	45	20	23	5780
167	391	360	299	1118	603	331	32	36	64	46	8	441	14	26	65	42	68	41	74	8746
37	73	68	56	393	335	62	6	7	12	9	2	83	3	5	12	8	13	8	14	3188
92	116	108	89	831	1120	121	10	14	23	16	2	132	5	8	20	12	20	12	22	9309
457	141	29	8	37	32	606	3	102	124	77	2	17	27	39	69	23	8	2	3	9147
746	231	47	11	32	25	995	4	167	204	126	3	27	44	64	113	38	13	4	5	8243
297	92	19	4	11	8	403	2	68	83	51	1	11	18	26	46	15	5	2	2	2384
0	1300	265	60	147	95	5126	23	638	994	649	15	152	221	327	581	196	70	22	25	19171
881	0	582	127	251	123	3340	90	252	644	556	53	541	161	343	866	428	288	84	91	13684
549	1777	0	650	1285	447	1182	367	129	228	185	94	2226	65	141	640	475	780	341	374	17668
58	179	300	0	491	171	124	26	14	24	19	7	368	6	12	46	35	57	35	62	3571
103	267	446	370	0	2587	207	39	23	40	29	10	980	9	17	77	82	135	92	164	11096
79	155	190	158	3377	0	132	17	15	25	18	4	406	6	10	32	34	56	38	68	10121
4176	4369	491	111	241	125	0	73	2162	5512	3619	80	440	1225	1824	3240	1092	326	94	74	38100
23	128	172	27	53	19	79	0	6	15	14	9	349	6	12	62	54	89	54	59	1464
435	271	45	10	22	12	1775	5	0	851	284	5	28	181	192	253	85	22	6	5	5460
758	787	88	20	43	23	5150	13	975	0	1377	20	79	881	935	1229	414	97	28	14	14560
484	647	72	15	31	16	3313	12	323	1366	0	21	71	349	751	1331	448	105	30	15	10439
38	205	119	19	37	13	243	24	19	65	71	0	153	39	94	506	279	289	83	42	2530
169	880	1190	430	1462	464	548	398	42	106	96	61	0	68	164	888	1016	1670	1134	2030	15527
290	338	44	8	17	9	1976	8	357	1515	634	20	92	0	4430	2611	880	202	58	29	14136
322	502	67	12	24	12	2203	12	271	1148	992	33	155	3114	0	4385	1477	339	98	49	15920
499	1210	287	45	104	35	3420	59	333	1410	1539	174	812	1756	4240	0	7754	1781	513	259	27490
106	377	141	22	72	23	725	34	71	299	326	62	594	372	899	4876	0	1303	384	193	11222
140	853	760	121	388	123	759	183	61	235	257	214	3207	286	690	3744	4282	0	2027	1023	20446
20	114	149	33	114	36	101	50	8	31	34	28	940	38	92	497	585	934	0	1040	5082
35	184	249	90	306	97	115	83	9	24	25	21	2529	28	67	362	423	680	1515	0	7407
15830	19489	7808	3560	14467	9631	39416	1705	6889	16278	11871	989	15977	9195	15830	27394	20537	9644	6838	5928	441106

(Source : REMODE - fichier v107a08)

Table 20 - Matrice O-D des 40 zones calculée par REMODE (*lapr* =2)

O/D	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	0	5302	39	677	38	2156	2667	1283	802	1653	499	1031	601	608	350	0	4277	1639	1235	679
2	6002	0	150	78	61	102	150	1808	104	95	28	52	2	30	46	57	123	100	69	36
3	4572	150	0	183	143	174	195	582	3	223	65	116	123	52	77	12	160	0	161	84
4	1266	78	183	0	124	115	112	304	203	194	57	100	103	42	51	56	94	195	140	73
5	1208	61	143	124	0	133	104	237	158	163	60	118	121	49	59	57	89	162	148	77
6	3978	102	2374	115	133	0	197	6	147	152	55	124	189	99	148	143	181	150	138	82
7	8011	8	195	112	104	197	0	1628	145	143	43	89	121	59	99	129	277	143	107	59
8	1174	447	582	304	237	546	455	0	439	497	108	192	234	101	151	176	373	422	278	139
9	1619	104	237	203	158	147	145	439	0	3579	103	179	132	53	65	71	120	543	2559	149
10	1653	95	223	194	163	152	143	465	8064	0	114	198	138	55	67	73	121	115	29	169
11	499	28	65	57	60	55	43	108	103	114	0	85	59	21	24	23	37	119	121	63
12	1031	52	116	100	118	124	89	192	179	198	85	0	149	53	56	53	77	209	223	140
13	25	70	123	103	121	189	121	234	132	138	59	149	0	101	102	85	106	148	158	99
14	608	30	52	42	49	99	59	101	53	55	21	53	101	0	54	45	54	55	56	35
15	1	46	77	51	59	148	99	151	65	67	24	56	102	54	0	100	120	67	61	37
16	24	57	88	56	57	143	129	176	71	73	23	53	85	45	100	0	156	72	59	35
17	1516	123	160	94	89	181	277	373	120	121	37	77	106	54	120	156	0	120	91	51
18	1639	100	228	195	162	150	143	422	118	429	119	209	148	55	67	72	120	0	4006	226
19	1235	69	161	140	148	138	107	272	2	3095	121	223	158	56	61	59	91	4228	0	241
20	679	36	84	73	77	82	59	139	149	169	63	140	99	35	37	35	51	226	241	0
21	959	48	99	86	101	117	83	166	167	170	29	2797	157	56	57	50	72	205	219	138
22	1148	57	99	82	96	184	109	191	123	136	58	146	220	98	100	83	100	164	175	110
23	504	25	43	31	37	82	49	84	40	41	17	43	76	40	54	45	54	48	51	32
24	514	75	126	83	97	242	162	8	107	110	41	102	196	103	555	164	196	109	111	70
25	4391	114	623	110	115	289	256	86	141	144	48	109	200	105	235	5	744	142	119	72
26	413	133	192	121	121	302	300	57	154	158	50	112	181	95	213	711	990	156	124	74
27	2963	148	306	266	311	382	257	511	474	525	224	564	529	203	206	171	225	665	710	450
28	680	34	58	42	50	111	66	113	54	56	23	58	102	54	73	61	73	65	69	44
29	816	41	84	73	86	102	71	141	134	152	62	156	140	53	54	45	61	203	216	137
30	1113	55	115	100	117	142	96	192	179	200	84	212	197	76	77	64	84	260	278	176
31	1315	66	136	118	138	173	114	226	210	233	99	250	235	93	94	78	100	295	315	199
32	236	12	20	16	19	39	23	39	26	28	12	31	42	19	25	21	25	36	39	24
33	0	47	80	54	63	154	103	36	70	72	29	73	129	68	686	104	125	82	87	55
34	730	36	75	66	77	95	63	126	117	131	55	139	129	51	51	43	55	169	181	114
35	858	43	88	77	90	116	75	148	137	152	65	163	153	62	63	52	66	192	205	130
36	775	39	78	68	80	117	70	132	122	135	57	444	142	62	65	54	65	171	182	399
37	555	28	52	45	52	89	53	92	79	87	37	94	107	48	55	46	55	111	118	75
38	669	33	57	42	49	109	65	111	55	61	26	65	103	53	73	61	72	76	81	51
39	497	25	42	31	36	81	50	82	39	41	17	42	74	39	273	51	61	48	51	32
40	11	22	40	25	29	70	47	71	32	33	13	33	59	31	1	48	57	37	40	25
Somme	55884	8034	7689	4436	3860	8024	7403	11528	13516	13817	2725	8873	5942	3027	4742	3356	9902	11944	13250	4879

(Source : REMODE - fichier v107ab14)

Table 20 - Matrice O-D des 40 zones calculée par REMODE (*lapr* =2) (suite)

21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	Somme
12	1148	504	1413	6220	3904	635	680	816	52	1315	236	5	730	858	775	555	669	497	0	46558
48	57	25	75	114	133	148	34	41	55	66	12	47	36	43	39	28	33	25	22	10168
99	99	43	126	173	3	306	58	84	115	136	20	80	75	88	78	52	57	42	36	8844
86	82	31	83	110	121	266	42	73	100	118	16	54	66	77	68	45	42	31	25	5025
101	96	37	97	115	121	311	50	86	117	138	19	63	77	90	80	52	49	36	29	5030
117	184	82	242	289	302	382	111	102	142	173	39	154	95	116	117	89	109	81	160	11596
83	109	49	162	256	300	257	66	71	96	114	23	103	63	75	70	53	65	50	37	13768
166	191	84	246	352	404	511	113	141	192	226	39	156	126	148	132	92	111	82	111	10475
154	123	40	107	141	154	474	54	134	179	210	26	70	117	137	143	133	55	39	32	13126
170	136	41	110	144	158	525	56	152	200	233	28	72	131	152	182	130	61	41	33	14981
73	58	17	41	48	50	224	23	62	84	99	12	29	55	65	232	79	26	17	13	2985
1200	146	43	102	109	112	564	58	156	212	956	31	73	139	163	445	134	65	42	33	8023
157	220	76	196	200	181	529	102	140	197	235	42	129	129	153	142	107	103	74	59	5434
56	98	40	103	105	95	203	54	53	76	93	19	68	51	62	62	48	53	39	31	3027
57	100	54	4	235	213	206	73	54	77	94	25	3	51	63	65	55	73	0	335	3220
50	83	45	164	633	276	171	61	45	64	78	21	104	43	52	54	46	61	51	48	3648
72	100	54	196	240	22	225	73	61	84	100	25	125	55	66	65	55	72	61	57	5669
205	164	48	109	142	156	665	65	203	260	295	36	82	169	192	171	111	76	48	37	11839
219	175	51	111	119	124	710	69	216	278	315	39	87	181	205	182	118	81	51	40	13974
138	110	32	70	72	74	450	44	137	176	199	24	55	114	130	115	75	51	32	25	4595
0	174	51	110	111	106	671	69	185	252	512	36	87	165	194	381	148	78	50	39	9191
174	0	102	217	201	176	844	173	198	410	413	87	210	224	281	286	218	201	127	163	8181
51	102	0	149	138	106	197	109	51	73	94	38	132	57	71	96	12	17	79	239	3206
110	217	149	0	504	14	425	201	111	159	199	70	493	108	136	178	153	201	0	367	6961
111	201	138	504	0	1245	407	186	106	152	187	65	309	103	128	171	239	29	132	1133	13592
106	176	106	344	1326	0	363	143	95	135	166	50	104	90	110	130	7	8	219	418	8750
671	844	197	425	407	363	0	324	933	5014	5951	221	394	998	1177	4564	5	463	292	179	33509
69	173	109	201	186	143	324	0	76	121	161	70	82	106	133	179	5	9	183	201	4414
185	198	51	111	106	95	752	76	0	297	304	52	92	317	309	2	5	109	69	42	5994
252	135	73	159	152	135	4968	121	503	0	2927	92	147	640	623	38	36	202	128	69	15217
297	413	94	199	187	166	307	161	7	3233	0	134	196	732	849	12	9	293	186	101	12060
36	87	38	70	65	50	221	70	52	92	134	0	88	160	127	171	130	12	89	48	2469
87	210	132	480	1452	249	394	384	92	147	196	273	0	33	3159	28	3	3	204	690	10331
165	212	251	108	103	90	998	135	317	640	536	106	84	0	3570	1325	3429	287	182	99	15140
194	281	71	136	128	110	85	133	53	18	36	127	215	6600	0	256	77	361	228	124	12165
78	286	96	178	171	130	11886	179	0	210	202	171	289	22	2	0	464	486	307	167	18580
112	218	0	153	263	38	311	533	301	440	367	130	287	27	2711	111	0	10256	1720	2	19855
78	201	0	201	0	0	7	7	313	5	0	6	830	121	82	22	22377	0	431	234	26823
50	127	79	21	129	1	473	183	2	4	3	4	117	44	28	13	2219	233	0	664	6007
39	7	38	3	603	239	179	91	42	69	1	7	3130	75	45	25	347	73	1106	0	6839
6123	7738	3170	7522	16048	10355	31572	5161	6261	14228	17578	2467	8843	13123	16667	11203	31937	15229	7072	6137	441263

(Source : REMODE - fichier v107ab14)

Table 21 - Matrice O-D des 40 zones calculée sur le zonage de 91*91 (*lapr* =0)

O/D	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	0	243	33	2075	3656	*10292*	*10908*	332	10	38	24	434	4599	733	674	1225	657	67	249	172
2	1202	0	1036	104	250	345	381	646	45	157	11	83	370	233	111	27	11	2	32	160
3	132	594	0	63	5	76	96	7029	2147	457	31	54	119	437	76	868	26	513	70	40
4	34	211	297	0	2	16	2	69	313	32	14	28	8	5	3	11	31	20	43	16
5	3462	162	2	0	0	762	3	4	0	4	1	843	25	1	168	3	10	2	5	445
6	*8206*	931	213	10	1788	0	1121	79	2	107	5	51	34	335	1449	115	451	43	46	124
7	*13823*	68	1665	155	230	23	0	10	10	5	12	49	9	59	367	21	2476	6	51	227
8	728	15	106	37	12	117	1070	0	74	2737	70	144	51	31	18	74	138	3	3651	74
9	68	9	59	2	1	9	3	21	0	16	2	14	4	2	1	1	7	534	889	51
10	3350	4	41	7	14	37	6	9	4668	0	29	158	52	29	16	4	23	23	1403	39
11	53	4	682	241	1	6	7	349	58	979	0	2661	464	2	4	5	27	50	1123	956
12	459	67	72	15	930	32	22	132	4	11	3076	0	12	23	10	490	52	66	1020	6962
13	3623	71	172	5	207	33	8	82	1	48	18	274	0	10	5	12	21	20	57	1187
14	242	50	13	4	3	2	1	45	1	40	13	35	16	0	28	13	20	16	48	19
15	917	62	166	1	2	1179	810	16	0	6	2	4	2	1246	0	2	7	2	8	2
16	156	38	758	3	36	299	38	1175	1	37	12	25	12	8	6	0	7	15	43	15
17	1914	121	52	19	15	1050	1644	34	1	30	5	47	8	69	5	147	0	12	33	8
18	97	339	4113	18	9	75	22	542	36	1	1201	41	33	18	10	26	53	0	4391	237
19	208	459	342	209	9	76	22	28	174	874	1677	213	9	20	11	26	52	4760	0	488
20	26	18	40	12	4	2	7	75	3	84	74	7130	1276	12	8	15	10	811	2064	0
21	112	14	14	3	2	18	5	27	1	32	11	649	157	6	3	6	11	13	216	1
22	51	7	6	1	1	9	2	12	0	12	4	11	5	3	1	3	6	5	30	7
23	39	5	4	1	1	7	2	9	0	8	3	7	4	25	1	3	5	3	10	5
24	94	851	53	8	8	32	30	1175	1	23	19	21	23	1208	32	118	941	24	69	27
25	6838	132	18	13	1	25	76	62	3	29	4	6	42	158	8	241	124	12	13	50
26	653	52	325	13	59	229	36	735	4	129	49	59	53	40	20	4510	1073	71	158	60
27	1286	118	183	37	24	243	60	352	9	462	155	13	282	76	38	85	149	722	156	173
28	73	9	8	2	1	13	3	17	0	16	5	35	7	14	2	5	9	7	1101	10
29	229	28	29	6	4	37	9	55	1	96	18	7	12	12	6	13	23	8	28	6465
30	313	55	61	12	8	80	20	117	3	137	46	57	66	25	13	28	49	56	108	27
31	529	66	66	13	9	89	22	127	3	32	49	13	55	28	14	31	54	60	46	49
32	44	5	6	1	1	10	2	11	0	12	4	11	4	11	1	3	6	5	13	7
33	26	13	25	9	8	33	9	110	2	94	31	80	38	30	4	13	5748	39	115	49
34	138	17	17	4	2	23	6	33	1	39	13	16	14	7	4	8	14	16	54	28
35	748	93	92	18	12	128	32	179	4	205	68	208	78	40	20	45	78	83	170	107
36	387	64	63	11	8	89	22	123	3	138	45	126	52	28	14	33	55	56	180	90
37	24	3	25	8	5	7	15	88	2	11	29	78	35	7	12	28	57	10	95	54
38	37	9	19	4	3	12	13	45	1	41	5	36	18	9	6	14	23	17	19	25
39	159	4	21	3	2	2728	7	38	1	33	11	28	14	129	1	15	20	14	41	18
40	19	5	20	2	15	16	11	27	1	23	8	20	10	10	1	3	8	10	28	12
Somme	50498	5016	10916	3149	7346	18259	16551	14019	7585	7235	6852	13765	8070	5138	3168	8292	12530	8194	17872	18484

(Source : REMODE - fichier v107ab18)

Table 21 - Matrice O-D des 40 zones calculée sur le zonage de 91*91 (*lapr* =0) (suite)

21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	Somme
334	31	19	406	6483	3509	243	54	179	993	140	28	134	100	318	313	66	51	51	3	49872
92	9	5	87	583	125	128	14	50	26	109	3	31	28	88	86	25	23	26	6	6749
56	5	3	82	433	126	78	23	30	96	66	8	41	17	53	51	42	47	34	1	14122
28	2	1	13	8	42	39	4	15	39	33	1	21	8	26	25	13	18	7	10	1504
3	0	0	58	158	28	5	0	2	57	4	0	3	2	3	3	2	2	1	1	6236
102	10	6	31	78	131	146	17	55	122	125	4	53	31	102	101	10	24	31	1	16288
56	5	3	854	57	82	78	9	30	65	67	2	120	17	54	54	19	6	5	7	20854
156	15	9	90	106	1935	217	24	84	182	185	6	141	47	148	145	79	116	43	70	12947
14	1	1	6	7	18	19	2	8	16	16	1	10	4	13	13	6	9	3	5	1864
34	15	8	80	16	34	68	23	7	39	127	6	128	16	105	169	82	112	40	63	11084
3	1	0	4	4	11	10	1	7	10	13	0	7	5	12	9	10	6	2	3	7788
2	12	6	58	19	60	1445	18	90	216	33	5	95	14	59	22	7	25	30	46	15716
43	8	3	28	27	63	113	83	26	89	45	858	47	13	59	85	25	35	15	22	7541
48	5	392	2425	7	52	68	28	25	57	58	5	3506	15	48	48	15	40	17	23	7489
6	1	0	825	222	17	9	1	3	7	8	0	12	2	6	6	4	6	2	3	5574
35	4	3	48	817	5592	50	7	19	42	43	1	16	11	35	37	24	35	2	3	9506
26	3	2	939	486	128	37	5	14	30	31	1	115	8	26	26	17	24	8	169	7307
120	10	5	51	71	144	53	15	67	31	64	4	82	32	112	39	53	72	26	40	12354
8	11	6	54	57	141	75	17	3605	26	15	4	89	4	66	129	22	82	28	43	14138
6	15	4	32	31	51	21	12	89	155	11	4	57	37	111	19	1860	59	19	28	14290
0	285	2	16	15	35	1688	9	39	5	1	2	30	1	4	31	2	31	10	15	3518
117	0	1	8	8	17	542	2501	132	2	117	98	6	7	23	23	3	9	5	8	3802
12	1	0	550	7	17	18	54	6	15	15	162	32	4	13	15	325	45	5	2037	3471
72	7	402	0	4029	112	104	933	38	86	90	139	8551	25	797	65	98	210	19	16	20549
128	13	10	2876	0	5247	182	27	68	152	23	6	69	41	29	24	57	153	10	7	16973
163	16	12	1527	4566	0	234	34	87	195	201	7	91	54	145	68	63	125	7	12	15936
281	765	27	220	204	467	*0*	*127*	*6064*	*6903*	*16942*	26	121	4	1241	78	94	182	150	141	38656
28	68	356	33	14	37	*131*	*0*	*644*	*66*	*39*	160	116	10	23	2711	72	301	110	306	6558
337	96	4	33	31	71	*1300*	*18*	*0*	*1011*	*534*	4	58	76	14	980	5	192	22	337	12208
283	256	9	73	68	154	*11896*	*31*	*336*	*0*	*1572*	16	129	639	846	177	8	4	36	49	17862
13497	23	10	81	75	171	2601	37	473	2680	0	11	169	1277	5653	1175	364	11	63	89	29811
21	1343	457	122	9	20	33	444	11	91	32	0	338	555	104	1289	705	239	108	61	6136
133	3	8	1460	19	43	68	647	12	47	35	368	0	59	129	184	648	934	5	714	11990
117	6	3	61	20	46	251	10	53	565	1757	389	39	*0*	*16115*	*3544*	4	173	6	25	23635
238	33	15	127	113	257	425	60	256	503	8434	30	217	*16756*	*0*	*6880*	112	7876	31	47	44816
261	487	11	81	43	69	1371	930	152	348	447	883	151	*7*	*11939*	*0*	1891	2	11	15	20684
9	15	567	83	16	66	118	894	89	84	6	718	3155	18	1638	3181	0	664	2506	1420	15839
68	7	195	68	41	58	109	752	39	351	119	18	101	2106	103	2165	367	0	161	228	7408
50	6	4	21	10	21	80	107	28	106	6	51	18	50	20	48	3687	110	0	44	7748
33	4	21	97	7	23	42	51	319	46	51	66	729	21	15	11	1006	156	767	0	3712
17018	3595	2590	13707	18962	19216	24091	8022	13250	15551	31612	4092	18823	22117	40294	24026	11888	12206	4420	6117	554534

(Source : REMODE - fichier v107ab18)

Table 22 - Matrice O-D des 91 zones calculée par REMODE (*lapr* =0)

O/D	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	0	1	50	1	186	24	12	5	2	15	0	1	27	6	1	2	6	1	1	3	12	11
2	0	0	106	0	0	0	0	235	102	1	61	0	0	2	0	14	392	10	0	210	0	121
3	14	23	0	0	1	4	0	1	6	4	6	0	47	2	58	1	2	0	5	1	55	4
4	0	0	0	0	24	1	0	0	1256	0	5	0	0	0	0	9	2	0	0	0	0	0
5	644	1	2	2	0	36	8	3	21	9	29	0	1500	34	1	1	4	0	0	2	8	7
6	22	3	9	12	45	0	10	14	25	40	3294	2	1768	16	3	24	25	1	2	8	34	31
7	351	0	0	28	35	8	0	1	1	2	5	0	4	1	0	0	1	0	0	32	1	1
8	3	297	2	1	3	9	0	0	9	18	2500	0	1	1	0	0	0	0	0	11	8	2
9	73	24	1	1	1	1548	2	4	0	13	126	11	11	5	0	6	48	45	26	7	2142	0
10	1	1	1	0	1	4	0	3	4	0	7	0	1	48	0	1	2	0	0	1234	4	9
11	6	315	12	13	6	0	6	9	403	4827	0	0	14	14	0	38	287	12	19	12	38	0
12	0	0	0	0	0	1	0	0	12	0	2	0	0	0	63	0	118	0	45	7	0	1
13	9	2	4	1813	816	2715	896	6	6	19	0	1	0	16	1	3	16	1	1	436	16	15
14	3	0	2	1	3	9	0	38	17	44	18	3	1	0	12	1	17	1	1	0	38	77
15	30	0	0	0	0	1	0	0	122	0	0	35	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0
16	1	0	1	0	1	5	0	12	0	4	0	208	1	1	5	0	353	8	3	0	3	1
17	5	39	3	7	4	7	0	0	258	27	57	22	6	4	0	538	0	7	0	12	10	77
18	5	2	4	1	5	17	0	7	23	20	25	1	2	11	1	3	4	0	128	5	12	22
19	1	13	0	0	60	3	0	1	6	2	7	2	0	4	1	282	0	1	0	2	1	1
20	1	1	1	0	1	3	23	77	3	198	4	0	30	1	0	1	217	0	1	0	2	89
21	7	2	66	1	6	20	0	16	374	23	22	0	3	19	1	2	7	1	1	4	0	2
22	7	1	5	1	6	20	0	14	1	0	0	1	3	6	1	0	1002	0	0	1	7	0
23	3	1	2	0	2	8	0	3	14	8	16	1	1	4	13	2	6	0	3	2	5	9
24	4	1	3	1	12	18	0	4	1	13	4	9	3	9	1	5	25	1	778	3	8	3
25	1	56	119	0	1	4	0	1	3	4	4	0	1	17	1	0	1	0	0	1	17	2
26	224	3	9	5	556	3	63	13	8	39	0	2	0	1069	3	6	17	1	2	424	33	30
27	0	0	0	0	0	1	0	710	1	0	1	0	0	1268	0	0	0	0	0	191	18	0
28	4	0	3	1	3	12	0	0	18	13	20	0	2	144	1	0	0	1	0	22	29	63
29	7	1085	5	1	6	22	0	29	0	89	22	1	3	1	2	1	82	50	1	0	5	1579
30	1	0	28	1	1	11	2	2	9	5	3	0	680	2	320	1	0	0	0	544	5	5
31	0	5	0	5	1	1	0	0	2	1	0	0	54	0	40	36	462	0	0	7	0	1
32	0	6	0	78	0	3	0	0	27	1	3	7	52	0	223	0	0	0	0	0	1	0
33	21	1	15	159	0	0	1	0	45	66	99	4	100	770	0	0	0	0	77	6334	38	0
34	357	9	24	762	0	16	14	35	13	104	1	9	625	46	10	2	0	4	6	309	87	1
35	0	0	0	0	0	1	0	0	1	15	0	0	0	789	0	185	222	0	0	7	2	1727
36	1	359	1	0	1	3	0	1	4	3	5	184	0	1	274	1	92	169	46	627	2	0
37	1	0	1	0	1	3	0	2	5	273	6	0	0	5	0	1	244	233	0	56	2	1
38	8761	5	0	10	0	169	0	21	0	61	5	3	693	24	4	9	25	2	3	12	51	46
39	3	0	1	0	2	7	0	6	6	6	8	0	1	0	0	1	2	0	0	2	2367	0
40	0	0	0	1	0	5	0	0	123	1	71	3	2	0	0	1	41	0	107	0	1	0
41	1	1	0	0	0	1	0	1	2	0	3	0	0	2	0	0	7	0	0	0	1	2
42	1	3	7	57	3	61	1	10	57	30	72	2	9	13	12	5	15	1	4	6	26	26
43	2	1	3	1	1	23	0	4	24	11	30	1	3	5	1	2	6	1	1	2	9	10
44	7	16	5	1	6	22	0	0	0	0	0	1	3	1	2	0	28	203	1	27	16	47
45	9	5	7	2	8	29	0	0	43	298	47	1	4	4	2	0	0	2	1	3310	0	0
46	1	0	1	0	2	1	0	1	1	4	0	0	1	3	0	1	240	0	0	1	2	5

(Source : REMODE - fichier v107ab18)

Table 22 - Matrice O-D des 91 zones calculée par REMODE (*lapr* =0) (suite)

23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46
0	2	0	249	2	4	9	0	0	1	18	24	1	1	4	25432	466	1	0	11	7	8	14	2
0	3	3	0	73	122	0	0	0	9	19	1	99	0	0	1	0	2	0	0	0	0	1	0
0	32	67	7	1	1	3	4	0	0	6	9	0	0	1	20	5	0	0	2	1	3	4	1
0	0	0	1	0	0	0	1	0	7	1	8	0	0	0	2	0	0	0	60	0	0	0	0
3	7	0	32	1	2	6	24	0	1	13	51	1	1	2	188	7	0	0	14	7	5	9	1
1	9	1	1320	5	11	26	222	13	13	14	44	3	4	10	296	50	4	0	36	25	22	40	8
0	0	0	9	0	0	1	0	0	0	3	1	0	0	0	0	2	0	0	2	1	1	2	0
0	2	0	18	149	74	0	8	0	0	51	70	25	1	5	23	151	0	134	11	2	0	1	1
7	1	0	0	2	5	0	1075	0	15	32	14	0	13	6	12	13	0	0	11	8	0	5	0
0	1	0	6	243	13	0	4	0	0	5	8	7	1	152	11	4	5	104	2	1	12	107	0
5	1	0	3	7	2	0	1	1	177	213	0	0	8	10	5	15	54	1	928	32	0	14	1
9	10	0	1	15	0	1	1	6	6	1	3	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0
1	5	0	24	2	5	13	32	2	6	2	55	1	2	5	121	823	1	0	0	12	11	19	4
0	3	41	1	1073	222	4	9	0	0	36	21	8	273	0	25	0	1	0	5	3	0	48	2
2	1	0	1	0	0	0	78	19	65	0	2	0	2	0	2	0	3	0	0	0	0	1	0
1	138	0	7	0	1	0	188	43	0	3	6	946	4	0	11	3	0	1	2	2	0	0	1
1	1	0	23	0	41	0	0	182	0	0	2	174	426	174	38	11	2	79	8	6	515	0	3
1	4	0	26	3	7	18	17	0	1	29	37	2	5	7	43	14	1	0	9	6	16	28	2
41	13	2	4	2	0	1	3	0	0	6	8	0	147	1	86	1	1	0	2	1	2	0	1
0	1	1	503	498	471	0	2	0	0	58	17	2	25	3	7	20	1	0	1	1	1	3074	0
0	2	26	32	2	17	0	18	0	145	18	155	0	2	4	53	2582	1	0	86	6	10	14	1
0	3	4	31	0	19	1096	20	0	0	0	1	19	0	2	52	17	0	7	11	7	3	48	4
0	1	0	13	1	3	9	8	0	0	18	19	1	1	8	21	6	0	0	4	3	8	10	1
7	0	0	25	0	5	0	19	128	0	38	51	2	2	6	23	10	2	0	9	6	16	18	4
0	0	0	5	0	1	1	3	0	0	3	7	0	0	1	10	4	0	0	2	1	2	2	0
1	8	0	0	4	10	26	380	1	2	4	3	3	4	10	1013	8	2	0	1	4	22	39	6
0	0	0	1	0	465	1	1	0	0	12	2	0	0	35	2	57	1	20	1	0	0	58	0
0	3	0	19	706	0	0	12	0	1	42	27	0	0	2219	32	4	0	1	7	4	3409	38	2
2	4	0	35	0	17	0	23	244	0	0	1	126	0	1	57	18	2	0	12	8	1935	38	4
0	2	8	234	1	2	17	0	0	0	0	12068	0	1	2	0	0	4	0	5	4	12	6	1
13	2	0	27	0	0	1	2	0	137	300	0	0	18	0	4	1	132	0	0	0	1	1	65
0	0	38	19	2	0	0	37	81	0	61	0	0	383	0	0	1	171	0	1	1	1	2	246
7	27	1	121	0	0	1	51	962	50	0	0	0	0	1	17	50	4	0	4	30	2	0	33
3	34	0	1365	13	31	0	10026	1	1	0	0	9	11	30	0	0	1	1	1	72	55	116	28
0	0	0	1	0	0	63	1	2	0	0	3	0	0	1	2	1	0	0	0	0	478	0	0
33	2	0	4	0	4	0	3	0	1	6	6	0	0	21	7	2	0	27	1	1	986	7	0
5	1	0	5	0	38	1	3	0	20	8448	7	1	571	0	8	2	3	84	2	1	372	0	1
2	15	1	188	7	16	39	0	1	3	3	252	4	6	15	0	9	3	1	5440	4	33	59	8
0	1	0	11	0	33	3	6	0	0	6	14	0	0	1	19	0	0	0	3	2	3	0	1
7	1	0	19	0	0	1	1	70	242	287	1	0	1	0	3	1	0	0	1	0	1	0	0
0	0	0	2	0	0	0	1	0	1	20	3	0	317	10	4	1	0	0	1	1	15	0	0
1	2399	17	100	4	9	22	59	1	2	1	129	2	3	9	3	0	1	0	0	34	19	34	5
0	3	0	34	1	4	9	24	0	1	22	52	1	1	3	4	0	1	0	296	0	8	13	2
1	8	0	35	0	4909	543	24	1	0	0	2	361	8	2	58	18	3	0	12	8	0	0	4
1	7	0	45	7	193	1	29	0	2	0	65	0	0	0	75	1	1	0	16	10	0	0	4
4	2	10	9	1	1	5	8	4	26	0	22	1	1	2	14	3	1	0	3	2	4	5	0

(Source : REMODE - fichier v107ab18)

Table 22 - Matrice O-D des 91 zones calculée par REMODE (*lapr* =0) (suite)

47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
7	0	0	1	1	8	2	19	1	9	18	2	26	7	0	6	45	8	5	3	17	19	0	1
8	0	1	3	0	51	68	81	0	1	1157	25	62	72	0	11	40	12	0	51	1104	17	0	0
4	2	0	0	0	6	1	25	0	3	12	1	13	2	0	2	0	2	1	1	4	357	5	81
0	0	0	0	0	64	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	0	0	1	0
2	0	0	1	0	22	1	18	0	6	12	1	16	4	0	4	2	8	5	7	11	12	1	0
1	123	1	2	1	22	6	51	2	25	49	6	70	19	1	16	7	0	1	7	46	52	91	1
0	0	0	0	0	2	0	2	0	1	7	0	3	6	0	1	0	1	1	1	2	4	1	0
1	0	1	2	1	8	13	345	1	0	28	2	11	3	113	6719	1	5	3	3	20	6	11	0
1	1	0	0	0	4	23	19	0	0	13	2	2	3	1	6	3	11	10	30	12	13	24	0
1	0	0	0	7	4	0	8	29	0	8	1	15	0	1	3	1	1	1	7	6	6	5	0
0	3	3	0	2	24	9	56	2	0	55	8	4	1	2	5	10	3	0	110	50	44	2	2
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
1	25	0	1	1	10	3	23	1	12	83	3	33	0	1	7	5	8	0	7	21	25	420	53
0	0	0	4	1	7	0	22	1	16	19	2	2	32	417	72	2	1	6	4	14	18	4	0
2	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3	0	0	0	0	24	0
33	4	1	1	0	2	0	4	0	2	4	1	0	4	0	1	1	0	4	0	3	4	5	0
7	107	36	0	1	7	3	16	1	0	17	3	111	17	0	0	3	7	6	0	12	13	17	0
3	0	1	2	1	8	4	19	1	18	20	4	42	12	1	10	3	11	7	6	15	16	20	0
58	30	0	0	0	1	1	2	0	3	2	0	2	1	0	1	244	3	2	1	2	8	0	0
0	0	0	0	0	2	0	0	13	0	5	951	0	518	0	0	0	5	22	1	54	4	3	0
2	0	0	23	1	957	0	48	177	0	123	130	40	10	1	9	2	7	0	6	23	480	24	6
0	1	31	2	1	13	3	14	4	1387	34	4	1	2	1	12	2	1	1	0	1	8	24	1
2	0	0	1	0	3	2	7	0	9	7	1	16	4	0	4	1	7	0	3	6	7	10	0
60	1	1	1	0	5	4	12	0	7	12	2	7	2	1	6	57	2562	2	2	10	11	0	0
0	0	0	0	1	2	0	6	0	2	16	162	7	2	0	1	0	342	1	1	5	16	4	88
7	2	1	2	1	21	6	49	2	25	48	6	68	3	1	15	38	33	21	36	43	53	5111	1
8	0	0	271	0	1	0	3	2	0	2	0	0	0	0	27	0	1	0	0	2440	15	1	0
15	0	0	614	1	8	0	5	0	2	22	3	272	75	0	39	2	0	0	4	9	3	14	0
0	1	2	0	1	13	533	2	3	0	35	5	1	0	0	0	4	2	2	0	2	25	26	1
0	395	0	0	0	3	1	7	0	4	7	1	10	110	0	2	1	2	2	26	6	0	382	0
398	0	2	0	0	0	5	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	7	3	0	0	1	1	0
6	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	2	0	1	0	4	1	69	1	1	2	3
332	2	1	0	2	27	1	61	2	1	63	12	0	1	684	1	37	3	2	0	50	55	0	2
0	1473	2	7	4	56	18	130	4	5	128	17	185	36	3	5	22	0	3	927	115	21	41	4
0	0	69	0	0	0	194	1	0	1076	1	0	401	0	23	7	0	1	0	0	1	1	1	0
615	3	0	2	0	1	1	3	0	0	3	1	100	1	0	0	0	2	1	1	2	2	3	0
12	1	0	1	73	2	1	4	0	32	4	1	65	1	3	1	161	15	1	1	3	3	3	0
9	2	1	4	2	33	9	22	2	37	76	9	107	29	2	24	28	45	28	18	71	80	0	2
1	0	0	1	0	26	0	12	6	3	7	1	10	54	0	2	1	2	2	2	7	7	8	0
1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	20	1	1	0	0
0	0	0	2	9	1	1	2	0	0	2	0	16	0	0	0	1	1	1	1	2	2	2	0
5	1	1	2	1	17	5	38	1	21	38	5	55	15	1	12	72	24	15	18	34	0	26	1
2	1	0	1	0	6	2	13	0	9	13	2	20	6	0	5	2	10	7	8	12	13	0	0
0	2	236	0	1	13	55	3	1	4706	32	5	2	79	1	0	4	0	0	0	2	23	26	1
0	1	1	0	50	19	0	43	2	0	45	6	94	193	445	0	5	24	13	11	33	34	34	1
1	0	0	0	0	2	1	4	0	5	4	1	8	2	0	2	1	0	1	1	3	5	6	6

(Source : REMODE - fichier v107ab18)

Table 22 - Matrice O-D des 91 zones calculée par REMODE (*lapr* =0) (suite)

71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	Somme
14	2	4110	4	2	11	11	77	4	3	0	0	8	56	0	1	0	1	3	5	1	31135
0	47	0	0	9	9	207	2	0	217	0	0	1	0	9	0	0	37	0	0	32	4921
1636	1	1	4	1	3	92	21	1	1	0	0	1	0	0	0	0	477	1	46	0	3206
9	0	0	1	0	0	0	1	0	0	7	0	665	0	0	0	0	0	0	0	0	2143
17	1	154	106	2	7	7	48	2	2	0	0	94	2	0	0	13	1	2	3	0	3283
40	5	31	83	7	31	29	207	11	7	99	0	6746	12	1	2	1	3	7	13	2	15496
1	0	1	1	1	1	1	0	0	3	0	0	7	428	0	0	0	0	0	1	36	1010
6	105	3	9	129	3	276	4	0	1	0	0	25	1	0	0	0	7	3	127	4	11589
10	3	24	4	3	10	6	0	0	7	5	40	32	1	36	1	10	1	2	3	1	5692
3	606	1	4	0	0	0	0	1	1	0	0	12	0	0	0	0	0	1	2	20	2758
2	10	0	0	3	0	2	13	0	4	0	0	1	1	107	5	3	3	9	25	1	8090
0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	4	0	3	0	0	0	22	0	0	0	0	345
1	2	13	34	266	1	16	120	5	117	5	1	3130	478	0	1	0	1	3	23	0	12897
6	31	3	9	0	2	920	0	694	12	0	0	28	1	106	6	0	1	1	3	0	4521
22	0	2	27	0	0	0	2	0	0	9	0	2	0	0	0	17	0	0	0	0	510
3	1	1	4	0	0	0	0	1	31	104	10	14	0	224	1	195	0	1	1	0	2627
9	1	5	14	0	0	0	0	629	0	28	0	11	45	1204	306	338	1	3	3	200	5951
11	4	5	16	4	20	186	129	2	4	0	0	49	1	0	5	0	1	4	4	1	1237
2	0	1	0	1	2	1	0	1	0	0	0	9	0	0	0	87	0	0	1	1	1176
2	193	1	3	1	1	5	43	431	173	0	0	4	0	22	0	32	0	386	1	0	8213
13	75	7	20	4	16	15	111	4	4	0	0	57	2	0	1	0	2	108	461	1	6716
13	25	6	19	315	3	3591	1	45	0	28	0	59	2	3	87	1	2	17	6	23	8209
5	1	3	8	2	8	6	48	4	2	1	0	25	1	0	1	1	0	1	2	0	444
8	3	5	0	4	1	11	9	7	5	2	1	54	2	0	1	19	1	2	3	9	4188
2	0	1	354	1	3	2	17	1	1	0	0	10	0	0	0	0	89	1	61	0	1472
0	5	3303	26	5	30	1	1	11	0	0	1	13	1	1	2	1	3	7	0	5	13064
1	0	0	1	95	1676	235	1	15	7	0	0	3	0	0	28	9	0	11	0	1	7703
8	326	4	12	115	1	0	0	0	0	0	0	36	1	19	0	2	1	3	4	3	8485
14	11	7	21	0	0	0	0	0	0	10	0	66	2	1	0	1	2	0	6	1	6319
0	1	0	1	1	4	0	0	0	0	172	0	10	2	0	0	0	0	1	4	0	15143
0	0	0	1	0	1	0	3	0	0	20	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	1769
1	0	0	1	1	4	0	0	1	0	42	87	5	0	0	0	0	0	0	0	2	1686
41	1	22	62	2	1	0	1	1	1	55	29	4	1	0	0	6	3	12	14	0	10684
0	15	0	0	18	85	2747	22	6	31	52	0	3	1965	1	7	3	8	19	10	258	22685
0	0	0	1	103	0	0	4	116	0	0	0	2	0	1	144	0	0	2	0	0	5654
2	0	1	2	0	0	0	0	62	11	41	0	7	0	135	10	0	0	1	1	80	3978
2	1	1	3	0	1	0	0	55	4	0	0	9	0	99	253	0	0	0	1	56	11277
0	7	698	114	10	46	44	316	16	11	1	1	26	55	1	3	1	5	11	20	3	18036
4	53	2	7	0	0	7	0	1	1	0	0	45	1	0	0	0	0	331	2	126	3249
1	1	0	2	0	0	0	1	2	0	36	0	3	0	0	0	0	0	0	0	1	1065
1	1	0	1	0	0	0	246	0	15	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	102	810
43	4	18	6619	5	25	23	165	9	6	0	1	185	5	1	2	1	2	6	28	1	10826
2	2	6	3	2	10	8	62	4	2	0	0	69	2	0	1	0	1	2	3	1	928
14	1	7	21	0	1	1399	2	445	0	0	0	67	2	2	1203	1	2	0	6	3	14751
19	9	9	27	567	11	1	3834	0	0	0	1	85	3	0	0	0	2	0	8	384	10244
3	1	2	4	1	4	3	24	2	1	24	0	23	1	0	0	0	19	1	1	0	559

(Source : REMODE - fichier v107ab18)

Table 22 - Matrice O-D des 91 zones calculée par REMODE (*lapr* =0) (suite)

47	1	3	1	0	0	0	0	1	1	3	0	0	1	0	5	2	3	0	0	0	2	1
48	1	0	8	0	1	8	0	0	4	1	5	0	4	1	15	0	1	0	0	0	1	1
49	0	9	0	0	0	1	0	0	3	0	3	0	0	43	0	730	255	16	0	0	1	114
50	1	0	1	0	1	2	0	2	4	265	5	0	0	6	0	0	0	1	0	3	2	7
51	1	1	0	0	1	2	0	2	2	4	2	0	0	2	0	0	1	0	0	224	2	11
52	7	3	3	1	6	20	0	3	0	0	23	0	3	0	1	2	8	1	1	0	14	5
53	1	38	0	0	1	2	0	0	4	0	4	0	0	438	0	1	0	0	0	0	1	125
54	15	7	7	2	6	43	1	50	184	67	48	1	6	25	2	5	16	1	1	13	1120	0
55	2	1	1	0	2	5	0	54	5	10	6	0	1	4	0	1	2	0	0	9	0	4
56	5	33	4	1	5	16	0	0	2	7	0	1	2	99	1	1	0	0	1	6	1	2195
57	12	3022	6	2	10	34	0	11	29	56	38	1	5	23	1	4	14	1	1	15	38	17
58	3	5	2	1	3	9	0	4	11	2	13	0	1	5	1	2	5	1	0	468	3	11
59	20	89	12	3	16	57	1	0	72	117	78	2	8	42	3	0	1	3	0	100	55	2
60	10	0	6	2	8	28	9	793	37	61	40	1	39	0	1	0	1	2	1	420	26	10
61	0	3	0	0	0	1	0	0	2	30	2	0	0	42	0	1	0	88	0	0	1	237
62	4	43	3	1	4	12	0	3718	16	25	17	0	2	1	1	0	0	1	1	0	12	1
63	0	0	1	0	37	2	0	0	3	1	3	0	0	1	133	0	1	0	5	0	1	1
64	5	0	3	0	2	15	0	5	1	13	15	1	0	0	14	0	0	0	1	0	8	0
65	9	2	5	1	0	18	1	8	2	23	24	2	0	0	0	2	0	1	2	6	14	0
66	0	0	0	0	377	1221	1	0	11	1	12	0	142	1	0	0	1	0	0	0	1	2
67	19	42	9	3	17	56	1	9	46	72	61	1	7	28	2	6	17	2	1	2	26	2
68	9	5	5	2	8	27	0	27	22	32	29	1	4	12	1	3	8	1	1	18	2	8
69	0	7	1	9	45	164	38	30	5307	88	3	3	4	34	20	13	36	3	0	18	73	66
70	1	0	0	0	1	2	0	1	2	2	2	0	0	1	0	0	1	0	0	0	8	1
71	15	2	1317	2	3	44	1	10	4	30	30	1	0	12	1	4	12	1	11	6	25	22
72	1	2	1	0	1	4	0	16	7	773	7	0	1	2	0	0	0	340	0	33	0	8
73	54	0	0	0	29	4	3	1	1	2	4	0	124	1	0	0	1	0	0	0	2	1
74	945	2	5	3	1	47	1	8	0	23	0	1	1	9	2	3	9	1	0	5	19	17
75	15	44	10	3	13	44	1	17	58	546	63	1	10	0	2	1	1	2	0	29	41	31
76	11	0	7	2	9	31	0	27	45	91	49	1	4	0	2	0	0	2	1	523	28	0
77	18	20	11	3	15	51	1	2	64	35	70	1	7	0	2	0	0	624	0	28	47	386
78	53	0	34	9	45	155	2	0	204	73	10	8	21	0	8	1	1	9	30	100	142	291
79	1	0	1	0	1	3	0	1	1	3	0	0	0	1	0	0	803	9	0	28	2	371
80	2	886	1	0	2	5	0	6	7	10	7	0	30	0	0	0	0	0	0	442	5	0
81	3	1	2	35	0	7	0	2	1	6	0	0	141	4	25	1	1	0	1	1	4	0
82	0	0	0	1	0	2	0	0	3	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	4
83	0	7	17	71	1	6019	26	27	53	79	30	5	2121	32	6	13	10	3	4	1	66	63
84	1	0	1	0	7	11	1	1	26	3	0	0	676	1	0	1	37	0	0	169	2	2
85	1	315	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	220	0	0	163	0	0	7	1	206
86	0	0	0	0	0	1	0	0	2	1	2	0	0	0	0	1	168	0	0	0	1	74
87	1	0	1	0	1	3	0	1	6	2	6	11	0	2	2	662	20	0	2	1	1	3
88	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	1
89	3	1	1	0	2	7	0	4	8	12	9	0	1	0	0	1	4	0	0	2848	4	0
90	4	1	2	1	3	11	0	5	9	13	12	0	1	5	0	1	3	0	0	2	2	8
91	1	161	0	0	1	2	0	1	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	55
Somme	11844	7035	1991	3126	2493	13058	1126	6135	9324	8893	7321	561	9020	5464	1309	2650	5621	1868	1328	19401	6953	8390

(Source : REMODE - fichier v107ab18)

Table 22 - Matrice O-D des 91 zones calculée par REMODE (*lapr* =0) (suite)

0	1	0	6	0	16	0	0	1	0	657	0	0	541	0	8	2	250	0	2	1	0	1	0
0	0	0	5	0	0	1	831	0	0	3	1229	0	0	0	7	2	0	0	1	1	1	2	0
0	0	0	2	0	4	1	1	0	0	0	3	0	0	0	3	1	0	0	1	1	105	26	0
0	1	0	4	604	111	9	2	0	0	0	5	1	0	0	6	15	0	0	1	1	34	321	0
0	0	14	3	0	7	0	2	0	0	3	4	4	0	1	5	2	0	0	1	1	0	3	0
0	3	10	32	1	9	0	19	0	1	20	41	0	2	0	54	3	1	0	10	6	0	1	2
0	1	0	3	0	0	0	2	0	0	0	4	105	0	0	5	2	0	0	1	1	124	2	0
1	5	5	67	7	16	5	40	0	1	42	86	4	4	11	26	5	1	1	21	12	1	52	3
0	1	3	8	1	4	2	5	0	0	6	11	7	1	2	14	5	0	0	3	2	4	7	0
1	6	0	25	0	18	42	17	0	1	1	0	283	0	0	42	13	0	0	9	6	2366	38	3
1	5	2	54	1	8	9	32	0	1	35	69	2	3	10	92	35	1	1	17	10	4	44	3
0	2	0	15	2	4	9	9	0	0	14	20	1	1	3	25	9	0	0	5	3	8	14	1
2	12	1	88	36	67	1	52	1	3	1	115	2534	0	0	151	56	3	0	28	18	126	0	6
1	6	0	2217	182	4	2	26	0	1	0	0	2	1	0	75	10	0	0	14	9	27	0	3
0	0	0	2	0	7	1	1	0	0	409	2	12	55	0	3	1	1	0	1	0	271	24	0
0	3	0	19	1	4	3	11	0	1	0	1	0	0	0	33	12	1	0	6	4	0	1	1
0	3	23	3	0	1	1	2	0	0	0	5	0	0	0	374	0	0	0	0	1	1	2	0
0	2342	0	0	0	0	0	0	32	213	159	1	0	0	0	11	11	21	0	10	7	0	0	0
1	1	0	17	4	9	0	1	1	49	0	0	0	4	0	1	20	0	1	18	13	0	1	0
3	6	0	1	0	0	0	1	0	259	2	0	0	0	0	0	1	37	0	1	1	0	2	0
1	7	6	85	0	4	4	50	0	1	49	109	4	4	12	152	58	1	1	26	15	18	56	4
1	3	1	41	3	7	16	24	0	1	23	53	2	2	5	73	28	1	0	13	7	12	25	2
1	0	0	1377	10	23	56	0	1	4	0	26	6	8	21	102	0	0	1	9	3	48	85	11
0	0	2	3	0	1	1	2	0	0	2	4	0	0	0	5	2	0	0	1	1	1	2	0
1	5	0	126	3	8	18	13	0	1	35	13	2	3	7	9	34	1	0	108	1	16	28	3
0	1	0	6	0	205	1	4	0	0	0	8	0	12	0	9	3	1	0	2	1	1739	6	1
0	0	0	183	0	0	1	0	0	0	2	22	0	0	0	4747	590	0	0	2	1	1	2	0
1	1	349	2	3	6	14	0	0	1	28	2	1	2	5	1	0	1	0	1	2	12	22	2
1	10	1	1005	1506	1809	4862	41	1	2	0	1	137	1	1	118	44	1	0	23	14	1	1	5
1	7	0	49	1157	34	1	30	1	2	0	67	0	0	0	82	20	4	0	16	11	31	18	4
2	11	1	87	161	387	0	1944	1	2	1	770	18	23	3	137	25	2	111	26	16	0	701	6
5	3	2	0	26	84	1	145	2	7	0	26	107	65	0	32	1	1	493	79	50	0	7701	18
0	1	0	5	19	30	1	0	0	1	744	0	122	5	235	7	2	0	3	2	1	216	0	1
0	1	0	0	90	13	2	5	0	0	0	0	7	0	0	14	0	1	0	3	2	32	0	1
0	3	0	19	1	2	0	87	5	0	0	25	0	1	2	28	6	0	0	6	4	1	8	1
0	0	0	1	0	0	0	1	0	59	56	0	0	0	0	1	0	23	0	0	0	0	0	1
2	19	1	2384	9	21	54	64	6	8	50	5	5	8	20	55	0	6	1	0	51	46	81	16
0	1	0	0	0	1	2	11	32	0	129	3849	0	0	1	0	0	12	0	2	2	2	3	1
0	1	0	2	0	137	0	0	1	2	1	0	50	7	0	4	1	0	0	1	1	4	0	0
0	0	0	1	3	12	0	1	0	0	18	2	2	0	376	2	1	4	11	1	0	1066	0	0
3	1	0	4	0	1	3	3	0	0	7	7	0	1	1	6	2	0	0	1	1	3	3	1
0	0	2	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	1	0
0	1	3	11	0	436	0	7	0	0	10	15	0	1	0	20	2	0	0	4	2	5	157	1
0	1	0	17	1	3	6	10	0	0	10	22	1	1	2	30	12	0	0	5	3	5	10	1
0	0	0	0	0	166	0	2	0	0	0	4	10	0	1	5	2	0	0	1	1	0	0	0
191	5232	648	12592	6658	10436	7055	15921	1851	1560	12317	19898	5226	2998	3481	34375	5417	782	1086	7502	609	14321	13320	547

(Source : REMODE - fichier v107ab18)

Table 22 - Matrice O-D des 91 zones calculée par REMODE (*lapr* =0) (suite)

0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	2	1	1	0	1	0	3	8	3	1	2	2	4	0
0	0	0	0	0	1	0	2	0	1	2	0	3	1	0	1	439	2	1	1	1	2	3	0
0	108	0	209	0	1	0	18	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	1	1	12	1	2	0
0	0	0	0	0	2	1	4	0	0	5	1	0	0	0	27	1	3	2	1	3	3	3	0
0	0	0	0	0	12	3	1542	0	1	5	0	10	2	0	2	0	1	1	1	4	5	2	0
2	0	0	0	582	0	0	3060	371	0	47	3	60	14	0	13	2	8	5	6	33	2	25	31
0	0	158	3	0	1	0	3	0	200	3	0	94	0	26	7	0	2	1	1	0	2	2	0
4	1	1	4	2	547	8	0	10	1	6165	103	10	33	2	44	4	17	10	12	10	3	52	36
1	0	0	1	489	155	5	20	0	4	14	1	21	5	0	5	1	2	1	2	829	3	7	3
0	0	2	0	1	10	815	2	1	0	25	4	1	0	0	5	3	4	0	0	7	18	19	1
3	1	1	3	3	100	7	3328	3	9	0	5	21	972	1	8	4	14	8	10	1	1698	42	1
1	0	0	1	0	2939	2	3	0	9	11	0	12	0	0	0	1	6	3	3	9	1	11	0
9	1	0	0	5	51	818	140	5	1	166	0	0	0	0	6161	8	40	0	18	118	107	69	3
4	1	1	0	2	22	37	58	2	0	1	0	19	0	33	138	4	21	12	9	20	44	34	1
0	0	0	162	0	1	0	0	0	0	2	0	1	389	0	56	8	2	0	0	1	1	1	0
2	0	1	0	1	11	0	29	1	0	34	72	9600	0	0	0	2	9	5	4	24	22	15	1
0	3	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	3	1	0	1	0	1	1	1	1	4	511	4
24	1	0	0	1	6	0	13	0	0	13	2	1	0	0	0	3	0	220	0	10	11	20	0
2	1	1	3	1	10	0	22	1	1	22	4	3	16	0	12	5	1	0	6754	18	20	37	0
0	0	4	9	0	1	0	2	0	0	2	0	3	1	0	1	0	8	3136	0	1	15	2	0
5	1	1	4	3	42	0	11	10	4	27	19	660	1	1	69	5	19	12	16	0	56371	66	10
2	1	0	2	0	19	4	0	0	15	1892	216	6	16	1	15	3	9	6	8	60144	0	32	17
12	3	2	5	3	48	12	110	3	54	108	14	154	41	2	34	521	56	35	17	97	18	0	3
0	0	0	0	0	1	0	238	0	1	3	206	4	1	0	1	0	1	0	1	3	97	2	0
3	1	1	2	1	16	4	38	1	18	37	5	53	14	1	12	879	15	9	8	33	37	3686	1
0	0	0	4	0	2	0	2	0	0	6	1	1127	46	0	46	3	2	0	1	4	4	4	0
0	0	0	0	0	1	0	2	0	1	2	0	3	1	0	1	0	1	1	1	2	2	4	0
3	1	0	1	1	13	3	1	1	14	0	3	40	11	1	9	0	13	8	11	28	15	5311	410
7	1	1	5	3	34	23	12	3	9	93	217	0	392	0	1	7	4	18	15	0	7	54	2
0	1	1	0	2	24	43	2	2	0	2	14	3	3	6	6	5	3	6	11	48	0	38	1
8	1	1	1	1	39	53	15	1	0	99	29	0	6	207	1	7	21	20	17	0	8	63	2
0	4	0	0	11	3	32	708	10	0	318	17	0	1	0	1	23	14	2	51	1	5	189	6
0	0	2	0	0	1	0	3	0	0	3	1	0	0	25	0	1	6	1	0	2	3	3	0
1	0	0	0	1	4	12	11	0	0	13	7	4	1142	4	10	1	4	2	2	9	9	6	0
0	0	0	1	0	3	1	6	0	0	6	1	11	3	0	3	1	9	1	9	6	6	11	0
0	0	22	0	0	0	4	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	15	1	0	0	0	0	0
21	23	1	5	3	43	12	99	3	52	98	12	139	12	2	31	15	24	52	32	88	33	2291	3
0	0	0	0	0	2	1	4	0	2	3	0	5	9	0	1	1	0	0	0	3	4	1	0
0	0	25	0	0	1	439	2	0	2	2	0	0	0	182	0	0	5	2	1	1	1	2	0
0	0	59	156	0	0	3	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1	0
1	1	0	0	0	1	1	2	0	3	2	0	5	1	0	1	134	882	2	1	2	2	3	0
0	0	0	0	0	0	0	1	9	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	116	1	27
1	0	0	0	1	5	0	11	0	0	12	2	22	249	15	1	1	4	2	2	9	313	9	0
1	0	0	1	1	8	1	401	1	6	0	90	24	6	0	5	1	4	2	3	1980	29	13	341
0	0	0	0	0	1	43	3	0	0	3	2	0	24	0	0	0	1	1	1	0	2	2	0
1721	2364	679	1536	1286	5658	3366	11136	708	7833	11489	2440	14020	4745	2215	13764	2902	4449	3773	8430	67839	60532	19033	1161

(Source : REMODE - fichier v107ab18)

Table 22 - Matrice O-D des 91 zones calculée par REMODE (*lapr* =0) (suite)

2	1	1	3	5	3	0	4	1	2	55	0	4	0	97	1	0	0	1	1	0	1719
1	0	1	2	0	1	1	8	1	0	0	0	13	0	0	0	1	0	0	0	0	2626
1	2	0	1	2	1	13	0	184	0	0	0	4	0	98	229	0	0	0	0	14	2235
2	1	1	2	0	0	74	12	0	0	2	0	7	0	25	14	0	0	8	1	1	1621
1	0	1	2	0	3	14	0	1	27	0	0	6	0	0	0	0	0	1	0	0	1955
14	3	7	21	2	0	1	2	5	45	0	0	59	2	0	1	0	2	17	74	5	4833
1	4	1	2	21	0	0	4	44	0	0	0	5	0	153	103	0	0	0	1	0	1709
29	0	15	1403	0	6	4	6	10	4	0	0	124	3	1	2	1	7	9	658	1	11394
4	2	2	6	2	7	1	0	1	6	0	0	16	0	0	0	0	1	1	1	0	1809
10	0	5	15	21	0	0	3	0	0	0	0	49	1	1	1	1	1	7	4	0	6287
23	6	12	1	10	83	39	1	9	7	0	0	99	3	1	2	0	0	8	4	7	10330
6	2	3	9	0	0	60	71	3	3	0	0	27	1	0	1	0	1	2	132	17	4044
38	0	19	57	597	42	0	0	0	77	0	1	164	4	2	0	0	7	17	22	21	12769
19	1	9	28	2	328	0	1	0	572	0	0	3	2	0	0	0	3	42	10	23	5587
1	1	0	1	0	150	0	0	0	6	0	0	3	0	35	0	0	0	0	0	0	2022
8	1	4	12	1	1	0	0	0	1	0	0	35	1	0	0	0	1	0	5	0	13869
0	0	1	840	0	1	1	8	1	0	0	0	6	0	0	0	19	2	0	0	0	2021
9	1	5	15	1	0	0	1	0	1	22	0	15	0	80	0	1	1	3	3	0	3377
16	1	10	27	1	2	5	19	1	10	25	0	3	1	0	1	3	1	4	5	9	7339
1	0	1	0	0	1	1	8	0	0	45	0	1	1	7	0	0	0	0	3	0	5341
36	5	19	9	3	57	3651	383	11	50	0	1	158	4	1	2	1	8	10	852	4	63717
17	3	9	13	0	1	21	7	5	6	0	0	76	2	0	1	0	4	1521	203	5	64866
1112	11	52	457	14	67	62	19	23	15	1	1	5716	4	1	4	125	7	16	12	4	16823
1	0	1	2	0	2	1	10	0	0	0	0	5	0	0	0	0	85	0	638	0	1354
0	4	14	43	5	23	21	155	7	5	0	0	4	17	0	1	1	2	5	9	1	7176
2	0	1	3	0	2	4	0	0	12	0	0	11	0	160	0	0	0	0	1	3	4649
10	0	0	102	0	1	1	9	0	0	0	0	11	3	0	0	0	0	0	1	0	5943
22	3	1	0	4	17	16	118	6	4	0	0	123	0	0	1	0	343	4	1	1	8120
30	60	14	44	0	767	85	715	170	24	0	1	11	4	0	0	0	4	851	15	6	14222
21	0	10	31	95	0	59	17445	0	32	0	1	36	3	87	0	1	3	27	10	28	20477
35	402	17	52	23	66	0	711	38	11	0	1	4	4	0	4	1	5	583	17	6	8394
105	16	51	155	80	10096	295	0	0	3	1	2	11	12	0	0	28	15	360	51	19	22743
2	2	1	3	7	2	0	1	0	310	0	0	9	0	209	427	0	0	1	1	0	3645
4	0	2	5	17	35	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	1	1	2	0	2892
5	1	3	8	1	6	5	35	1	1	0	2	4	35	0	1	0	0	1	2	0	623
0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	9	0	2	0	15	0	0	0	0	0	0	229
87	10	55	42	686	61	1	6	22	1	1	2	0	25	1	4	2	5	14	32	13	15726
0	0	0	0	15	2	0	2	1	0	85	0	6	0	0	0	0	0	1	1	4	5141
1	552	0	1	15	0	0	6	461	0	0	0	4	0	0	23	0	0	0	0	0	2856
1	0	0	1	0	0	0	0	307	32	0	0	3	0	56	0	0	0	0	0	0	2379
2	1	1	2	1	2	2	15	1	1	2	0	8	0	0	0	0	0	0	1	0	1855
0	0	0	2	0	1	1	4	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	217
5	33	2	7	40	41	12	0	2	188	0	0	21	1	0	0	0	1	0	950	23	5566
7	1	4	12	2	9	8	60	2	2	0	0	31	1	0	0	0	1	1768	0	1	5052
1	0	1	2	1	196	3	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	44	1	0	780
3680	2679	8814	11097	3356	14114	14316	25414	3911	2138	998	190	18611	3210	3013	2896	950	1189	6292	4621	1574	705072

(Source : REMODE - fichier v107ab18)

Table 22bis - Matrice O-D des 91 zones redistribuée gravitaire (*lapr* =0)

O/D	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	0	138	105	99	117	522	44	207	197	171	222	15	395	99	31	72	139	49	39	327	264	163
2	138	0	18	12	14	62	5	128	32	67	29	2	48	54	5	18	40	13	7	175	58	73
3	105	18	0	9	11	48	4	25	27	21	25	2	37	16	5	12	23	8	6	48	28	27
4	99	12	9	0	25	150	6	18	37	15	42	2	93	9	4	7	12	4	4	28	22	14
5	117	14	11	25	0	130	7	21	35	17	39	2	87	10	4	8	14	5	5	33	27	17
6	523	62	48	150	130	0	33	93	226	77	256	12	596	46	20	37	75	23	23	147	119	77
7	44	5	4	6	7	33	0	8	14	7	16	1	26	4	2	4	6	2	2	13	10	7
8	206	128	25	18	21	93	8	0	44	97	41	3	71	70	7	24	54	18	10	230	86	97
9	197	32	27	37	35	226	14	44	0	36	264	11	182	37	16	45	93	15	24	88	46	81
10	170	67	21	15	17	77	7	97	36	0	34	2	59	43	6	18	41	15	8	144	71	63
11	222	30	25	42	40	256	16	41	264	34	0	10	206	34	15	41	85	14	22	81	51	74
12	15	2	2	2	2	12	1	3	11	2	10	0	10	2	1	2	4	1	2	6	3	4
13	395	48	37	93	87	597	26	71	182	59	206	10	0	36	16	30	60	18	19	113	91	61
14	99	53	16	9	10	46	4	70	37	43	34	2	36	0	5	22	56	12	8	152	39	128
15	31	5	5	4	4	20	2	7	16	6	15	1	16	5	0	6	10	2	4	13	8	10
16	72	18	12	7	7	37	4	24	45	18	42	2	30	22	6	0	50	7	9	49	20	44
17	139	40	23	12	14	75	6	54	93	41	85	4	61	56	10	50	0	17	16	112	42	129
18	49	13	8	4	5	23	2	18	15	15	14	1	18	12	2	7	16	0	3	35	16	21
19	39	7	6	4	5	23	2	10	24	8	22	2	19	8	4	9	16	3	0	20	10	16
20	325	175	48	28	33	146	13	230	88	144	81	6	113	152	13	49	112	35	20	0	128	206
21	263	57	28	22	27	118	10	86	46	71	51	3	91	39	8	20	42	16	10	128	0	60
22	163	73	27	14	17	77	7	97	81	63	74	4	61	128	10	44	129	21	16	206	59	0
23	11	2	2	1	1	5	1	3	4	3	4	0	4	2	1	2	4	1	1	6	3	4
24	132	29	22	15	16	85	8	39	96	32	88	6	69	33	12	34	67	13	19	78	36	62
25	40	8	4	3	4	18	2	12	7	9	8	1	13	5	1	3	6	2	2	17	14	8
26	561	68	53	70	83	412	36	101	163	83	185	11	330	50	21	38	74	25	25	160	129	85
27	157	81	25	14	16	72	7	107	48	68	44	3	56	96	7	27	67	19	11	235	62	129
28	217	104	36	19	23	103	10	140	71	90	65	4	81	104	10	40	92	27	16	293	83	163
29	130	54	22	11	13	62	6	73	73	48	67	4	49	93	9	40	116	16	14	153	45	298
30	575	69	55	109	102	658	41	104	296	86	335	16	529	54	26	48	98	28	30	167	132	94
31	47	8	7	8	8	50	3	11	62	9	57	3	41	9	4	11	23	4	6	22	11	20
32	39	8	6	7	6	42	3	10	51	8	47	2	33	9	3	11	24	4	5	21	9	20
33	282	69	46	36	34	221	16	94	274	71	251	12	178	87	26	109	225	29	40	193	77	196
34	769	93	76	145	137	887	55	138	482	114	546	26	714	76	39	79	160	39	48	227	177	142
35	108	47	18	10	11	52	5	63	54	42	50	3	40	78	7	29	86	14	10	134	39	193
36	103	29	17	9	11	49	5	39	38	31	35	2	39	30	6	20	44	13	9	78	33	53
37	190	64	32	17	20	90	8	87	75	65	69	5	71	81	11	45	103	24	17	179	63	142
38	1227	146	112	183	219	962	68	218	305	180	346	20	648	106	40	78	150	53	49	344	278	176
39	206	29	19	17	20	89	7	44	34	36	38	3	68	21	5	13	25	9	7	69	56	32
40	20	5	3	3	3	20	1	7	25	5	23	1	16	6	2	8	16	2	3	14	5	14
41	23	9	4	2	2	11	1	12	8	9	8	1	9	9	1	5	11	3	2	25	9	16
42	418	50	43	43	51	241	22	75	102	62	109	8	193	40	17	31	61	21	20	125	96	70
43	32	4	4	4	4	20	2	6	10	5	10	1	16	4	2	3	5	2	2	10	7	6
44	323	121	54	28	33	154	14	162	182	110	167	10	122	178	22	98	289	41	35	340	105	429
45	305	120	51	27	31	144	13	162	98	121	90	6	113	112	15	54	123	39	22	328	115	189
46	15	3	2	2	2	13	1	4	15	3	14	1	10	3	1	3	7	1	2	8	4	6

(Source : REMODE - fichier v107ab18)

Table 22bis - Matrice O-D des 91 zones redistribuée gravitaire (*lapr* =0) (suite)

23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46
11	132	40	561	157	218	130	575	47	39	281	768	108	103	189	1227	205	20	23	417	32	322	305	15
2	28	8	67	81	104	54	69	8	8	70	92	47	29	64	145	29	5	9	50	4	121	119	3
2	22	4	53	25	36	22	55	7	6	46	76	18	17	32	112	19	3	4	43	4	54	51	2
1	15	3	70	14	19	11	109	8	7	36	145	10	9	17	183	17	3	2	43	4	28	27	2
1	16	4	83	16	23	13	102	8	6	34	136	11	11	20	219	20	3	2	51	4	33	32	2
5	85	18	412	72	103	62	658	50	41	220	886	51	49	90	962	89	20	11	242	20	153	144	13
1	8	2	36	7	9	6	41	3	3	16	54	5	5	8	68	7	1	1	22	2	14	13	1
3	39	12	101	107	140	73	103	11	10	94	138	63	39	87	217	44	7	12	75	6	163	162	4
4	97	7	163	48	71	73	296	62	51	273	482	54	38	75	305	34	25	8	103	10	181	98	15
3	32	9	83	68	90	48	85	9	8	71	114	42	31	65	179	36	5	9	62	5	110	121	3
4	88	8	185	44	65	67	335	57	47	250	547	49	35	69	346	38	23	8	109	10	166	90	14
0	6	1	11	3	4	4	16	3	2	12	26	3	2	5	20	3	1	1	8	1	10	6	1
4	68	13	329	57	81	49	529	40	33	177	713	40	38	71	649	67	16	9	194	16	122	113	10
2	33	5	50	96	104	93	54	9	9	87	76	78	30	81	105	21	6	9	40	4	179	112	3
1	12	1	21	7	10	9	26	4	3	26	39	7	6	11	40	5	2	1	17	2	22	15	1
2	34	3	38	27	40	39	48	11	11	109	79	29	20	45	78	13	8	5	32	3	98	54	3
4	67	6	74	67	91	116	99	23	24	225	161	86	45	103	150	25	16	11	61	5	289	123	7
1	13	2	26	19	27	16	28	4	3	29	39	14	13	24	53	9	2	3	21	2	41	39	1
1	19	2	25	11	16	14	30	6	5	40	48	10	9	17	49	7	3	2	20	2	35	22	2
6	78	17	160	235	294	153	166	22	21	193	227	134	78	179	343	69	14	25	125	10	340	328	8
3	36	14	129	62	83	45	132	11	9	77	176	40	33	63	277	56	5	9	96	7	106	115	4
4	62	8	85	129	163	298	94	20	21	196	143	193	53	142	175	32	14	16	70	6	429	188	6
0	4	0	6	3	5	4	7	1	1	8	9	3	3	5	12	2	1	1	5	0	9	7	0
4	0	5	84	43	63	55	111	24	24	197	181	41	34	66	166	23	14	7	69	7	137	87	8
0	5	0	19	8	11	6	20	2	1	11	26	5	4	8	43	9	1	1	14	1	14	15	1
6	84	19	0	79	112	67	480	36	30	176	640	56	53	98	873	96	15	12	275	21	167	158	11
3	43	8	79	0	166	95	86	12	12	108	119	83	43	100	167	33	8	13	64	6	204	178	4
5	63	11	113	166	0	124	124	18	17	157	172	108	62	146	235	45	11	20	93	8	281	260	6
4	55	6	68	95	124	0	79	18	19	177	128	147	42	112	140	25	12	12	56	5	387	143	6
7	111	20	480	86	124	78	0	66	54	288	1159	62	59	109	895	98	26	13	282	25	195	175	17
1	24	2	36	12	18	18	66	0	13	68	107	13	10	19	68	8	6	2	25	2	45	24	4
1	24	1	30	11	17	18	54	13	0	69	88	14	9	19	56	7	7	2	21	2	46	23	3
8	197	11	176	108	157	176	289	68	69	0	472	130	79	178	347	50	46	20	145	14	439	212	19
9	180	26	641	118	172	127	1160	107	88	470	0	95	85	153	1196	131	43	18	377	34	317	242	27
3	41	5	56	83	108	147	62	13	14	130	95	0	35	94	117	22	9	11	47	4	286	125	4
2	34	4	54	43	62	42	59	10	9	78	85	35	0	62	111	19	5	7	44	4	104	87	3
4	67	8	99	100	146	112	109	19	19	178	153	94	62	0	204	36	12	18	82	7	278	197	7
12	166	43	874	167	236	140	897	68	56	347	1197	117	111	205	0	209	27	25	528	40	348	329	20
2	23	9	96	33	45	25	98	8	7	50	131	22	19	36	210	0	4	5	71	5	60	63	3
1	14	1	15	8	11	12	26	6	7	46	43	9	6	12	27	4	0	1	10	1	31	15	2
1	7	1	12	13	20	12	13	2	2	20	18	11	7	18	25	5	1	0	10	1	31	28	1
5	69	14	274	63	92	56	282	25	21	145	376	46	44	81	529	71	10	10	0	17	138	130	8
0	7	1	21	6	8	5	25	2	2	14	34	4	4	7	40	5	1	1	17	0	12	11	1
9	137	14	168	204	280	387	196	45	46	439	319	285	104	278	347	60	31	31	139	12	0	332	14
7	87	15	158	178	260	144	175	24	23	213	242	126	87	197	329	63	15	28	131	11	332	0	9
0	8	1	11	4	6	6	17	4	3	19	27	4	3	7	21	3	2	1	8	1	14	9	0

(Source : REMODE - fichier v107ab18)

Table 22bis - Matrice O-D des 91 zones redistribuée gravitaire (*lapr* =0) (suite)

47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
39	94	32	30	42	169	53	316	35	142	290	109	286	115	44	296	89	88	133	212	2188	2222	889	44
9	12	13	16	22	54	23	114	15	57	120	27	217	70	21	219	15	19	26	26	697	599	107	11
7	11	5	5	5	18	9	34	4	24	31	17	41	17	7	43	14	13	19	24	221	224	83	4
6	12	3	3	4	14	5	27	3	12	25	10	24	10	4	25	9	15	23	40	187	190	91	4
6	12	3	3	4	17	5	32	4	15	29	11	29	12	5	30	11	15	22	38	223	227	107	4
39	72	15	14	19	76	25	143	16	68	131	50	129	52	21	133	51	94	143	244	989	1005	479	20
3	7	1	1	2	6	2	12	1	6	11	4	11	4	2	11	5	6	9	15	81	82	41	2
12	17	17	21	32	81	31	195	24	77	217	39	311	91	28	308	22	26	36	38	1255	1023	160	16
49	41	15	12	9	29	23	54	6	80	50	28	75	31	17	79	31	123	186	236	367	372	184	7
10	14	11	13	20	62	20	113	14	51	109	33	137	51	18	139	18	20	28	32	663	607	132	12
45	42	14	11	8	33	21	61	7	73	56	26	68	28	16	72	29	107	162	223	413	419	207	8
2	3	1	1	1	2	1	4	0	4	4	2	5	2	1	5	2	5	8	8	27	28	14	1
32	58	12	11	14	58	20	108	12	54	100	39	99	40	16	102	41	76	115	197	734	745	368	15
11	11	18	29	12	32	36	65	8	94	66	22	140	59	30	150	14	24	32	25	389	340	78	6
4	6	2	2	1	5	3	9	1	10	8	5	11	5	2	12	5	7	11	12	59	60	29	1
13	10	9	7	4	14	14	25	3	43	24	14	41	17	10	43	11	31	40	31	156	154	57	3
27	18	24	19	10	30	36	55	7	127	54	30	95	39	26	101	22	63	83	64	326	310	111	6
4	6	4	4	4	11	7	20	3	18	20	11	29	12	6	31	7	8	12	12	119	116	39	2
6	6	3	3	2	7	5	12	1	15	11	6	17	7	4	18	7	11	17	17	80	81	36	2
24	33	35	45	41	107	65	217	28	162	222	72	410	179	60	435	42	54	73	69	1310	1142	253	21
11	22	11	12	17	70	19	131	14	48	120	39	118	45	16	120	24	22	32	49	798	798	204	16
24	19	35	47	17	47	72	92	12	239	94	38	188	79	49	201	25	55	72	56	555	488	129	9
1	1	1	1	1	2	1	4	0	4	3	2	5	2	1	5	2	2	3	3	23	23	9	1
28	22	13	10	8	24	20	44	5	60	42	24	66	27	15	70	25	55	84	66	279	281	122	6
2	3	1	2	2	10	3	21	2	6	19	5	17	6	2	17	3	3	5	7	147	150	30	3
29	70	17	15	20	83	27	154	17	74	141	55	140	56	23	144	57	68	103	177	1042	1057	522	21
13	17	21	29	19	51	40	102	13	100	104	35	200	84	37	215	22	30	40	37	616	539	123	10
19	25	29	31	25	67	53	133	17	131	136	50	242	101	45	256	32	44	58	53	803	703	173	13
21	16	29	34	13	35	55	69	9	258	70	30	137	57	36	146	20	49	65	50	414	365	103	7
52	95	19	17	21	85	30	158	17	86	145	57	145	59	25	150	64	123	187	320	1069	1084	535	21
12	10	4	3	2	7	6	13	2	20	12	7	19	8	4	20	8	29	44	43	88	89	44	2
12	9	4	3	2	6	6	11	1	20	11	6	18	7	4	19	6	32	49	35	73	74	36	1
80	48	36	29	17	53	55	97	12	194	94	53	161	67	41	170	51	185	242	187	611	602	256	12
84	134	29	24	28	113	45	211	23	140	194	79	195	80	35	204	89	201	304	521	1427	1448	715	29
16	13	24	29	11	31	48	60	8	155	61	25	115	48	32	123	16	36	48	37	362	319	86	6
10	12	11	9	8	23	17	43	5	46	41	24	66	28	14	70	16	22	31	27	251	244	82	5
22	22	28	25	16	49	46	89	11	123	87	44	150	62	38	158	29	50	65	51	525	481	151	10
54	130	35	32	44	178	57	335	36	154	306	117	301	121	47	311	113	127	193	330	2336	2372	1121	47
7	16	6	6	9	36	10	69	7	27	63	22	60	24	9	62	16	15	23	36	486	493	152	10
7	4	3	2	1	4	4	7	1	14	7	4	11	5	3	12	4	21	27	17	43	42	18	1
2	3	3	3	2	7	5	12	2	14	12	5	21	9	4	22	3	6	7	6	73	67	18	1
21	51	14	12	15	62	23	115	13	61	106	44	107	44	19	112	47	47	71	104	777	788	389	16
2	5	1	1	1	5	2	9	1	5	8	4	9	4	2	9	4	5	7	10	59	60	30	1
53	39	72	64	29	82	116	156	20	424	157	74	288	119	78	306	49	123	161	125	935	831	256	16
27	36	34	34	30	90	61	165	21	152	161	71	277	115	50	293	46	60	81	75	974	892	242	18
3	3	1	1	1	3	2	5	1	6	4	3	7	3	2	7	3	7	11	10	31	31	14	1

(Source : REMODE - fichier v107ab18)

Table 22bis - Matrice O-D des 91 zones redistribuée gravitaire (*lapr* =0) (suite)

71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	Somme
266	81	347	481	210	382	296	600	94	53	24	5	627	153	66	70	43	21	190	160	29	21489
35	35	40	56	109	217	134	303	27	37	3	1	75	18	22	20	9	6	59	37	14	5978
26	14	30	42	30	58	42	87	16	8	3	1	59	15	11	12	7	2	25	16	4	2598
23	7	44	52	18	32	25	51	8	5	4	1	151	30	6	6	4	2	16	14	3	2635
28	8	52	62	21	39	30	60	10	5	4	1	142	29	7	7	4	2	19	16	3	2888
123	38	229	274	94	173	133	270	46	24	24	5	1157	168	32	33	22	10	85	72	13	14277
10	4	16	19	8	15	11	23	4	2	2	0	42	11	3	3	2	1	7	6	1	1068
52	47	60	83	145	282	184	406	37	50	5	1	113	28	29	27	13	10	85	57	18	8862
47	32	73	87	56	114	75	163	56	14	24	7	289	70	39	34	23	4	42	27	8	7508
43	31	50	69	92	168	127	261	28	24	4	1	93	23	21	20	10	7	73	43	12	5825
53	29	82	98	52	104	69	149	52	13	22	6	327	79	36	31	21	4	39	30	7	7705
4	2	5	6	4	7	5	10	3	1	1	0	16	4	2	2	1	0	3	2	1	453
94	30	154	184	72	134	102	207	37	18	19	4	806	135	26	27	18	7	65	54	10	10958
25	48	29	40	90	248	106	263	35	29	4	1	57	15	31	25	11	4	44	22	11	4992
8	5	11	13	8	17	12	24	7	2	2	1	26	7	5	5	3	1	7	4	1	909
18	19	21	29	31	66	41	90	31	8	4	1	47	12	21	21	11	2	21	11	4	2639
35	47	41	56	71	162	94	205	81	19	9	3	96	23	63	47	20	3	47	22	10	5786
12	10	14	20	22	44	30	64	11	6	2	1	29	8	8	8	4	1	18	8	3	1552
10	7	13	16	13	26	17	37	10	3	3	1	30	8	7	8	5	1	10	6	2	1252
83	98	95	130	301	612	355	861	76	83	9	3	179	44	62	56	25	12	147	75	37	13807
67	30	77	106	82	150	115	235	28	21	5	1	144	35	20	21	12	8	74	57	11	6835
41	83	47	65	128	333	155	376	79	38	8	3	96	25	74	48	20	5	69	33	16	8300
3	2	3	4	4	7	5	11	3	1	0	0	7	2	2	2	1	0	3	2	1	317
33	28	44	55	50	101	67	144	41	13	9	3	109	28	29	30	21	3	38	20	7	4710
10	4	12	18	11	20	15	31	4	3	1	0	21	5	3	3	2	1	10	11	2	1061
134	42	207	248	102	188	145	293	50	26	18	4	523	128	35	37	23	10	93	76	14	12828
40	58	46	63	142	355	169	417	42	41	5	2	90	23	37	31	14	6	71	35	18	7181
55	80	64	87	183	385	228	536	62	46	7	2	128	34	51	45	20	7	96	47	24	9460
33	63	38	52	95	242	117	279	71	28	7	2	78	21	67	43	18	4	52	25	12	6686
137	47	213	255	107	201	149	306	60	27	31	7	839	205	42	42	29	10	95	78	15	15533
11	8	16	20	14	28	19	40	14	4	6	2	64	16	10	9	6	1	10	6	2	1810
9	8	14	17	13	27	18	38	14	3	5	1	53	13	10	9	5	1	10	5	2	1624
71	76	93	115	122	261	163	354	136	31	26	8	282	68	95	81	43	6	82	43	17	11500
183	65	284	340	145	277	202	417	97	37	51	11	1132	274	68	67	46	14	127	104	20	21292
27	55	32	43	83	203	102	244	52	23	5	2	64	17	49	32	13	3	46	22	11	5441
26	26	30	41	50	99	67	145	30	13	4	1	61	16	21	22	11	3	37	18	7	3488
48	71	55	76	113	241	151	328	70	29	8	2	112	30	53	51	22	5	72	34	15	7379
287	87	545	652	221	402	311	631	102	56	34	7	1054	239	71	75	46	22	200	171	31	26205
46	16	59	82	44	81	62	126	17	11	4	1	107	26	12	12	8	5	40	36	6	4333
5	5	7	8	9	18	11	25	10	2	2	1	26	6	7	6	3	0	6	3	1	924
6	8	7	9	16	31	21	45	8	4	1	0	14	4	6	6	2	1	10	5	2	948
100	35	141	174	80	149	112	229	41	20	13	3	307	75	29	30	19	7	69	57	11	9164
8	3	11	13	7	13	9	19	4	2	1	0	26	7	3	3	2	1	5	4	1	769
81	143	94	129	212	498	264	621	177	57	18	6	193	51	166	106	44	9	121	57	28	14536
77	94	89	122	209	414	280	604	83	53	10	3	180	48	64	61	28	10	133	63	28	11782
4	3	5	6	5	10	7	15	4	1	1	1	16	4	3	3	2	0	4	2	1	553

(Source : REMODE - fichier v107ab18)

Table 22bis - Matrice O-D des 91 zones redistribuée gravitaire (*lapr* =0) (suite)

47	40	9	7	7	6	40	3	12	49	10	45	2	32	11	4	13	27	4	6	24	11	24
48	95	12	11	12	12	72	7	17	41	15	42	3	58	11	6	10	18	6	6	32	22	19
49	32	13	5	3	3	15	1	17	15	11	14	1	12	18	2	9	24	4	3	35	11	35
50	30	16	5	3	3	14	1	21	12	13	11	1	11	29	2	7	19	4	3	45	12	47
51	42	22	5	4	4	19	2	32	9	20	8	1	14	12	1	4	10	4	2	41	17	17
52	168	54	18	14	17	76	6	81	29	62	33	2	58	32	5	14	30	11	7	107	70	47
53	53	23	9	5	5	25	2	31	23	20	21	1	20	36	3	14	36	7	5	64	19	72
54	314	114	34	27	32	142	12	195	54	113	61	4	108	65	9	25	56	20	12	218	131	93
55	34	15	4	3	4	16	1	24	6	14	7	0	12	8	1	3	7	3	1	28	14	12
56	143	57	24	12	15	68	6	76	80	50	74	4	54	94	10	43	128	18	15	162	48	238
57	288	120	31	25	29	130	11	217	50	109	56	4	99	66	8	24	54	20	11	223	120	94
58	109	27	17	9	11	50	4	39	28	33	26	2	39	22	5	14	30	11	6	73	39	38
59	285	216	40	24	29	128	11	312	75	137	68	5	98	140	11	41	95	29	17	409	118	188
60	115	70	17	10	12	52	4	91	31	51	28	2	40	59	5	17	40	12	7	180	45	79
61	44	21	7	4	5	21	2	28	17	18	16	1	16	30	3	10	26	6	4	60	16	49
62	294	219	43	25	30	132	11	308	79	139	72	5	101	150	12	43	101	31	18	435	120	202
63	90	15	14	9	11	52	5	22	31	18	29	2	41	14	5	11	22	7	7	42	24	25
64	88	19	13	15	15	94	6	26	122	20	107	5	76	24	7	31	63	8	11	54	22	55
65	134	26	19	23	22	143	9	36	186	28	162	8	115	32	11	40	83	12	17	73	32	72
66	212	26	24	40	38	245	15	38	236	32	223	8	197	25	12	31	64	12	17	69	49	55
67	2198	693	222	188	224	993	81	1246	368	658	413	27	735	387	59	156	325	119	81	1302	793	553
68	2226	601	225	190	227	1005	82	1027	373	609	418	27	744	342	60	155	311	116	82	1148	799	491
69	889	107	83	90	107	479	41	160	183	132	207	14	368	78	29	57	111	39	36	253	204	130
70	44	11	4	4	4	20	2	16	7	12	8	1	15	6	1	3	6	2	2	21	16	9
71	265	35	26	23	27	122	10	53	47	43	53	4	94	25	7	18	35	12	10	83	67	41
72	81	35	13	7	8	39	4	47	32	31	30	2	30	47	5	19	47	10	7	97	29	83
73	346	41	30	44	52	229	16	61	73	50	82	5	154	29	11	21	41	14	13	95	78	48
74	482	56	42	52	62	273	19	83	87	69	98	6	184	40	13	29	56	20	16	131	107	65
75	209	110	30	18	21	94	8	145	56	92	52	4	72	90	8	31	71	22	13	301	82	128
76	380	217	58	32	38	172	15	282	114	168	104	7	134	248	17	66	163	44	26	612	150	334
77	294	134	42	25	30	132	11	184	75	127	69	5	102	106	12	42	94	30	17	355	115	155
78	597	303	87	51	60	269	23	406	163	261	149	10	206	263	24	90	206	64	37	861	235	377
79	95	27	16	8	10	46	4	37	57	28	52	3	37	34	7	31	81	11	10	76	29	79
80	53	37	8	5	5	24	2	50	14	24	13	1	18	29	2	8	19	6	3	83	21	38
81	24	3	3	4	4	24	2	5	24	4	22	1	19	4	2	4	9	2	3	9	6	8
82	5	1	1	1	1	5	0	1	7	1	6	0	4	1	1	1	3	1	1	3	1	3
83	627	76	59	151	142	1157	42	113	288	93	327	16	806	57	26	47	96	29	30	179	144	96
84	153	18	15	30	29	168	11	28	70	23	79	4	135	15	7	12	23	8	8	45	35	25
85	66	22	11	6	7	32	3	29	39	21	36	2	26	31	5	21	63	8	7	61	20	74
86	70	20	12	6	7	34	3	27	34	20	31	2	27	25	5	21	47	8	8	56	21	48
87	43	9	7	4	4	22	2	13	23	10	21	2	18	11	3	11	20	4	5	25	12	20
88	21	6	2	2	2	10	1	10	4	7	4	0	7	4	1	2	3	1	1	12	8	5
89	189	59	25	16	19	85	7	85	42	73	39	3	65	44	7	21	47	18	10	147	74	69
90	160	37	16	14	16	72	6	57	27	43	30	2	54	22	4	11	22	8	6	75	58	33
91	29	14	4	3	3	13	1	18	8	12	7	1	10	11	1	4	10	3	2	37	11	17
Somme	21489	5978	2598	2635	2888	14278	1068	8862	7508	5826	7706	453	10958	4992	910	2638	5787	1553	1252	13807	6835	8300

(Source : REMODE - fichier v107ab18)

Table 22bis - Matrice O-D des 91 zones redistribuée gravitaire (*lapr* =0) (suite)

1	28	2	29	13	19	21	52	12	12	80	84	16	10	22	54	7	7	2	21	2	53	27	3
1	22	3	70	17	25	16	95	10	8	47	133	13	12	22	130	16	4	3	51	5	39	35	3
1	13	1	17	21	29	29	19	4	4	36	29	24	11	28	35	6	3	3	14	1	72	34	1
1	10	2	15	29	31	34	17	3	3	29	24	29	9	25	32	6	2	3	12	1	64	34	1
1	8	2	20	19	25	13	21	2	2	17	28	11	8	16	44	9	1	2	15	1	29	30	1
2	24	10	82	51	67	36	84	7	6	53	113	31	23	49	177	36	4	7	61	5	82	90	3
1	20	3	27	40	53	55	30	6	6	55	45	48	17	46	57	10	4	5	23	2	116	61	2
4	44	21	153	102	134	69	157	13	11	97	209	61	43	89	334	69	7	13	114	9	156	166	5
0	6	2	17	13	17	9	17	2	1	12	23	8	5	11	36	7	1	2	13	1	20	21	1
4	60	6	74	100	131	258	86	20	20	194	141	155	46	123	153	27	14	14	61	5	425	152	6
3	42	19	141	104	136	70	144	12	11	95	193	61	41	87	305	63	7	12	105	8	158	161	4
2	25	5	55	35	50	30	57	7	6	53	79	25	24	44	117	22	4	5	45	4	75	71	3
5	66	17	139	200	242	137	144	19	18	162	194	115	66	150	300	61	11	21	107	9	288	278	7
2	27	6	56	84	101	58	58	8	7	67	80	48	28	62	121	24	5	9	44	4	120	115	3
1	15	2	23	37	45	36	25	4	4	41	35	32	14	38	47	9	3	4	19	2	78	50	2
5	70	17	144	215	256	146	149	20	19	171	203	123	70	158	310	62	12	22	112	9	306	293	7
2	25	3	57	22	32	20	64	8	6	52	89	16	16	29	113	16	4	3	47	4	49	46	3
2	55	3	68	30	44	49	123	29	32	185	201	36	22	50	127	15	21	6	48	5	123	59	7
3	84	5	103	40	58	65	187	44	49	242	304	48	31	65	193	23	27	7	72	7	161	81	11
3	66	7	177	37	53	50	320	43	35	186	521	37	28	51	330	36	17	6	104	10	124	75	10
23	281	148	1043	612	799	413	1070	88	73	611	1428	361	250	522	2349	488	43	73	775	59	929	968	31
23	283	150	1056	541	707	367	1084	89	74	606	1447	321	245	482	2379	494	42	67	785	60	835	895	31
9	122	30	522	123	174	103	535	44	36	255	714	86	82	151	1121	152	18	18	388	30	257	243	14
1	6	3	21	10	13	7	21	2	1	12	28	6	5	10	47	10	1	1	15	1	16	18	1
3	33	10	134	40	55	32	137	11	9	70	183	27	26	47	287	45	5	6	99	8	80	77	4
2	28	4	42	58	80	64	47	8	8	76	65	56	26	71	87	16	5	8	35	3	143	94	3
3	44	12	208	46	64	38	213	16	13	93	285	32	30	55	545	59	7	7	141	11	94	89	5
4	55	18	249	63	87	52	255	20	17	115	340	43	41	76	652	82	8	9	174	13	129	122	6
4	50	11	102	142	183	95	106	14	13	122	145	83	50	113	220	44	9	16	80	7	212	210	5
7	101	20	188	355	386	242	201	28	27	261	277	203	99	242	401	81	18	31	150	13	499	414	10
5	67	15	144	169	228	117	149	19	18	163	202	102	67	151	310	62	11	21	111	9	265	281	7
11	144	31	293	417	536	280	304	40	39	355	416	244	145	329	629	127	25	46	229	19	622	605	15
3	41	4	50	42	62	71	60	14	14	137	98	52	30	70	102	17	10	8	41	4	176	83	4
1	13	3	26	41	46	28	27	4	3	31	37	23	13	29	56	11	2	4	20	2	57	53	1
0	9	1	18	5	7	7	31	6	5	26	51	5	4	8	34	4	2	1	13	1	17	10	1
0	3	0	4	2	2	2	7	2	1	8	11	2	1	2	7	1	1	0	3	0	6	3	1
7	108	21	523	90	128	78	839	64	53	281	1131	64	61	112	1054	107	26	14	307	26	193	180	16
2	28	5	128	23	34	21	205	16	13	68	274	17	16	30	239	26	6	4	76	7	51	47	4
2	29	3	35	37	51	67	42	10	10	95	68	49	21	53	71	12	7	6	29	3	166	64	3
2	30	3	37	31	45	43	42	9	9	81	68	32	22	51	75	12	6	6	31	3	106	61	3
1	21	2	23	14	20	18	29	6	5	43	46	13	11	22	46	8	3	2	19	2	44	28	2
0	3	1	10	6	7	4	10	1	1	6	14	3	3	5	22	5	0	1	7	1	9	10	0
3	38	10	92	71	96	53	95	10	10	82	127	46	37	72	199	40	6	10	69	5	121	133	4
2	20	11	76	36	47	25	78	6	5	44	104	22	18	34	171	36	3	5	57	4	58	63	2
1	7	2	14	18	24	12	15	2	2	17	20	11	7	15	31	6	1	2	11	1	28	29	1
317	4711	1060	12828	7181	9461	6686	15532	1810	1623	11500	21291	5440	3488	7379	26205	4333	924	948	9164	769	14536	11782	553

(Source : REMODE - fichier v107ab18)

Table 22bis - Matrice O-D des 91 zones redistribuée gravitaire (*lapr* =0) (suite)

0	8	4	4	2	7	7	13	2	23	13	7	20	8	5	22	7	28	42	33	84	84	37	2
8	0	4	3	4	14	6	26	3	17	24	12	28	11	5	29	13	19	29	40	176	178	88	4
4	4	0	6	3	8	11	16	2	32	16	8	30	12	8	32	5	10	13	10	96	85	26	2
4	3	6	0	4	10	12	19	3	35	20	7	42	18	10	45	4	8	11	8	117	102	24	2
2	4	3	4	0	16	6	34	4	14	36	8	45	16	5	46	5	5	7	8	207	179	32	3
7	14	8	10	16	0	15	120	14	38	110	25	110	38	13	111	15	15	21	31	706	649	130	13
7	6	12	12	5	15	0	29	4	58	30	12	56	23	15	59	8	15	20	16	175	155	42	3
13	26	16	19	34	120	29	0	31	73	302	46	241	81	27	240	28	27	39	58	1956	1756	242	27
2	3	2	3	4	14	4	31	0	9	30	6	30	10	3	30	3	3	5	6	180	161	27	3
24	17	32	35	14	38	58	73	9	0	74	33	139	58	38	149	22	54	71	55	438	386	113	7
13	24	16	20	36	110	30	302	30	74	0	44	268	85	27	265	26	26	38	53	1944	1586	223	24
7	12	8	7	8	25	12	46	6	33	44	0	62	26	10	65	15	15	22	24	281	282	86	6
20	28	30	42	45	110	56	242	30	140	268	62	0	174	51	680	36	45	61	59	1554	1269	221	22
9	11	12	18	16	38	23	81	10	59	85	26	175	0	22	187	15	19	25	24	494	425	89	7
5	5	8	10	5	13	15	27	3	38	27	10	51	22	0	55	7	12	15	12	161	141	35	3
22	29	32	45	46	111	59	240	30	149	265	65	681	187	55	0	37	48	65	62	1535	1259	228	22
7	13	5	4	5	15	8	28	3	22	26	15	36	15	7	37	0	15	22	28	185	188	84	4
28	19	10	8	5	15	15	27	3	54	26	15	45	19	11	48	15	0	148	82	171	170	82	3
42	29	13	11	7	21	20	39	5	71	38	22	61	25	15	65	22	148	0	125	252	254	124	5
33	40	10	8	8	31	16	58	6	55	54	24	58	24	12	62	28	82	125	0	394	400	197	8
84	175	96	116	206	700	174	1944	179	437	1932	280	1543	492	160	1525	186	171	252	394	0	15408	1653	187
85	177	85	102	180	650	155	1762	162	389	1592	282	1272	427	141	1264	189	170	255	399	15294	0	1674	188
37	87	26	24	32	131	42	244	27	113	224	87	222	89	35	229	83	82	124	197	1651	1675	0	33
2	4	2	2	3	13	3	27	3	7	24	6	22	7	3	22	4	3	5	8	187	188	33	0
10	22	8	8	11	43	13	80	9	36	74	28	73	29	11	75	22	21	32	50	531	538	212	11
9	10	15	15	8	23	27	45	6	67	45	19	82	34	22	87	12	21	28	22	267	237	64	5
13	32	9	9	12	50	15	95	10	42	87	32	84	34	13	86	30	31	46	79	674	685	301	13
16	39	13	12	17	68	21	134	14	57	121	44	115	46	17	119	37	37	57	94	952	967	372	19
15	21	22	27	26	69	40	138	18	101	141	46	255	106	37	269	27	34	46	44	833	729	162	13
32	40	52	74	48	125	98	256	33	246	264	85	568	240	91	610	52	73	96	85	1545	1342	295	25
21	29	27	32	34	94	50	184	23	124	182	66	305	125	44	322	37	46	62	61	1092	974	229	19
45	60	64	79	72	194	118	387	49	296	393	133	706	294	110	745	77	99	134	127	2329	2040	464	38
17	12	14	12	7	21	22	38	5	78	37	21	63	26	16	67	15	38	50	39	222	211	75	4
4	5	6	9	8	19	11	40	5	28	43	12	100	36	11	107	7	9	12	11	249	210	41	4
5	5	2	1	1	4	2	7	1	8	6	3	8	3	2	8	4	11	17	18	45	45	22	1
2	1	1	0	0	1	1	2	0	2	2	1	2	1	1	2	1	3	5	5	11	11	5	0
50	92	19	17	23	92	31	172	19	85	158	61	156	63	26	161	65	120	182	312	1165	1182	584	23
12	23	5	5	6	23	8	42	5	23	39	15	39	16	7	40	17	29	44	75	285	289	143	6
12	8	13	11	5	16	20	29	4	73	29	14	52	22	14	55	10	27	35	27	172	156	53	3
10	9	10	8	5	15	15	28	4	47	27	15	47	19	12	49	11	23	30	23	163	155	55	3
6	6	4	3	3	8	6	14	2	20	14	8	21	9	5	23	7	12	18	16	90	91	34	2
1	2	1	1	2	7	2	18	2	4	16	3	13	4	2	13	2	2	2	4	123	113	16	2
11	17	12	13	18	54	22	99	12	56	96	39	126	52	19	132	22	23	33	36	581	545	147	11
6	13	6	7	11	46	11	98	9	26	88	20	77	27	9	78	14	12	18	29	827	844	120	14
2	3	3	3	3	9	5	18	2	13	18	7	32	13	5	33	4	5	6	6	107	95	23	2
1720	2495	1458	1579	1620	5246	2537	11265	1258	7060	10909	3242	13394	5166	2118	13817	2462	3914	5556	6885	65778	62699	17928	1258

(Source : REMODE - fichier v107ab18)

Table 22bis - Matrice O-D des 91 zones redistribuée gravitaire (*lapr* =0) (suite)

10	9	13	17	15	32	21	45	17	4	5	2	50	12	12	10	6	1	11	6	2	1720
23	9	32	39	21	40	28	60	12	5	5	1	92	23	8	9	6	2	17	13	3	2495
8	15	9	13	22	51	27	64	14	6	2	1	19	5	13	10	4	1	12	6	3	1458
8	15	9	12	27	74	32	79	12	9	1	0	17	5	11	8	3	1	13	7	3	1578
11	8	12	17	26	48	34	72	7	8	1	0	23	6	5	5	3	2	18	11	3	1621
43	23	49	68	69	125	94	194	21	19	4	1	92	23	16	15	8	7	54	46	9	5246
13	27	15	21	40	97	49	118	22	11	2	1	31	8	20	15	6	2	22	11	5	2538
80	45	95	134	139	256	184	388	38	40	7	2	171	42	29	28	14	18	99	97	18	11266
9	6	10	14	18	33	23	50	5	5	1	0	19	5	4	4	2	2	12	9	2	1259
36	67	42	57	100	245	123	295	78	28	8	3	85	23	74	47	20	4	55	26	13	7060
73	45	86	121	141	265	183	394	37	43	6	2	157	38	29	27	14	16	96	88	18	10909
28	19	32	44	47	85	66	133	20	12	3	1	61	16	14	15	8	3	39	20	7	3242
72	82	84	115	255	568	305	705	63	100	8	2	156	39	52	47	21	13	126	76	32	13394
29	34	33	46	106	240	125	294	26	36	3	1	63	16	22	19	9	4	52	26	13	5166
11	22	13	17	37	91	44	109	16	11	2	1	26	7	14	12	5	2	19	9	5	2118
75	87	86	118	269	610	322	744	67	107	8	2	161	40	55	49	23	13	132	77	33	13817
22	12	30	37	27	52	37	77	15	7	4	1	66	17	10	11	7	2	22	14	4	2462
21	21	31	38	34	73	46	99	38	9	11	3	120	29	27	23	12	2	23	12	5	3913
32	28	46	57	46	96	62	134	50	12	17	5	182	44	35	30	18	2	33	18	6	5557
51	22	78	94	44	85	61	127	39	11	18	5	312	76	27	23	16	4	36	29	6	6885
530	266	679	958	828	1537	1084	2314	221	247	44	11	1166	285	171	162	91	122	577	833	106	65778
536	238	687	970	732	1349	977	2048	211	211	45	11	1181	288	157	155	92	114	545	844	95	62699
212	64	301	371	162	296	229	464	75	41	22	5	583	142	53	56	34	16	147	121	23	17927
11	5	13	19	13	25	19	38	4	4	1	0	23	6	3	3	2	2	11	14	2	1258
0	20	78	106	53	97	75	152	24	13	6	1	149	36	16	17	11	5	48	39	7	5428
20	0	24	32	61	142	76	178	30	16	3	1	48	13	26	22	9	3	34	16	8	3664
78	24	0	191	61	111	86	175	28	15	8	2	250	57	19	20	13	7	55	49	9	7378
107	32	191	0	84	153	118	240	38	21	10	2	300	68	26	28	17	9	76	70	12	9609
53	61	61	83	0	351	227	534	48	49	6	2	114	28	38	35	16	8	94	48	24	8789
97	142	111	152	351	0	414	1010	103	116	12	4	213	54	90	75	33	14	172	87	44	17296
75	76	86	118	227	414	0	644	64	58	8	2	161	40	49	47	22	10	133	66	31	11355
152	178	174	239	534	1010	644	0	139	135	17	5	327	82	113	102	47	21	269	135	68	24078
24	30	28	38	48	102	64	139	0	12	5	2	59	15	38	32	13	2	32	15	7	3778
13	16	15	21	49	116	58	135	12	0	2	0	29	7	10	9	4	2	24	13	6	2514
6	3	8	10	6	12	8	17	5	2	0	1	30	7	4	4	2	0	5	3	1	811
1	1	2	2	2	4	2	5	2	0	1	0	7	2	1	1	1	0	1	1	0	210
149	48	250	300	115	213	162	328	58	29	30	7	0	214	41	43	28	11	104	85	16	17169
37	13	57	68	29	54	40	82	15	7	7	2	214	0	11	11	7	3	25	21	4	4176
17	26	19	26	38	90	49	112	38	10	4	1	41	11	0	22	9	2	23	11	5	2934
18	22	20	28	35	75	47	102	32	9	4	1	43	11	22	0	10	2	23	11	5	2638
11	9	12	17	16	33	22	47	13	4	2	1	28	8	9	10	0	1	12	7	2	1402
5	3	7	9	8	14	10	21	2	2	0	0	11	3	2	2	1	0	6	7	1	702
48	34	55	76	94	172	133	269	32	24	5	1	103	25	23	23	12	6	0	39	13	5929
39	16	49	70	48	87	66	135	15	13	3	1	85	21	11	11	7	7	39	0	6	4836
7	8	9	12	24	44	31	68	7	6	1	0	16	4	5	5	2	1	13	6	0	1177
5428	3664	7378	9609	8789	17296	11355	24078	3778	2515	811	210	17169	4175	2934	2638	1403	702	5929	4836	1177	705077

(Source : REMODE - fichier v107ab18)

Table 23 - Matrice O-D des 21 zones calculée sur le zonage de 91*91 (*lapr* =0)

O/D	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	Somme
1	0	1043	1375	13316	15755	215	3846	3	1308	83	191	849	5998	866	149	455	100	2787	187	3191	460	52176
2	1925	0	395	399	615	167	80	6832	5455	81	417	744	65	21	107	30	2	278	21	2703	156	20492
3	1366	1185	0	716	154	43	129	245	1364	1202	27	242	244	409	82	176	3	2430	170	204	121	10510
4	18673	855	42	0	631	1546	120	37	16	2503	89	162	3	43	37	60	12	243	25	162	88	25347
5	9731	791	683	748	0	1235	108	637	180	123	45	5402	163	743	9264	382	218	481	487	343	290	32051
6	1010	389	443	1828	1150	0	61	158	54	40	62	506	371	734	457	38	1	74	29	71	57	7533
7	3862	4020	483	88	700	78	0	147	466	904	4212	159	91	56	128	570	15	4356	2285	342	232	23193
8	721	3930	210	80	77	43	202	0	384	271	99	948	2541	3	78	108	3	525	49	300	306	10877
9	112	1544	4058	105	165	63	1375	110	0	2662	789	39	65	65	137	249	5	1875	48	362	364	14191
10	4093	205	119	62	118	48	1849	749	1952	0	1174	44	53	52	119	96	4	568	47	352	363	12067
11	241	75	124	15	58	25	4967	54	866	2144	0	67	35	14	373	27	1	531	133	100	128	9978
12	1552	810	517	4	5877	1130	46	1276	76	51	34	0	6468	3870	28	31	4	227	27	176	139	22342
13	4076	194	1122	4	240	921	92	426	126	63	72	6472	0	1886	25	306	8	440	49	91	268	16878
14	250	61	434	24	1418	187	39	113	52	39	23	3596	1770	0	968	877	538	170	24	371	119	11070
15	6386	148	17	7	594	1466	151	16	188	153	96	211	17	93	0	2349	1011	429	186	339	402	14256
16	154	84	84	50	516	19	2218	52	123	86	114	126	28	925	1251	0	144	449	401	8298	2078	17198
17	80	21	23	15	177	12	21	28	24	27	14	18	43	979	1000	49	0	172	402	114	121	3338
18	1458	498	174	228	423	1178	1506	558	910	484	1928	221	546	226	2715	5557	142	0	873	1104	8949	29676
19	202	34	36	17	35	13	1730	44	547	392	230	18	43	18	94	298	49	2214	0	251	201	6464
20	3948	5076	508	113	254	85	190	217	406	256	73	246	46	349	374	4331	44	3377	999	0	5879	26770
21	2046	368	183	120	251	113	330	323	468	294	1012	132	326	194	338	1771	29	9474	171	7949	0	25889
Somme	61884	21329	11029	17938	29208	8584	19057	12023	14963	11855	10699	20201	18914	11544	17724	17759	2333	31102	6610	26820	20721	392295

(Source : REMODE - fichier v107b18)

Table 23bis - Matrice O-D des 21 zones calculée par REMODE (*lapr* =0)

O/D	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	Somme
1	0	3	1	5047	4031	2564	2783	1	16	4528	6	2227	5252	137	5223	1135	1605	22	1	6	13	34599
2	92	0	36	3	359	88	637	2575	86	155	199	92	326	1	1190	36	2	1	0	16	35	5927
3	41	6	0	285	9	153	35	818	12	472	0	35	70	301	1	9	0	1398	13	8939	2	12599
4	8155	1098	403	0	40	176	7	569	384	85	1	721	43	15	7	2	22	0	5	15	5	11750
5	7155	80	61	423	0	1273	184	8	9	768	51	4	2687	82	7	2	1	2	8	5	4	12814
6	3844	5	2	93	1307	0	7	8	71	24	7	32	1861	3	920	5	8	555	4	10	7	8772
7	81	9	6	1119	674	16	0	34	3513	359	1733	2	2	28	11	1564	787	5	20	2223	13	12198
8	414	3974	2096	852	5	0	112	0	6	652	0	1123	1	117	0	6	1	0	0	1	1	9362
9	52	12	153	3883	66	93	5825	16	0	1	194	2	45	18	16	2	81	66	1	0	13	10538
10	1016	10	574	0	6	17	247	193	2085	0	1977	1692	1	3	1515	5	2	15	207	480	829	10875
11	3	42	171	2	3	0	1632	0	1115	348	0	2	1	5	8	15	178	26	0	9	995	4557
12	3613	205	93	4	401	342	1	1275	6	568	2	0	1520	17	1	400	15	1	16	4324	939	13741
13	3949	436	15	145	385	1284	419	304	7	184	101	173	0	56	5	5	44	15	30	2379	2708	12643
14	891	161	9	0	4	5734	166	6	20	0	3	1	4	0	43	48	7	1	2	61	24	7185
15	4555	599	28	7	11	136	266	45	8	370	25	2773	3	1075	0	26	1314	3624	4	17	13	14896
16	1797	1	4	3	1	0	162	1	26	2	21	5	2	0	7	0	4	3	10	1740	1832	5619
17	872	36	4	1	24	283	6837	3	1	16	33	8	11	1	1574	906	0	170	6	24	4	10811
18	8201	16	28	26	12	166	12	8	12	135	856	125	538	635	2200	8	401	0	7856	727	97	22060
19	7	1	7	25	200	6	328	21	5	121	6	11	5	2	10	1	7	4098	0	9	68	4937
20	19	6	2969	9	6	11	0	1660	27	275	2	3074	425	49	1709	3993	15	9642	1	0	6187	30077
21	157	3	18	143	3	1153	726	16	22	1495	37	58	3	1	96	722	43	932	135	14035	0	19798
Somme	44914	6704	6676	12071	7548	13492	20385	7559	7430	10557	5254	12160	12797	2543	14541	8888	4536	20576	8320	35019	13787	275756

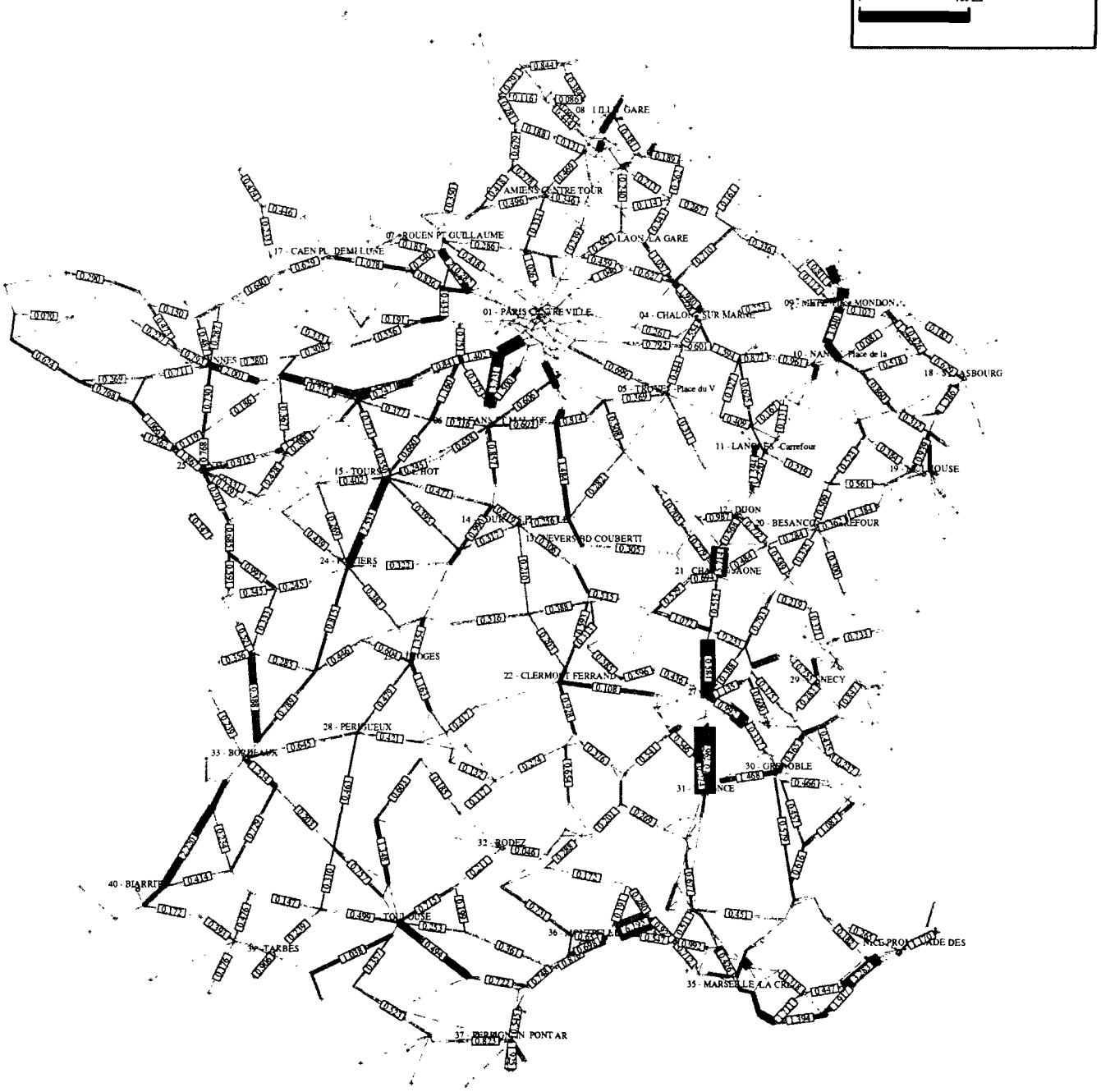
(Source : REMODE - fichier v107a27d)

Table 23ter - Matrice O-D des 21 zones redistribuée gravitaire (*lapr* =0)

O/D	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	Somme
1	0	1228	2053	2547	2013	2256	2823	1781	1647	1907	768	2306	2374	799	2214	909	1192	3255	1003	4569	2112	39756
2	1231	0	261	295	236	257	421	237	271	307	119	264	271	94	260	112	147	468	130	633	303	6315
3	2054	260	0	575	381	489	544	442	356	402	153	453	483	152	421	172	226	618	190	866	401	9638
4	2544	295	574	0	495	661	665	472	396	453	181	619	656	204	564	224	294	768	243	1103	500	11911
5	2013	235	381	494	0	450	604	331	315	368	164	524	530	194	538	221	290	726	240	1086	480	10181
6	2254	256	488	662	450	0	592	401	344	397	161	673	750	212	588	227	297	690	222	1018	451	11132
7	2827	422	546	667	605	593	0	494	654	792	393	654	655	256	729	335	418	1618	402	2188	1047	16292
8	1782	237	442	472	331	402	492	0	336	379	139	382	399	131	364	150	196	549	165	758	355	8461
9	1652	270	357	398	316	345	652	338	0	565	195	354	363	125	349	152	197	726	181	981	470	8984
10	1913	307	403	455	369	398	789	381	565	0	262	410	421	146	422	193	240	934	230	1268	609	10716
11	770	119	153	182	164	162	393	139	195	262	0	178	177	70	207	96	119	466	115	634	305	4906
12	2297	262	452	617	522	671	650	380	352	407	176	0	975	300	924	350	421	847	285	1484	580	12951
13	2369	269	481	654	528	747	651	397	361	418	176	975	0	268	820	310	375	799	265	1321	536	12720
14	798	93	152	203	194	212	256	131	125	146	70	301	268	0	341	132	172	342	117	581	233	4864
15	2200	258	418	560	534	585	723	361	345	416	205	921	817	340	0	584	549	1115	385	2461	941	14718
16	905	111	171	223	220	226	336	149	151	194	97	345	306	131	577	0	243	570	184	1529	584	7253
17	1191	147	226	294	290	298	415	196	196	238	119	422	376	173	552	243	0	598	205	1074	424	7674
18	3270	469	621	772	729	693	1617	551	727	937	467	853	803	344	1129	568	601	0	639	3741	1788	21318
19	1003	129	190	243	241	223	400	165	180	230	115	286	266	117	388	181	206	636	0	993	438	6628
20	4571	646	867	1098	1082	1013	2227	760	1001	1290	643	1458	1297	576	2407	1513	1068	3810	989	0	4235	32548
21	2115	303	402	501	482	453	1044	355	469	608	304	575	535	233	926	582	425	1785	439	4258	0	16792
Somme	39756	6315	9638	11910	10181	11132	16292	8461	8984	10716	4905	12950	12720	4864	14718	7253	7674	21318	6628	32548	16792	275756

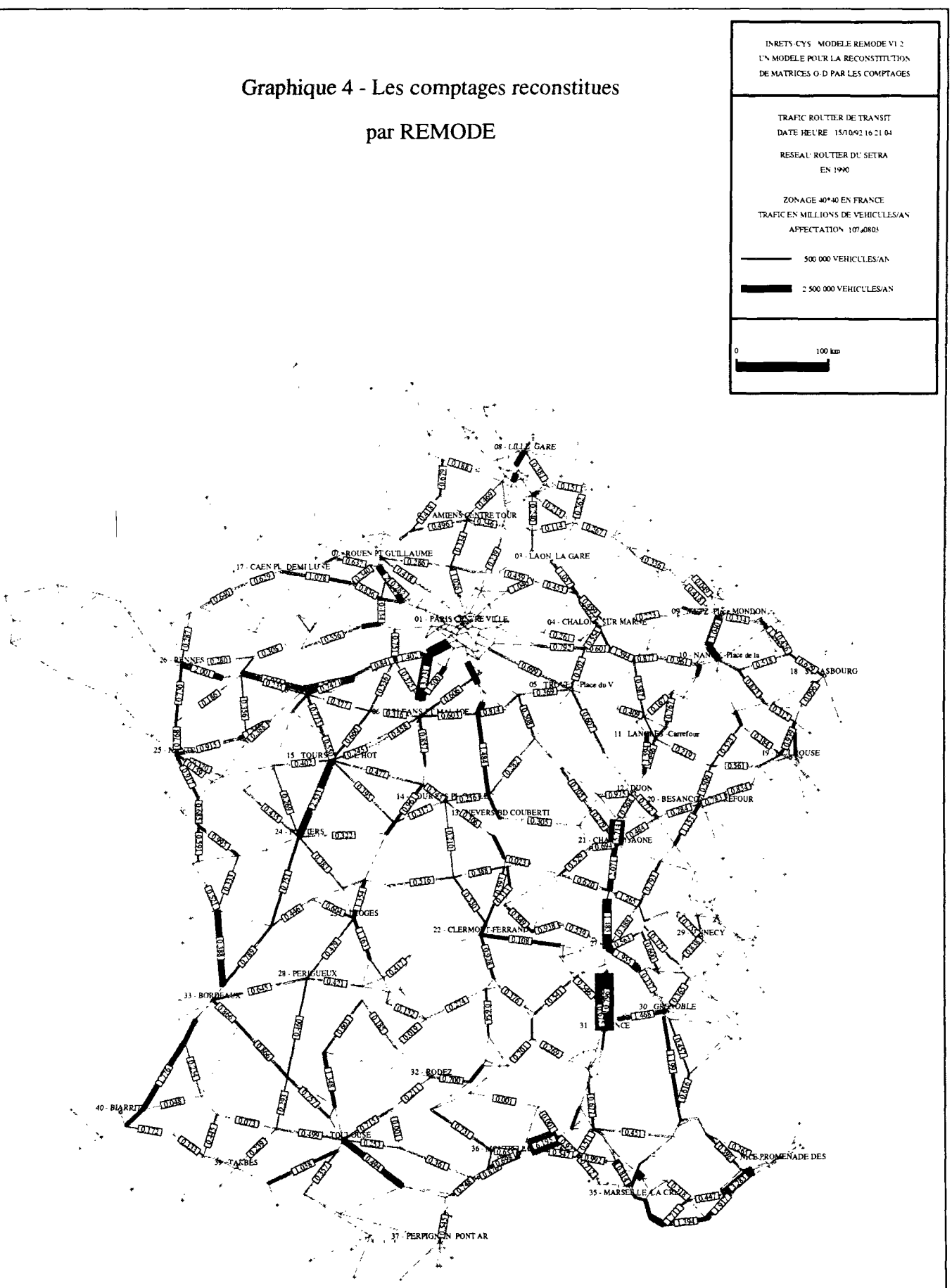
(Source : REMODE - fichier v107a27d)

Graphique 3 - Les comptages reels du recensement de circulation en 1990



Graphique 4 - Les comptages reconstitues

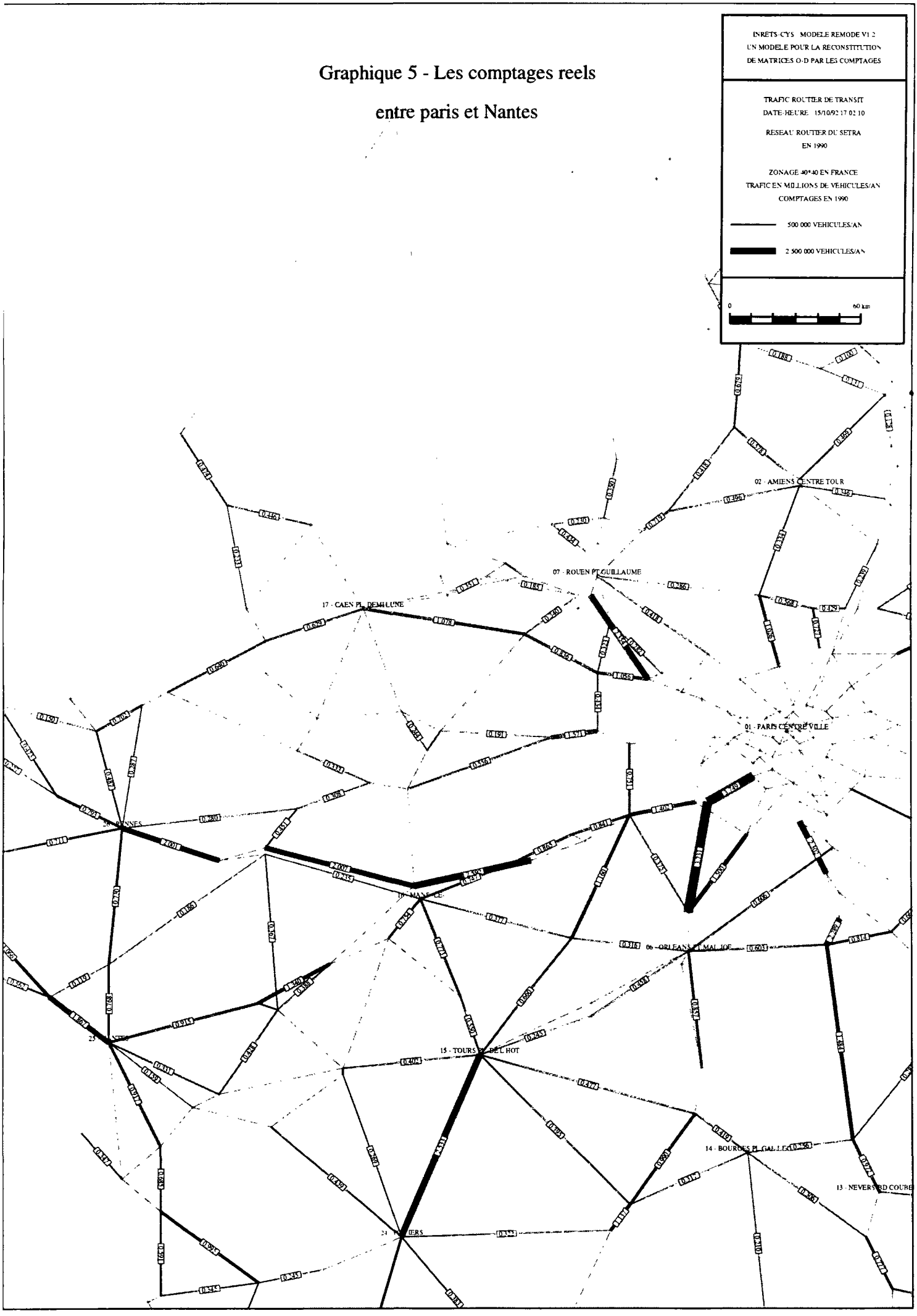
par REMODE



ÉCOLE DES HAUTES ÉTUDES BIBLIOTHÈQUE

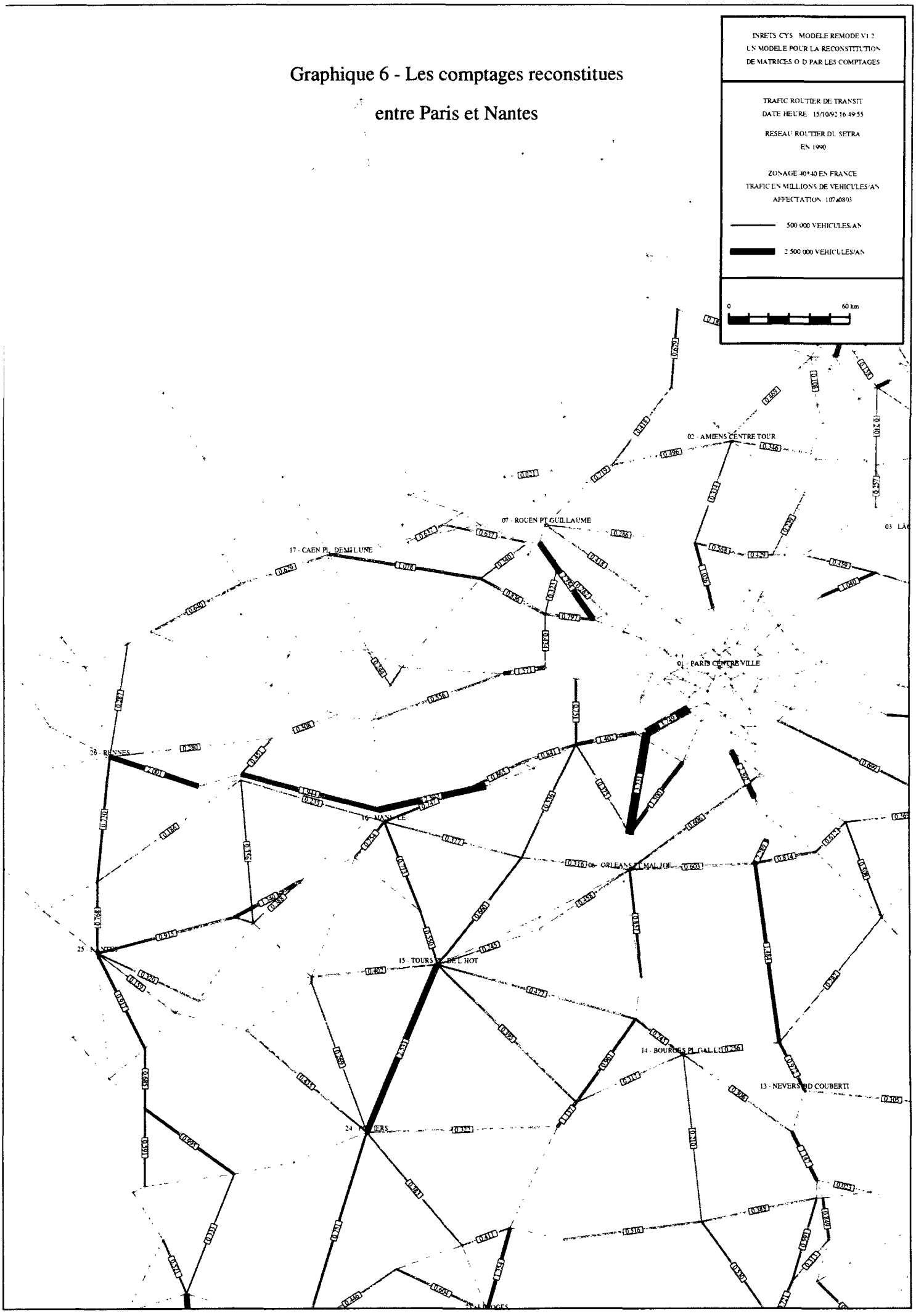
Graphique 5 - Les comptages reels

entre paris et Nantes



Graphique 6 - Les comptages reconstitues

entre Paris et Nantes



TA12 - LES LISTINGS D'UN CALCUL DANS LE ZONAGE DE 40*40 (v107a08)

TA12.01 - **Listing du fichier d'affichage sur l'écran** ("ecrem107a08")
TA12.02 - **Listing du fichier des résultats** ("resurem107a08")
TA12.03 - **Listing du fichier des processus intermédiaires** ("inter107a08")

TA12.01 - **Listing du fichier d'affichage sur l'écran** ("ecrem107a08")

```
Wed Sep  9 17:29:09 MET DST 1992

        Programme  REMODE
         ---  V107a  ---
Nom du fichier de calcul = fremode107a
Fichier intermediaire    = inter107a08
         ---  *****  ---

Wed Sep  9 17:29:18 MET DST 1992
Iteration generale, No.=  1
Patientez quelques instants.
traficmax (TMJA) =    14904.1
traficat   somme =    1.80056E+06 %t1=    30.8303
traficrt   somme =    4.03967E+06 %t2=    69.1697
longat=    7526.69 longa1=    6067.52 %a=    80.6134
longrt=    31534.0 longr1=    22266.4 %r=    70.6108
traficatkm somme =    4.36214E+07 %tk1=    23.7372
traficrtkm somme =    1.40146E+08 %tk2=    76.2628
Rappel de Subroutine -- SP06: MODEM
Patientez quelques instants.
Wed Sep  9 18:11:15 MET DST 1992
Wed Sep  9 22:48:05 MET DST 1992
traficmax (TMJA) =    18948.0
traficat   somme =    524044.     %t1=    29.1143
traficrt   somme =    1.27591E+06 %t2=    70.8857
longat=    7526.69 longa1=    2032.03 %a=    26.9977
longrt=    31534.0 longr1=    15138.8 %r=    48.0078
traficatkm somme =    1.91512E+07 %tk1=    23.2614
traficrtkm somme =    6.31791E+07 %tk2=    76.7386

Wed Sep  9 22:48:42 MET DST 1992
Iteration generale, No.=  2
Patientez quelques instants.
traficmax (TMJA) =    20025.0
traficat   somme =    2.18904E+06 %t1=    30.2753
traficrt   somme =    5.04140E+06 %t2=    69.7247
longat=    7526.69 longa1=    6150.21 %a=    81.7120
longrt=    31534.0 longr1=    22666.1 %r=    71.8784
traficatkm somme =    5.89736E+07 %tk1=    24.5712
traficrtkm somme =    1.81038E+08 %tk2=    75.4288
Rappel de Subroutine -- SP06: MODEM
Patientez quelques instants.
Wed Sep  9 23:42:55 MET DST 1992
Thu Sep 10 04:26:16 MET DST 1992
```

```
traficmax (TMJA) =     18948.0
traficat   somme =     560991.      %t1=     31.3157
traficrt   somme =     1.23042E+06 %t2=     68.6843
longat=     7526.69 longa1=     2032.03 %a=     26.9977
longrt=     31534.0 longr1=     15379.9 %r=     48.7724
traficatkm somme =     2.01337E+07 %tk1=     24.8904
traficrtkm somme =     6.07556E+07 %tk2=     75.1096

Thu Sep 10 04:26:53 MET DST 1992
Iteration generale, No.=  3
Patientez quelques instants.
traficmax (TMJA) =     17930.4
traficat   somme =     1.77691E+06 %t1=     31.6726
traficrt   somme =     3.83332E+06 %t2=     68.3274
longat=     7526.69 longa1=     5997.21 %a=     79.6792
longrt=     31534.0 longr1=     22141.6 %r=     70.2152
traficatkm somme =     4.50150E+07 %tk1=     26.3221
traficrtkm somme =     1.26001E+08 %tk2=     73.6779
Rappel de Subroutine -- SP06: MODEM
Patientez quelques instants.
Thu Sep 10 05:09:29 MET DST 1992
Thu Sep 10 09:21:18 MET DST 1992
traficmax (TMJA) =     18948.0
traficat   somme =     557974.      %t1=     30.2442
traficrt   somme =     1.28692E+06 %t2=     69.7558
longat=     7526.69 longa1=     2032.03 %a=     26.9977
longrt=     31534.0 longr1=     15115.5 %r=     47.9342
traficatkm somme =     1.95282E+07 %tk1=     23.7019
traficrtkm somme =     6.28628E+07 %tk2=     76.2981
Fichier des resultats = resurem107a08
Fichier intermediaire = inter107a08
Thu Sep 10 09:22:16 MET DST 1992
```

TA12.02 - **Listing du fichier des résultats** ("resurem107a08")

```
Wed Sep  9 17:29:09 MET DST 1992
        Programme  REMODE
         ---  V107a  ---
Nom du fichier de calcul    = fremode107a
Fichier intermediaire       = inter107a08
         ---  *****  ---
Nb. motifs de deplacement   =  3
Valeur du temps par motif   =    60.0000    185.000    70.0000
Ecart-type  des valeurs     =   0.800000   0.600000   0.700000
Pourcentage  par motif      =    60.0000    13.0000    27.0000
Definition des zonages      = deptzone40
Indicateurs socioecos       = socioeco40
Fichier de  ct. aleatoires  = ctaleat
Fichier des compteurs del.  = compt_sup
Fichier de la MOD a priori  = mod40r2rem
         ---  *****  ---
Nb. capteurs residuels      =  42
Nb. de sens de capteurs     =  2
Nb.  iteration du calcul    =  3
% de precision du calcul    =  10
Iterations internes         =  2  15  10
% de trafic par segment     =   10.00000
Fonction objectif lapr      =  0
Etat actuel du trafic       =   0.850000
Contraite de capacite rou.  = oui
Affecta. avec trafic local  = oui
Affecta. avec trafic etran  = oui
         ---  *****  ---
Chemin en couts generalises.
Edition: mimp=  1 isql=  2
         ---  *****  ---
Fichier de reseau utilise  = reseauscmd
Fichier des centroides     = centroide40
Fichier des comptages      = comptrans40t
Fichier de compteur sup.   = compt_sup
         ---  *****  ---
Nombre total des arcs         =  1113
Nombre total des noeuds       =  689
 dont nb. des arcs   ajoutes  =  37
      nb. des noeuds ajoutes  =  30
Nombre de noeuds fictifs      =  45
Nombre total des centroides   =  40
Nb. total des noeuds et cent.=  729
Nombre total des compteurs    =  888
         ---  *****  ---
Resultats:
Nb. total des compteurs sur le reseau=  888
Nb. total des compteurs  non utilises=  198
Nb. total des compteurs     presentes=  690
Nb. total des compteurs  non  ajustes=  153
Nb. total des compteurs       ajustes=  537
Comptage total calcule=    1.48182E+06
Comptage total    reel=    1.51675E+06
         ---  *****  ---
Trafic   total  MOD   =    441107.
         ---  *****  ---
Resultat de Matrice O-D (f10.1)
```

O-D	Noeud 1	Noeud 2	Noeud 3	Noeud 4	Noeud 5	Noeud 6	Noeud 7
Noeud 1	0.0	180.5	1.1	2.2	119.7	7126.2	4232.1
Noeud 2	10.8	0.0	93.9	110.2	6.5	1046.5	17.8
Noeud 3	1672.3	6.6	0.0	2.3	33.3	2.3	50.7
Noeud 4	205.3	92.7	85.7	0.0	241.2	138.5	0.9
Noeud 5	1099.6	8.7	6.1	2.3	0.0	1.4	502.7
Noeud 6	7264.0	0.3	1221.8	2.7	3.4	0.0	30.2
Noeud 7	188.7	191.1	78.4	1.9	5569.9	2.9	0.0
Noeud 8	626.3	2592.5	3096.7	1.8	61.7	2.3	1470.4
Noeud 9	1268.1	5098.9	70.6	73.3	59.1	84.6	62.3
Noeud 10	579.1	23.1	807.6	51.3	3.3	0.6	1537.3
Noeud 11	6.8	19.4	21.9	1761.9	8.0	0.2	0.2
Noeud 12	33.6	12.6	40.1	18.9	41.8	194.2	1.8
Noeud 13	8.2	5.3	960.3	4.4	259.3	40.9	5.9
Noeud 14	79.3	1.6	0.4	1.0	14.4	23.1	4.7
Noeud 15	1280.0	0.9	2.2	3.1	1.9	0.0	536.5
Noeud 16	559.0	1.4	16.0	23.3	365.7	381.4	2.4
Noeud 17	1.2	111.1	87.7	17.1	5.9	9.5	432.6
Noeud 18	11.7	363.2	4.7	66.5	0.6	647.7	58.1
Noeud 19	108.2	7.3	6.0	2.0	0.8	424.9	2.0
Noeud 20	2.1	1.1	0.7	0.3	1.5	1.4	3.1
Noeud 21	6667.1	4.9	121.0	57.1	126.3	568.5	21.8
Noeud 22	2.5	3.4	17.4	2.5	5.5	9.7	9.4
Noeud 23	2470.2	10.0	11.8	7.1	18.0	15.2	1.4
Noeud 24	7.7	3.7	1.7	20.8	75.3	0.1	1229.0
Noeud 25	2885.8	3.1	411.9	194.9	1.6	1.1	7.3
Noeud 26	5688.6	62.0	101.6	187.9	31.9	62.6	242.5
Noeud 27	3258.0	704.3	100.5	47.4	104.9	306.3	4.5
Noeud 28	4.2	0.7	1.1	0.6	1.4	3.5	0.6
Noeud 29	114.5	2.3	6.2	2.9	6.5	45.8	4.9
Noeud 30	25.9	17.2	24.0	11.3	25.1	72.7	19.2
Noeud 31	617.1	10.3	28.1	13.3	29.3	94.5	22.7
Noeud 32	2.5	0.0	0.1	0.0	0.1	68.1	1.8
Noeud 33	915.9	14.8	2.5	10.0	2.2	8.6	2.5
Noeud 34	98.9	2.0	5.3	2.5	5.6	16.3	4.3
Noeud 35	26.7	5.9	13.1	6.2	13.7	48.3	1132.7
Noeud 36	1238.1	1.2	16.0	7.6	44.8	89.2	18.4
Noeud 37	180.6	3.6	14.0	47.2	1.1	48.2	9.8
Noeud 38	9.1	0.5	5.0	2.7	6.1	3.7	1.2
Noeud 39	5.3	0.5	11.5	0.4	0.9	0.7	12.9
Noeud 40	5.2	1.7	2.2	2.2	2.9	0.6	175.6
Noeud 41	39228.3	9570.5	7496.8	2771.3	7301.1	11592.5	11873.9

O-D	Noeud 8	Noeud 9	Noeud 10	Noeud 11	Noeud 12	Noeud 13	Noeud 14
Noeud 1	27.2	19.2	28.9	10.6	42.3	7.9	59.6
Noeud 2	100.5	14.9	11.2	16.6	14.0	5.0	7.0
Noeud 3	4065.0	754.1	36.0	4.2	26.2	0.1	1201.2
Noeud 4	4.6	35.1	11.7	1409.7	5.9	1.7	0.1
Noeud 5	21.9	32.6	6.1	12.4	15.1	4.2	7.1
Noeud 6	65.9	114.2	7.0	6.8	31.5	53.5	83.9
Noeud 7	2391.0	1374.2	14.0	0.1	49.6	1445.6	13.3
Noeud 8	0.0	11.3	65.2	2.2	30.6	0.7	12.1
Noeud 9	21.5	0.0	6997.4	19.3	66.6	8.2	6.8
Noeud 10	25.5	4658.3	0.0	42.3	146.1	15.7	1.0
Noeud 11	0.8	31.2	67.8	0.0	17.9	1.9	1.1
Noeud 12	32.3	101.7	220.9	16.4	0.0	0.2	2.2
Noeud 13	219.1	8.4	15.8	1.2	2432.7	0.0	10.9
Noeud 14	3.2	2.5	4.6	0.3	2.3	3.0	0.0
Noeud 15	64.9	7.5	13.7	0.7	4.9	5.8	0.0
Noeud 16	6.0	7.0	0.2	0.7	1.5	2.7	194.9
Noeud 17	162.2	40.8	69.9	2.4	13.3	7.5	1.6

Noeud 18	1350.8	31.1	389.8	27.2	17.8	2745.4	352.5
Noeud 19	4.1	1148.7	921.3	1271.6	2.1	15.5	9.3
Noeud 20	0.0	28.8	13.7	164.3	1826.7	0.6	0.3
Noeud 21	99.8	307.4	667.6	49.4	21.2	114.3	46.0
Noeud 22	7.0	8.5	18.4	99.3	632.4	9.0	23.7
Noeud 23	3.2	16.9	161.2	2.2	20.6	20.5	0.1
Noeud 24	0.7	9.3	7.6	0.9	7.8	10.5	495.9
Noeud 25	415.7	37.0	2.3	0.7	18.9	22.3	83.8
Noeud 26	93.9	34.7	3.4	0.1	0.1	13.1	0.1
Noeud 27	82.9	255.3	554.3	41.0	3.2	80.3	61.9
Noeud 28	1.4	1.5	0.1	0.2	1.9	1.9	2.6
Noeud 29	5.1	78.4	39.8	2.6	23.4	105.6	4.1
Noeud 30	19.8	61.1	2170.9	9.8	14.7	19.1	14.7
Noeud 31	23.2	71.4	155.1	11.5	17.8	22.8	19.4
Noeud 32	0.1	0.1	0.3	0.0	3.5	0.1	0.1
Noeud 33	4.5	23.9	43.8	2.9	7.5	27.6	137.6
Noeud 34	4.4	13.6	29.7	2.2	20.1	4.3	3.3
Noeud 35	10.8	33.3	72.3	5.3	3.5	10.7	9.9
Noeud 36	14.4	40.7	88.4	6.5	31.6	17.2	18.3
Noeud 37	7.3	14.9	32.4	2.4	0.9	9.2	9.9
Noeud 38	4.1	7.5	16.3	1.2	0.6	8.5	0.7
Noeud 39	1.6	0.9	35.3	0.1	1.1	1.1	1.7
Noeud 40	0.7	5.2	9.5	0.6	5.7	6.0	0.1
Noeud 41	9367.0	9443.3	13003.9	3248.0	5583.4	4829.1	2898.6

O-D	Noeud 15	Noeud 16	Noeud 17	Noeud 18	Noeud 19	Noeud 20	Noeud 21
Noeud 1	2615.1	781.5	2241.0	2345.5	25.7	10.7	3.4
Noeud 2	0.9	2.7	115.5	754.1	9.6	20.0	2.6
Noeud 3	9.4	3.6	53.7	478.7	11.8	0.3	80.3
Noeud 4	1.1	0.3	4.6	21.0	4.8	3.8	18.1
Noeud 5	2.8	45.1	17.3	23.0	0.8	1.9	46.1
Noeud 6	116.2	1092.9	634.3	4.3	1049.2	10.7	17.1
Noeud 7	9.3	1.5	281.7	9.0	6.1	13.9	51.3
Noeud 8	7.0	0.4	140.5	373.5	54.1	4.9	96.0
Noeud 9	5.6	16.4	22.7	42.4	463.0	2.0	203.8
Noeud 10	10.2	0.4	34.6	76.6	1785.8	0.5	447.4
Noeud 11	0.9	0.4	15.5	28.1	269.7	13.1	54.9
Noeud 12	5.6	1.1	11.1	698.7	1482.4	5.7	2.4
Noeud 13	9.9	3.0	4.3	6.7	0.4	0.2	20.2
Noeud 14	1.1	44.3	8.5	1.8	3.5	0.3	11.5
Noeud 15	0.0	401.3	63.0	5.3	1.4	0.6	22.3
Noeud 16	169.9	0.0	147.4	2.6	25.6	0.1	2.3
Noeud 17	301.1	235.9	0.0	26.7	2.4	1.7	6117.3
Noeud 18	5.9	16.0	21.6	0.0	2193.8	0.7	43.4
Noeud 19	6.0	0.5	6.9	3466.5	0.0	62.6	23.2
Noeud 20	0.2	0.0	0.4	14.9	26.8	0.0	6.9
Noeud 21	25.0	71.8	38.6	1735.4	535.5	1.2	0.0
Noeud 22	2.4	7.7	4.6	4.0	30.6	2.2	29.9
Noeud 23	9774.5	0.1	1.5	15.9	7.6	3.7	3.1
Noeud 24	2.9	32.6	1.0	15.2	12.9	1.1	0.9
Noeud 25	476.0	1229.3	349.4	0.7	2.3	2.4	86.2
Noeud 26	57.8	0.1	1087.8	2.5	100.8	0.2	0.4
Noeud 27	33.1	49.6	41.3	18.2	3.8	51.8	23.9
Noeud 28	1.1	0.4	0.5	1.4	2.4	0.3	5.6
Noeud 29	2.0	2.7	2.1	167.9	71.8	6.4	160.7
Noeud 30	7.9	11.8	8.6	82.1	83.1	19.5	52.2
Noeud 31	10.4	15.5	10.4	18.1	4.5	12.3	5209.1
Noeud 32	3.1	0.5	0.1	2.5	0.4	4.0	11.3
Noeud 33	1.4	1.0	1.5	9.9	3.1	4.7	227.0
Noeud 34	1.8	2.6	1.9	17.8	47.8	4.2	137.8
Noeud 35	5.3	7.9	598.7	29.5	1.8	0.2	25.0
Noeud 36	10.1	15.2	9.3	14.7	3.6	617.2	57.6

Noeud 37	29.2	0.6	2.8	1.6	5.9	17.8	22.3
Noeud 38	26.2	4.5	5.7	1.0	1.1	2.1	2497.8
Noeud 39	6.0	2.6	0.4	0.9	2.3	0.2	7.7
Noeud 40	0.5	2.6	0.7	4.7	1.0	1.0	1.0
Noeud 41	13755.0	4106.4	5991.4	10523.2	8339.2	906.4	15830.0

O-D	Noeud 22	Noeud 23	Noeud 24	Noeud 25	Noeud 26	Noeud 27	Noeud 28
Noeud 1	95.7	1299.4	6.9	2472.8	5203.0	755.7	10.7
Noeud 2	6.8	1.5	4.1	0.2	108.6	0.3	1.6
Noeud 3	6.9	1.3	9.3	3.9	6.3	65.6	4.9
Noeud 4	1.4	5.8	1.1	0.0	107.1	14.8	0.2
Noeud 5	3.7	4.2	17.8	10.0	4.0	37.7	0.6
Noeud 6	71.4	3.1	114.7	27.9	1.6	283.3	1.0
Noeud 7	11.3	1.4	1.6	130.9	264.7	604.5	3.1
Noeud 8	11.8	0.7	16.6	15.2	134.1	78.5	2.7
Noeud 9	9.3	9.6	5.6	25.3	31.7	166.6	1.2
Noeud 10	55.7	18.0	10.1	38.0	0.4	365.7	2.3
Noeud 11	4.7	2.1	0.9	5.9	0.1	44.9	0.3
Noeud 12	98.8	2.7	2.5	55.6	1.2	1.1	0.1
Noeud 13	11.8	4.9	4.1	20.6	39.1	58.6	1.5
Noeud 14	4556.5	6.3	226.3	44.1	0.2	15.5	4.6
Noeud 15	7.7	326.3	322.0	646.8	3.0	29.6	0.8
Noeud 16	0.7	10.4	8.5	1203.5	8.6	14.2	1.8
Noeud 17	9.3	3.5	2.5	388.6	1133.1	0.7	4.5
Noeud 18	3.0	14.2	5.9	25.0	31.1	334.4	1.8
Noeud 19	3.4	22.9	7.4	21.2	0.5	87.6	2.9
Noeud 20	6.9	2.2	12.1	0.7	0.5	20.4	0.1
Noeud 21	2.2	3.6	0.1	10.7	0.5	574.3	6.5
Noeud 22	0.0	844.7	2.6	44.8	14.3	11551.8	0.7
Noeud 23	541.5	0.0	299.1	63.1	8.8	204.0	6.0
Noeud 24	19.6	40.8	0.0	840.4	515.3	61.8	17.1
Noeud 25	32.9	32.2	201.1	0.0	1637.2	116.3	3.2
Noeud 26	19.7	17.1	978.2	819.8	0.0	67.5	11.1
Noeud 27	12361.4	182.0	58.7	121.9	92.4	0.0	0.3
Noeud 28	9.2	156.4	45.4	0.0	14.5	0.9	0.0
Noeud 29	2.6	1367.7	98.3	6.7	5.1	14.0	1.4
Noeud 30	37.5	43.2	13.9	28.9	21.9	10112.1	0.1
Noeud 31	142.5	3.0	19.5	38.3	28.9	2.1	1.1
Noeud 32	1.0	1425.1	1.2	0.0	0.4	11.6	326.2
Noeud 33	0.4	494.9	1015.2	5573.4	141.8	2.5	130.6
Noeud 34	112.8	12.5	3.2	6.5	4.9	630.1	3.3
Noeud 35	977.7	42.2	0.4	20.3	14.8	2.5	11.2
Noeud 36	147.1	142.0	31.9	51.6	34.0	11324.5	42.6
Noeud 37	79.4	0.6	0.2	1.2	2.8	2.0	52.3
Noeud 38	4.5	267.2	6.8	1.9	12.8	1730.7	1004.2
Noeud 39	6.5	34.6	2.0	0.6	0.6	26.2	39.2
Noeud 40	13.8	958.4	2.3	1701.2	1.0	1.8	1.4
Noeud 41	19489.2	7808.5	3560.2	14467.7	9631.0	39416.5	1705.2

O-D	Noeud 29	Noeud 30	Noeud 31	Noeud 32	Noeud 33	Noeud 34	Noeud 35
Noeud 1	94.5	10.0	52.2	91.2	874.8	23.0	18.6
Noeud 2	3.2	1.5	13.1	0.0	0.4	6.6	2445.8
Noeud 3	5.1	17.4	20.3	0.0	18.4	3.7	10.1
Noeud 4	1.1	3.9	4.6	0.0	0.1	0.8	2.3
Noeud 5	2.9	10.0	11.7	0.0	0.7	2.1	5.8
Noeud 6	19.4	74.8	93.4	226.0	226.3	15.8	51.6
Noeud 7	4.5	21.0	18.4	31.3	2.6	5.0	1799.0
Noeud 8	6.1	20.9	24.3	0.1	32.8	4.4	12.0
Noeud 9	1136.0	44.3	51.6	0.1	11.5	9.3	25.5
Noeud 10	0.5	1935.9	113.1	0.2	6.2	15.1	56.1
Noeud 11	3.5	11.9	13.9	0.0	2.2	2.5	6.9
Noeud 12	29.1	12.0	8.2	0.2	3.0	3.2	54.4

Noeud 13	56.1	15.5	18.9	0.1	0.7	3.3	9.4
Noeud 14	36.2	4.1	5.3	0.0	0.7	0.9	2.9
Noeud 15	2.0	7.8	10.1	130.5	4029.8	1.7	5.6
Noeud 16	1.0	3.8	4.8	0.1	0.9	0.8	2.7
Noeud 17	3.2	3.4	13.9	0.1	2.6	71.8	1.9
Noeud 18	43.3	93.6	103.5	3.7	1.0	19.4	51.3
Noeud 19	55.9	53.2	78.5	0.2	5.7	31.5	120.2
Noeud 20	211.6	7.7	6.3	0.0	1.4	1.2	3.1
Noeud 21	197.1	6278.2	31.7	1.1	1.1	16.6	53.8
Noeud 22	52.3	9.4	89.2	0.5	0.1	7.2	0.3
Noeud 23	1560.8	53.9	78.0	0.2	1813.9	14.7	58.4
Noeud 24	12.5	16.3	22.7	21.9	5.8	3.6	13.7
Noeud 25	7.9	30.7	39.8	7.9	1957.0	6.5	23.3
Noeud 26	4.6	17.8	22.8	7.9	2.2	3.8	12.6
Noeud 27	2186.0	3250.6	2279.9	1.4	3.1	1741.0	100.4
Noeud 28	1.3	0.6	8.9	421.0	1.4	2.7	11.0
Noeud 29	0.0	2.1	21.7	0.2	11.5	58.5	1031.5
Noeud 30	1.2	0.0	0.4	1.6	3.2	65.0	822.2
Noeud 31	0.9	1468.4	0.0	3.2	505.8	100.4	5.3
Noeud 32	0.2	1.9	3.7	0.0	595.3	30.5	4.8
Noeud 33	18.9	3.4	607.1	1.8	0.0	1.6	3.2
Noeud 34	70.7	661.9	3791.7	5.2	1262.3	0.0	5305.8
Noeud 35	529.4	610.6	3547.3	3.5	1.5	5710.0	0.0
Noeud 36	4.3	1368.1	1.9	14.3	1.5	1166.8	3.0
Noeud 37	508.4	13.3	562.4	8.8	121.6	1.7	3311.5
Noeud 38	11.5	104.9	28.6	1.7	544.0	3.2	207.1
Noeud 39	1.3	11.1	21.6	1.1	1094.6	12.8	57.2
Noeud 40	4.1	22.1	45.2	2.3	2829.4	26.8	119.5
Noeud 41	6888.7	16277.9	11870.5	989.5	15977.3	9195.1	15829.5

O-D	Noeud 36	Noeud 37	Noeud 38	Noeud 39	Noeud 40	Noeud 41
Noeud 1	307.7	116.9	4.7	8.1	5.4	31331.7
Noeud 2	21.8	3.9	1.8	1.9	911.7	5895.2
Noeud 3	9.9	18.2	2.7	6.4	3.7	8706.1
Noeud 4	2.2	162.1	0.4	5.8	1.8	2602.5
Noeud 5	128.5	1209.1	0.2	2.9	3.0	3311.9
Noeud 6	70.2	41.2	0.3	3.9	45.3	13181.0
Noeud 7	11.4	6.6	1339.7	1.7	1.7	15954.0
Noeud 8	12.4	6.8	17.3	1.6	6.6	9055.1
Noeud 9	25.3	10.1	4.8	0.3	2.3	16162.8
Noeud 10	55.4	22.2	10.4	0.6	12.5	12965.1
Noeud 11	6.8	2.7	18.8	0.1	0.4	2450.6
Noeud 12	8.4	4.8	102.0	1.1	1.1	3313.2
Noeud 13	11.7	6.8	6.1	2.1	0.8	4288.9
Noeud 14	4.0	2.3	8.6	1.2	648.3	5779.2
Noeud 15	7.8	5.6	782.4	5.3	4.6	8745.5
Noeud 16	3.7	2.9	6.2	2.6	1.2	3188.3
Noeud 17	9.6	7.2	2.6	1.5	1.2	9308.9
Noeud 18	35.0	20.3	9.1	0.5	2.5	9147.0
Noeud 19	230.8	18.1	8.3	0.8	4.6	8243.1
Noeud 20	3.1	1.2	10.1	0.0	1.5	2384.1
Noeud 21	32.1	3.1	581.8	95.7	0.9	19170.8
Noeud 22	68.3	44.6	9.5	13.0	0.4	13683.9
Noeud 23	0.7	1.5	5.8	389.0	3.6	17667.6
Noeud 24	30.8	1.2	2.0	1.1	6.2	3570.6
Noeud 25	29.2	1.0	2.4	2.0	732.1	11095.5
Noeud 26	4.9	2.6	0.8	0.3	355.2	10121.0
Noeud 27	9848.5	22.3	3.7	14.0	6.5	38100.3
Noeud 28	31.2	76.9	346.3	277.9	24.3	1463.4
Noeud 29	14.9	1.9	1963.5	0.6	2.3	5460.2
Noeud 30	608.1	0.8	7.5	5.5	15.8	14559.7
Noeud 31	1648.2	1.3	12.1	10.8	31.0	10439.6

Noeud 32	14.5	9.5	2.1	1.8	1.8	2530.5
Noeud 33	2.4	819.9	1988.9	1199.4	2068.8	15527.2
Noeud 34	1136.9	9.6	678.5	6.6	7.4	14136.3
Noeud 35	2382.1	1.6	1.9	0.3	1.4	15919.3
Noeud 36	0.0	10778.0	6.0	1.0	11.5	27489.9
Noeud 37	706.2	0.0	1055.3	4158.2	174.0	11221.6
Noeud 38	9689.4	4191.1	0.0	11.9	19.2	20446.2
Noeud 39	56.1	2308.7	508.2	0.0	805.3	5081.8
Noeud 40	123.5	592.6	130.9	601.0	0.0	7406.9
Noeud 41	27393.8	20537.1	9643.5	6838.1	5928.1	441106.6

--- ***** ---

No.	compteur	debit	comptage	deb./compt	
1	S1577	6308.0	6308.0	1.00	
2	18445	1661.0	1661.0	1.00	
3	71110	1916.0	1916.0	1.00	
4	18045	6272.0	6272.0	1.00	
5	W9478	10272.0	10272.0	1.00	
6	11027	773.0	773.0	1.00	
7	10927	1145.0	1145.0	1.00	
8	80360	3873.0	3873.0	1.00	
9	84260	0.0	1992.0	0.00	non utilise
10	83402	2848.0	2848.0	1.00	
11	84402	1297.0	1297.0	1.00	
12	82660	1555.0	1555.0	1.00	
13	80860	1175.0	1175.0	1.00	
14	13576	739.0	739.0	1.00	
15	80780	914.0	914.0	1.00	
16	82780	0.0	1584.0	0.00	non utilise
17	83560	639.0	639.0	1.00	
18	83880	1145.0	1145.0	1.00	
19	81780	1012.0	1012.0	1.00	
20	80902	0.0	872.0	0.00	non utilise
21	83902	271.0	271.0	1.00	
22	80402	1240.3	1717.0	0.72	non ajuste
23	82102	0.0	843.0	0.00	non utilise
24	83602	731.0	731.0	1.00	
25	82502	565.0	565.0	1.00	
26	70308	955.0	955.0	1.00	
27	70108	1141.0	1141.0	1.00	
28	70408	0.0	441.0	0.00	non utilise
29	70508	0.0	1452.0	0.00	non utilise
30	70608	0.0	333.0	0.00	non utilise
31	U2051	5375.0	5375.0	1.00	
32	72151	579.0	579.0	1.00	
33	72251	1646.0	1646.0	1.00	
34	72351	2169.0	2169.0	1.00	
35	73152	4368.0	4368.0	1.00	
36	72551	1962.0	1962.0	1.00	
37	72451	1370.0	1370.0	1.00	
38	71310	1504.0	1504.0	1.00	
39	72651	1518.0	1518.0	1.00	
40	74154	2768.7	740.0	3.74	non ajuste
41	75255	0.0	775.0	0.00	non utilise
42	75455	2230.0	2230.0	1.00	
43	75555	2633.0	2633.0	1.00	
44	66358	773.0	773.0	1.00	
45	69389	1602.0	1602.0	1.00	
46	71210	1010.0	1010.0	1.00	
47	69589	1675.6	1817.0	0.92	
48	15728	3840.0	3840.0	1.00	
49	16328	1722.0	1722.0	1.00	

50	16228	1027.0	1027.0	1.00	
51	W9045	11023.0	11023.0	1.00	
52	15928	6196.0	6196.0	1.00	
53	18345	1927.0	1927.0	1.00	
54	18245	1987.0	1987.0	1.00	
55	10727	4303.0	4303.0	1.00	
56	10827	2290.0	2290.0	1.00	
57	04127	4299.0	4299.0	1.00	
58	11127	1231.0	1231.0	1.00	
59	11427	1496.0	1496.0	1.00	
60	11527	885.0	885.0	1.00	
61	04227	0.0	1449.0	0.00	non utilise
62	12661	0.0	524.0	0.00	non utilise
63	T4027	8047.0	8047.0	1.00	
64	13176	0.0	1189.0	0.00	non utilise
65	11227	1744.5	507.0	3.44	non ajuste
66	13276	0.0	959.0	0.00	non utilise
67	13376	1878.0	1878.0	1.00	
68	13476	57.4	630.0	0.09	non ajuste
69	83280	1511.0	1511.0	1.00	
70	82259	0.0	4416.0	0.00	non utilise
71	U4859	372.9	3869.0	0.10	non ajuste
72	80559	0.0	3405.0	0.00	non utilise
73	81959	1045.0	1045.0	1.00	
74	81059	0.0	1053.0	0.00	non utilise
75	81459	0.0	1708.0	0.00	non utilise
76	83059	0.0	1176.0	0.00	non utilise
77	84359	294.9	681.0	0.43	non ajuste
78	83359	0.0	772.0	0.00	non utilise
79	82859	501.0	501.0	1.00	
80	84559	196.6	591.0	0.33	non ajuste
81	81859	432.0	432.0	1.00	
82	82002	675.0	675.0	1.00	
83	81559	546.0	546.0	1.00	
84	81162	0.0	1250.0	0.00	non utilise
85	81659	5364.0	5364.0	1.00	
86	U4762	5143.0	5143.0	1.00	
87	U4962	0.0	1217.0	0.00	non utilise
88	80159	0.0	2154.0	0.00	non utilise
89	81262	0.0	695.0	0.00	non utilise
90	83162	0.0	640.0	0.00	non utilise
91	80280	1524.0	1524.0	1.00	
92	82462	297.1	352.0	0.84	non ajuste
93	81380	1291.0	1291.0	1.00	
94	84162	0.0	371.0	0.00	non utilise
95	84662	514.0	514.0	1.00	
96	84062	239.0	239.0	1.00	
97	82359	0.0	338.0	0.00	non utilise
98	82962	0.0	318.0	0.00	non utilise
99	83762	0.0	280.0	0.00	non utilise
100	80662	0.0	259.0	0.00	non utilise
101	76557	8329.0	8329.0	1.00	
102	76357	0.0	7971.0	0.00	non utilise
103	76757	135.1	9595.0	0.01	non ajuste
104	U6857	441.2	3804.0	0.12	non ajuste
105	76157	913.9	280.0	3.26	non ajuste
106	78467	1724.0	1724.0	1.00	
107	78167	1018.5	1294.0	0.79	non ajuste
108	76657	0.0	501.0	0.00	non utilise
109	76457	0.0	223.0	0.00	non utilise
110	U4954	372.2	3486.0	0.11	non ajuste
111	74754	2160.0	2160.0	1.00	

112	76257	1605.0	1605.0	1.00	
113	74354	284.0	284.0	1.00	
114	74554	1188.8	223.0	5.33	non ajuste
115	74654	6840.0	6840.0	1.00	
116	77388	2256.0	2357.0	0.96	
117	73752	458.0	458.0	1.00	
118	S4854	4194.0	4194.0	1.00	
119	S2852	4368.0	4368.0	1.00	
120	04052	2600.5	380.0	6.84	non ajuste
121	03952	1800.5	282.0	6.38	non ajuste
122	03852	0.0	238.0	0.00	non utilise
123	73252	1121.0	1121.0	1.00	
124	03052	0.0	895.0	0.00	non utilise
125	73352	971.0	971.0	1.00	
126	73552	1150.0	1150.0	1.00	
127	73652	1909.9	1428.0	1.34	non ajuste
128	73452	579.0	579.0	1.00	
129	67370	1536.0	1536.0	1.00	
130	67470	1394.0	1394.0	1.00	
131	77288	1434.0	1434.0	1.00	
132	62921	2510.0	2510.0	1.00	
133	62621	764.0	764.0	1.00	
134	69489	1398.0	1398.0	1.00	
135	62721	1176.2	467.0	2.52	non ajuste
136	62821	1555.0	1555.0	1.00	
137	66763	1452.5	557.0	2.61	non ajuste
138	61203	1063.0	1063.0	1.00	
139	40823	1414.0	1414.0	1.00	
140	61303	857.0	857.0	1.00	
141	60903	2326.7	1160.0	2.01	non ajuste
142	60803	3143.1	2129.0	1.48	non ajuste
143	61103	63.0	1466.0	0.04	non ajuste
144	61003	1139.0	1139.0	1.00	
145	15518	702.0	702.0	1.00	
146	18145	4962.0	4962.0	1.00	
147	66158	2662.0	2662.0	1.00	
148	15218	839.0	839.0	1.00	
149	66258	795.0	795.0	1.00	
150	15418	455.0	455.0	1.00	
151	16636	869.0	869.0	1.00	
152	15318	2041.6	1147.0	1.78	non ajuste
153	17641	1308.0	1308.0	1.00	
154	17037	1082.0	1082.0	1.00	
155	15118	2632.9	2711.0	0.97	
156	16536	3116.0	3116.0	1.00	
157	17441	1809.0	1809.0	1.00	
158	17137	671.0	671.0	1.00	
159	15828	2743.0	2743.0	1.00	
160	17741	1169.0	1169.0	1.00	
161	17841	894.0	894.0	1.00	
162	17541	2457.0	2457.0	1.00	
163	31435	768.0	768.0	1.00	
164	33053	938.0	938.0	1.00	
165	33153	1236.0	1236.0	1.00	
166	32953	510.0	510.0	1.00	
167	12961	0.0	913.0	0.00	non utilise
168	W4753	5326.8	5500.0	0.97	
169	33872	1034.0	1034.0	1.00	
170	33672	643.0	643.0	1.00	
171	10114	2832.0	2832.0	1.00	
172	10214	0.0	1221.0	0.00	non utilise
173	11327	3300.6	1025.0	3.22	non ajuste

174	10314	1722.0	1722.0	1.00	
175	11750	0.0	1300.0	0.00	non utilise
176	11850	0.0	242.0	0.00	non utilise
177	31135	938.0	938.0	1.00	
178	11950	1754.0	1754.0	1.00	
179	12561	1507.0	1507.0	1.00	
180	12761	1165.0	1165.0	1.00	
181	12861	669.0	669.0	1.00	
182	79168	0.0	942.0	0.00	non utilise
183	78367	4089.0	4089.0	1.00	
184	79668	3031.0	3031.0	1.00	
185	79768	0.0	2170.0	0.00	non utilise
186	79568	0.0	2391.0	0.00	non utilise
187	79468	864.0	864.0	1.00	
188	79368	2573.0	2573.0	1.00	
189	77188	2161.0	2161.0	1.00	
190	07988	1053.0	1053.0	1.00	
191	79268	1182.0	1182.0	1.00	
192	S1025	2285.4	3792.0	0.60	non ajuste
193	63425	2403.0	922.0	2.61	non ajuste
194	63325	3158.4	891.0	3.54	non ajuste
195	62521	1845.3	1900.0	0.97	
196	64639	0.0	1614.0	0.00	non utilise
197	63225	778.0	778.0	1.00	
198	64939	0.0	423.0	0.00	non utilise
199	65001	2172.0	2172.0	1.00	
200	S1121	18915.0	18915.0	1.00	
201	S0569	9665.5	13284.0	0.73	non ajuste
202	67671	5673.5	1410.0	4.02	non ajuste
203	67771	1326.0	1326.0	1.00	
204	64839	1325.0	1325.0	1.00	
205	67871	1699.6	2936.0	0.58	non ajuste
206	67971	1753.0	1753.0	1.00	
207	61707	736.0	736.0	1.00	
208	65943	771.0	771.0	1.00	
209	65843	1629.0	1629.0	1.00	
210	66663	2543.0	2543.0	1.00	
211	66563	1976.0	1976.0	1.00	
212	S0863	3494.0	3494.0	1.00	
213	46287	809.8	1051.0	0.77	non ajuste
214	46187	2135.0	2135.0	1.00	
215	45124	1313.0	1313.0	1.00	
216	40916	2163.0	2163.0	1.00	
217	40716	2058.3	2233.0	0.92	
218	45517	0.0	782.0	0.00	non utilise
219	40617	1427.0	1427.0	1.00	
220	41233	1088.0	1088.0	1.00	
221	45417	0.0	1153.0	0.00	non utilise
222	45617	911.0	911.0	1.00	
223	X9233	6589.0	6589.0	1.00	
224	W9137	6916.0	6916.0	1.00	
225	40379	0.0	982.0	0.00	non utilise
226	40279	0.0	670.0	0.00	non utilise
227	34285	2725.0	2725.0	1.00	
228	16837	1850.0	1850.0	1.00	
229	40586	1094.0	1094.0	1.00	
230	40486	649.9	761.0	0.85	non ajuste
231	31744	2103.0	2103.0	1.00	
232	32144	0.0	5115.0	0.00	non utilise
233	31844	0.0	1541.0	0.00	non utilise
234	31944	0.0	450.0	0.00	non utilise
235	W4644	2507.0	2507.0	1.00	

236	X4549	3161.0	3161.0	1.00	
237	17237	839.0	839.0	1.00	
238	32649	0.0	1172.0	0.00	non utilise
239	32749	562.1	979.0	0.57	non ajuste
240	32549	1274.0	1274.0	1.00	
241	32849	1093.0	1093.0	1.00	
242	32349	938.0	938.0	1.00	
243	34385	1136.0	1136.0	1.00	
244	32044	2171.0	2171.0	1.00	
245	34185	1792.0	1792.0	1.00	
246	32249	496.0	496.0	1.00	
247	34485	0.0	950.0	0.00	non utilise
248	30322	0.0	411.0	0.00	non utilise
249	30122	0.0	3030.0	0.00	non utilise
250	31335	0.0	2173.0	0.00	non utilise
251	30935	0.0	1334.0	0.00	non utilise
252	31235	2000.0	2000.0	1.00	
253	31535	5220.0	5220.0	1.00	
254	31035	0.0	1437.0	0.00	non utilise
255	31635	0.0	1948.0	0.00	non utilise
256	33356	0.0	3283.0	0.00	non utilise
257	33256	0.0	2625.0	0.00	non utilise
258	33556	0.0	969.0	0.00	non utilise
259	33456	0.0	738.0	0.00	non utilise
260	S0701	817.8	5204.0	0.16	non ajuste
261	64739	0.0	766.0	0.00	non utilise
262	60601	1027.0	1027.0	1.00	
263	69174	2069.0	2069.0	1.00	
264	60101	1008.0	1008.0	1.00	
265	60301	3464.6	638.0	5.43	non ajuste
266	60401	1063.0	1063.0	1.00	
267	60501	1174.0	1174.0	1.00	
268	X0963	3397.0	3397.0	1.00	
269	67169	1476.9	1195.0	1.24	non ajuste
270	61507	1497.0	1497.0	1.00	
271	65442	597.0	597.0	1.00	
272	66942	1660.9	5698.0	0.29	non ajuste
273	65743	1862.0	1862.0	1.00	
274	65542	295.0	295.0	1.00	
275	S0601	1542.1	3110.0	0.50	non ajuste
276	Y0338	6566.7	12128.0	0.54	non ajuste
277	67069	4064.1	1601.0	2.54	non ajuste
278	62315	750.0	750.0	1.00	
279	45019	600.5	693.0	0.87	non ajuste
280	41087	3078.0	3078.0	1.00	
281	41424	1170.0	1170.0	1.00	
282	44846	506.0	506.0	1.00	
283	68874	2541.1	491.0	5.18	non ajuste
284	68573	1676.0	1676.0	1.00	
285	68373	0.0	3717.0	0.00	non utilise
286	68974	1944.0	1944.0	1.00	
287	R0174	0.0	1579.0	0.00	non utilise
288	69074	0.0	383.0	0.00	non utilise
289	68473	0.0	1847.0	0.00	non utilise
290	68774	0.0	2286.0	0.00	non utilise
291	55405	1687.0	1687.0	1.00	
292	55505	1252.0	1252.0	1.00	
293	55905	0.0	351.0	0.00	non utilise
294	55805	0.0	2968.0	0.00	non utilise
295	Y0438	1283.6	3734.0	0.34	non ajuste
296	X0238	17652.0	17652.0	1.00	
297	X6630	16537.0	16537.0	1.00	

298	64538	454.0	454.0	1.00	
299	63826	4022.0	4022.0	1.00	
300	64138	3614.2	786.0	4.60	non ajuste
301	64038	2578.0	2578.0	1.00	
302	68173	0.0	3941.0	0.00	non utilise
303	60201	1868.0	1868.0	1.00	
304	64238	607.0	607.0	1.00	
305	64338	1000.0	1000.0	1.00	
306	61807	516.0	584.0	0.88	non ajuste
307	61607	3380.0	987.0	3.42	non ajuste
308	63726	1851.0	1851.0	1.00	
309	63626	2694.0	2694.0	1.00	
310	62215	6.6	477.0	0.01	non ajuste
311	45912	1917.0	127.0	15.09	non ajuste
312	41612	577.0	577.0	1.00	
313	53048	3282.9	1103.0	2.98	non ajuste
314	53148	695.0	695.0	1.00	
315	62015	2058.5	2202.0	0.93	
316	43881	3.2	545.0	0.01	non ajuste
317	43981	1959.0	1959.0	1.00	
318	X9133	2372.6	4204.0	0.56	non ajuste
319	44433	4441.0	4441.0	1.00	
320	46033	0.0	656.0	0.00	non utilise
321	41324	1768.0	1768.0	1.00	
322	44533	0.0	1297.0	0.00	non utilise
323	45747	2075.0	2075.0	1.00	
324	44347	2372.6	557.0	4.26	non ajuste
325	44240	0.0	1996.0	0.00	non utilise
326	44724	1186.0	1186.0	1.00	
327	54705	3285.1	1586.0	2.07	non ajuste
328	55304	2340.0	2340.0	1.00	
329	54804	1326.0	1326.0	1.00	
330	54313	1007.0	1007.0	1.00	
331	56206	0.0	1038.0	0.00	non utilise
332	52106	0.0	4327.0	0.00	non utilise
333	V6813	1773.4	1915.0	0.93	
334	54213	2974.0	2974.0	1.00	
335	54113	0.0	2696.0	0.00	non utilise
336	X6713	10391.0	10391.0	1.00	
337	51313	936.0	936.0	1.00	
338	53913	3336.0	3336.0	1.00	
339	54513	329.0	329.0	1.00	
340	51013	1951.0	1951.0	1.00	
341	54084	1102.5	1238.0	0.89	non ajuste
342	50913	1255.0	1255.0	1.00	
343	50884	2351.0	2351.0	1.00	
344	53730	3.1	767.0	0.00	non ajuste
345	53534	0.0	522.0	0.00	non utilise
346	50630	2540.0	2540.0	1.00	
347	50530	2494.0	2494.0	1.00	
348	53830	2040.0	2040.0	1.00	
349	50730	2514.0	2514.0	1.00	
350	X6534	10354.0	10354.0	1.00	
351	53434	1790.0	1790.0	1.00	
352	50334	2384.0	2384.0	1.00	
353	52834	1074.0	1074.0	1.00	
354	53334	1859.0	1859.0	1.00	
355	52934	2050.0	2050.0	1.00	
356	50434	1029.0	1029.0	1.00	
357	X2231	1670.5	6220.0	0.27	non ajuste
358	52711	0.0	1979.0	0.00	non utilise
359	50111	1354.0	1354.0	1.00	

360	X2366	0.0	5274.0	0.00	non utilise
361	52666	0.0	3328.0	0.00	non utilise
362	50266	1417.0	1417.0	1.00	
363	52566	0.0	1928.0	0.00	non utilise
364	42431	2843.0	2843.0	1.00	
365	42331	0.0	1685.0	0.00	non utilise
366	43731	1043.0	1043.0	1.00	
367	43632	1602.0	1602.0	1.00	
368	43532	143.5	1139.0	0.13	non ajuste
369	43265	1792.7	583.0	3.07	non ajuste
370	43165	0.0	2482.0	0.00	non utilise
371	41840	5750.4	7004.0	0.82	non ajuste
372	41940	3358.9	1766.0	1.90	non ajuste
373	43432	586.0	586.0	1.00	
374	44040	728.9	1201.0	0.61	non ajuste
375	44140	680.0	680.0	1.00	
376	Z9464	3664.0	3664.0	1.00	
377	X9364	911.5	1077.0	0.85	non ajuste
378	42064	470.0	470.0	1.00	
379	42264	1910.0	1910.0	1.00	
380	42140	1122.7	1341.0	0.84	non ajuste
381	42664	0.0	495.0	0.00	non utilise
382	16028	2303.0	2303.0	1.00	
383	16128	2370.0	2370.0	1.00	
384	33972	1468.0	1468.0	1.00	
385	W4872	7665.0	7665.0	1.00	
386	74454	135.1	2223.0	0.06	non ajuste
387	74254	968.0	968.0	1.00	
388	75355	429.0	429.0	1.00	
389	70208	956.0	956.0	1.00	
390	75155	612.0	612.0	1.00	
391	65242	2326.7	1604.0	1.45	non ajuste
392	65342	2326.7	1791.0	1.30	non ajuste
393	34072	2118.0	2118.0	1.00	
394	16937	1398.0	1398.0	1.00	
395	33772	2300.0	2300.0	1.00	
396	45216	1222.0	1222.0	1.00	
397	45387	1327.0	1327.0	1.00	
398	40179	1192.4	1204.0	0.99	
399	32449	1865.0	1865.0	1.00	
400	46386	779.0	779.0	1.00	
401	30829	0.0	795.0	0.00	non utilise
402	30222	0.0	1542.0	0.00	non utilise
403	30422	0.0	622.0	0.00	non utilise
404	30729	0.0	194.0	0.00	non utilise
405	30629	0.0	1036.0	0.00	non utilise
406	30529	0.0	1427.0	0.00	non utilise
407	41119	1143.0	1143.0	1.00	
408	44919	517.0	517.0	1.00	
409	62115	323.0	323.0	1.00	
410	45882	3693.0	3693.0	1.00	
411	41546	1534.0	1534.0	1.00	
412	Q1273	0.0	649.0	0.00	non utilise
413	68273	0.0	1351.0	0.00	non utilise
414	64438	0.0	2227.0	0.00	non utilise
415	53248	0.0	789.0	0.00	non utilise
416	53630	8.1	552.0	0.01	non ajuste
417	41712	2004.0	2004.0	1.00	
418	55204	1608.0	1608.0	1.00	
419	51604	3538.8	711.0	4.98	non ajuste
420	55704	1637.1	499.0	3.28	non ajuste
421	56006	0.0	2041.0	0.00	non utilise

422	52006	725.0	725.0	1.00	
423	V7206	0.0	3205.0	0.00	non utilise
424	51513	2325.0	2325.0	1.00	
425	V7013	3882.0	3882.0	1.00	
426	54613	396.0	396.0	1.00	
427	54983	6267.0	6267.0	1.00	
428	V6913	8167.0	8167.0	1.00	
429	55183	870.0	870.0	1.00	
430	51883	1226.0	1226.0	1.00	
431	V7183	8312.0	8312.0	1.00	
432	51983	5252.0	5252.0	1.00	
433	55683	5239.0	5239.0	1.00	
434	55083	4688.0	4688.0	1.00	
435	51783	1328.0	1328.0	1.00	
436	51213	1220.0	1220.0	1.00	
437	51184	1568.0	1568.0	1.00	
438	52466	0.0	2255.0	0.00	non utilise
439	07666	0.0	959.0	0.00	non utilise
440	07866	0.0	1776.0	0.00	non utilise
441	42509	0.0	1432.0	0.00	non utilise
442	43309	653.0	653.0	1.00	
443	63125	0.0	823.0	0.00	non utilise
444	U2751	3004.0	3004.0	1.00	
445	S1577	6056.0	6056.0	1.00	
446	18445	1363.0	1363.0	1.00	
447	71110	1792.6	1812.0	0.99	
448	18045	4608.0	4608.0	1.00	
449	W9478	10348.0	10348.0	1.00	
450	11027	524.0	524.0	1.00	
451	10927	1571.1	874.0	1.80	non ajuste
452	80360	2812.0	2812.0	1.00	
453	84260	0.0	1514.0	0.00	non utilise
454	83402	2075.0	2075.0	1.00	
455	84402	1257.0	1257.0	1.00	
456	82660	1352.0	1352.0	1.00	
457	80860	1222.0	1222.0	1.00	
458	13576	784.0	784.0	1.00	
459	80780	829.0	829.0	1.00	
460	82780	0.0	1048.0	0.00	non utilise
461	83560	655.0	655.0	1.00	
462	83880	1110.0	1110.0	1.00	
463	81780	948.0	948.0	1.00	
464	80902	0.0	939.0	0.00	non utilise
465	83902	313.0	313.0	1.00	
466	80402	1523.0	1523.0	1.00	
467	82102	0.0	936.0	0.00	non utilise
468	83602	702.0	702.0	1.00	
469	82502	703.0	703.0	1.00	
470	70308	966.0	966.0	1.00	
471	70108	1081.0	1081.0	1.00	
472	70408	0.0	442.0	0.00	non utilise
473	70508	0.0	1945.0	0.00	non utilise
474	70608	0.0	346.0	0.00	non utilise
475	U2051	1366.4	5424.0	0.25	non ajuste
476	72151	716.0	716.0	1.00	
477	72251	1965.0	1965.0	1.00	
478	72351	2097.0	2097.0	1.00	
479	73152	5971.0	5971.0	1.00	
480	72551	2087.0	2087.0	1.00	
481	72451	2333.5	1528.0	1.53	non ajuste
482	71310	1374.4	1217.0	1.13	non ajuste
483	72651	1572.0	1572.0	1.00	

484	74154	3484.9	947.0	3.68	non ajuste
485	75255	0.0	871.0	0.00	non utilise
486	75455	2402.0	2402.0	1.00	
487	75555	3114.0	3114.0	1.00	
488	66358	1003.0	1003.0	1.00	
489	69389	1393.0	1393.0	1.00	
490	71210	1033.0	1033.0	1.00	
491	69589	1260.0	1260.0	1.00	
492	15728	3659.0	3659.0	1.00	
493	16328	2058.0	2058.0	1.00	
494	16228	1220.0	1220.0	1.00	
495	W9045	10223.0	10223.0	1.00	
496	15928	4110.0	4110.0	1.00	
497	18345	1652.0	1652.0	1.00	
498	18245	2231.0	2231.0	1.00	
499	10727	3488.0	3488.0	1.00	
500	10827	1972.0	1972.0	1.00	
501	04127	2182.8	2893.0	0.75	non ajuste
502	11127	932.0	932.0	1.00	
503	11427	1189.0	1189.0	1.00	
504	11527	852.0	852.0	1.00	
505	04227	0.0	1949.0	0.00	non utilise
506	12661	457.0	457.0	1.00	
507	T4027	6448.0	6448.0	1.00	
508	13176	86.3	857.0	0.10	non ajuste
509	11227	3156.9	333.0	9.48	non ajuste
510	13276	0.0	834.0	0.00	non utilise
511	13376	1969.0	1969.0	1.00	
512	13476	0.0	612.0	0.00	non utilise
513	83280	1358.0	1358.0	1.00	
514	82259	0.0	4318.0	0.00	non utilise
515	U4859	4200.6	4266.0	0.98	
516	80559	0.0	4170.0	0.00	non utilise
517	81959	828.0	828.0	1.00	
518	81059	0.0	1098.0	0.00	non utilise
519	81459	0.0	1729.0	0.00	non utilise
520	83059	0.0	1432.0	0.00	non utilise
521	84359	718.0	718.0	1.00	
522	83359	0.0	761.0	0.00	non utilise
523	82859	395.0	395.0	1.00	
524	84559	584.0	584.0	1.00	
525	81859	391.0	391.0	1.00	
526	82002	657.0	657.0	1.00	
527	81559	413.6	519.0	0.80	non ajuste
528	81162	0.0	1123.0	0.00	non utilise
529	81659	5491.0	5491.0	1.00	
530	U4762	5774.0	5774.0	1.00	
531	U4962	0.0	1044.0	0.00	non utilise
532	80159	0.0	2313.0	0.00	non utilise
533	81262	0.0	798.0	0.00	non utilise
534	83162	0.0	770.0	0.00	non utilise
535	80280	1861.0	1861.0	1.00	
536	82462	404.0	404.0	1.00	
537	81380	1286.0	1286.0	1.00	
538	84162	0.0	358.0	0.00	non utilise
539	84662	606.0	606.0	1.00	
540	84062	274.0	274.0	1.00	
541	82359	0.0	236.0	0.00	non utilise
542	82962	0.0	363.0	0.00	non utilise
543	83762	0.0	272.0	0.00	non utilise
544	80662	0.0	365.0	0.00	non utilise
545	76557	8535.7	8902.0	0.96	

546	76357	0.0	5974.0	0.00	non utilise
547	76757	16.2	10118.0	0.00	non ajuste
548	U6857	3399.0	3399.0	1.00	
549	76157	1447.1	335.0	4.32	non ajuste
550	78467	2312.0	2312.0	1.00	
551	78167	1168.0	1168.0	1.00	
552	76657	0.0	437.0	0.00	non utilise
553	76457	0.0	230.0	0.00	non utilise
554	U4954	18.8	3145.0	0.01	non ajuste
555	74754	2271.0	2271.0	1.00	
556	76257	1419.0	1419.0	1.00	
557	74354	1144.3	306.0	3.74	non ajuste
558	74554	250.0	250.0	1.00	
559	74654	7681.0	7681.0	1.00	
560	77388	1086.2	2296.0	0.47	non ajuste
561	73752	68.0	334.0	0.20	non ajuste
562	S4854	3401.0	3401.0	1.00	
563	S2852	2480.1	5445.0	0.46	non ajuste
564	04052	2102.1	359.0	5.86	non ajuste
565	03952	2190.8	311.0	7.04	non ajuste
566	03852	0.0	280.0	0.00	non utilise
567	73252	1000.0	1000.0	1.00	
568	03052	0.0	929.0	0.00	non utilise
569	73352	961.0	961.0	1.00	
570	73552	1607.0	1713.0	0.94	
571	73652	2319.0	1425.0	1.63	non ajuste
572	73452	600.0	600.0	1.00	
573	67370	1842.6	1863.0	0.99	
574	67470	1623.0	1623.0	1.00	
575	77288	1120.0	1120.0	1.00	
576	62921	2671.3	2704.0	0.99	
577	62621	876.0	876.0	1.00	
578	69489	1932.0	1932.0	1.00	
579	62721	1661.7	851.0	1.95	non ajuste
580	62821	2388.5	1732.0	1.38	non ajuste
581	66763	1233.4	577.0	2.14	non ajuste
582	61203	1238.0	1238.0	1.00	
583	40823	1366.0	1366.0	1.00	
584	61303	983.0	983.0	1.00	
585	60903	2570.0	1207.0	2.13	non ajuste
586	60803	3621.6	2538.0	1.43	non ajuste
587	61103	50.9	1538.0	0.03	non ajuste
588	61003	1626.0	1626.0	1.00	
589	15518	624.0	624.0	1.00	
590	18145	4067.0	4067.0	1.00	
591	66158	2633.0	2633.0	1.00	
592	15218	1021.0	675.0	1.51	non ajuste
593	66258	836.0	836.0	1.00	
594	15418	574.0	574.0	1.00	
595	16636	1016.0	1016.0	1.00	
596	15318	2349.5	1340.0	1.75	non ajuste
597	17641	879.2	1486.0	0.59	non ajuste
598	17037	229.5	1234.0	0.19	non ajuste
599	15118	2940.0	2940.0	1.00	
600	16536	3573.0	3573.0	1.00	
601	17441	1570.0	1570.0	1.00	
602	17137	1970.4	526.0	3.75	non ajuste
603	15828	1469.3	3177.0	0.46	non ajuste
604	17741	1254.0	1254.0	1.00	
605	17841	867.0	867.0	1.00	
606	17541	2349.0	2349.0	1.00	
607	31435	863.0	863.0	1.00	

608	33053	844.0	844.0	1.00	
609	33153	1231.0	1231.0	1.00	
610	32953	543.0	543.0	1.00	
611	12961	0.0	867.0	0.00	non utilise
612	W4753	4348.0	4348.0	1.00	
613	33872	1218.8	1255.0	0.97	
614	33672	591.0	591.0	1.00	
615	10114	2954.0	2954.0	1.00	
616	10214	0.0	1248.0	0.00	non utilise
617	11327	1744.5	963.0	1.81	non ajuste
618	10314	1620.0	1620.0	1.00	
619	11750	0.0	2075.0	0.00	non utilise
620	11850	0.0	637.0	0.00	non utilise
621	31135	786.0	786.0	1.00	
622	11950	1950.0	1950.0	1.00	
623	12561	1523.0	1523.0	1.00	
624	12761	1150.0	1150.0	1.00	
625	12861	894.4	903.0	0.99	
626	79168	1090.0	1090.0	1.00	
627	78367	263.9	3796.0	0.07	non ajuste
628	79668	3238.0	3238.0	1.00	
629	79768	0.0	2556.0	0.00	non utilise
630	79568	0.0	1744.0	0.00	non utilise
631	79468	855.0	855.0	1.00	
632	79368	2027.6	2658.0	0.76	non ajuste
633	77188	2993.6	1863.0	1.61	non ajuste
634	07988	1017.0	1017.0	1.00	
635	79268	1276.0	1276.0	1.00	
636	S1025	3243.4	4087.0	0.79	non ajuste
637	63425	2146.5	992.0	2.16	non ajuste
638	63325	2311.7	946.0	2.44	non ajuste
639	62521	2115.0	2115.0	1.00	
640	64639	0.0	1980.0	0.00	non utilise
641	63225	851.0	851.0	1.00	
642	64939	0.0	601.0	0.00	non utilise
643	65001	2548.0	2548.0	1.00	
644	S1121	15656.0	15656.0	1.00	
645	S0569	9845.3	15526.0	0.63	non ajuste
646	67671	6549.2	1519.0	4.31	non ajuste
647	67771	1448.0	1448.0	1.00	
648	64839	1491.0	1491.0	1.00	
649	67871	1614.7	2793.0	0.58	non ajuste
650	67971	1900.0	1900.0	1.00	
651	61707	777.0	777.0	1.00	
652	65943	1029.0	1029.0	1.00	
653	65843	1810.0	1810.0	1.00	
654	66663	2779.0	2779.0	1.00	
655	66563	1955.0	1955.0	1.00	
656	S0863	3790.0	3790.0	1.00	
657	46287	1127.0	1127.0	1.00	
658	46187	3709.0	3709.0	1.00	
659	45124	909.0	909.0	1.00	
660	40916	2168.0	2168.0	1.00	
661	40716	2013.0	2013.0	1.00	
662	45517	0.0	425.0	0.00	non utilise
663	40617	1394.0	1394.0	1.00	
664	41233	1062.0	1062.0	1.00	
665	45417	0.0	976.0	0.00	non utilise
666	45617	711.0	711.0	1.00	
667	X9233	6280.0	6280.0	1.00	
668	W9137	6939.0	6939.0	1.00	
669	40379	0.0	944.0	0.00	non utilise

670	40279	0.0	650.0	0.00	non utilise
671	34285	2274.0	2274.0	1.00	
672	16837	2123.0	2123.0	1.00	
673	40586	1048.0	1048.0	1.00	
674	40486	881.0	881.0	1.00	
675	31744	2533.0	2533.0	1.00	
676	32144	0.0	4719.0	0.00	non utilise
677	31844	0.0	2269.0	0.00	non utilise
678	31944	0.0	327.0	0.00	non utilise
679	W4644	2194.0	2194.0	1.00	
680	X4549	3672.0	3672.0	1.00	
681	17237	1100.0	1100.0	1.00	
682	32649	0.0	1273.0	0.00	non utilise
683	32749	976.7	1005.0	0.97	
684	32549	1063.0	1063.0	1.00	
685	32849	1111.0	1111.0	1.00	
686	32349	877.2	906.0	0.97	
687	34385	1620.0	1620.0	1.00	
688	32044	2511.0	2511.0	1.00	
689	34185	1878.0	1878.0	1.00	
690	32249	435.0	435.0	1.00	
691	34485	0.0	1066.0	0.00	non utilise
692	30322	0.0	1023.0	0.00	non utilise
693	30122	0.0	1296.0	0.00	non utilise
694	31335	0.0	2435.0	0.00	non utilise
695	30935	0.0	847.0	0.00	non utilise
696	31235	2072.0	2072.0	1.00	
697	31535	5481.0	5481.0	1.00	
698	31035	0.0	1924.0	0.00	non utilise
699	31635	0.0	1796.0	0.00	non utilise
700	33356	0.0	2920.0	0.00	non utilise
701	33256	0.0	2103.0	0.00	non utilise
702	33556	0.0	1312.0	0.00	non utilise
703	33456	0.0	867.0	0.00	non utilise
704	S0701	558.7	4205.0	0.13	non ajuste
705	64739	0.0	1016.0	0.00	non utilise
706	60601	781.0	781.0	1.00	
707	69174	2741.0	2741.0	1.00	
708	60101	1228.0	1228.0	1.00	
709	60301	1671.8	583.0	2.87	non ajuste
710	60401	700.3	1751.0	0.40	non ajuste
711	60501	2278.9	913.0	2.50	non ajuste
712	X0963	3419.0	3419.0	1.00	
713	67169	1275.0	1275.0	1.00	
714	61507	1616.0	1616.0	1.00	
715	65442	385.0	385.0	1.00	
716	66942	1470.4	4351.0	0.34	non ajuste
717	65743	1481.0	1481.0	1.00	
718	65542	272.0	272.0	1.00	
719	S0601	1226.8	2345.0	0.52	non ajuste
720	Y0338	12886.0	12886.0	1.00	
721	67069	1634.0	1634.0	1.00	
722	62315	605.0	605.0	1.00	
723	45019	778.0	778.0	1.00	
724	41087	3187.0	3187.0	1.00	
725	41424	1153.0	1153.0	1.00	
726	44846	535.0	535.0	1.00	
727	68874	2294.7	776.0	2.96	non ajuste
728	68573	1695.0	1695.0	1.00	
729	68373	0.0	2846.0	0.00	non utilise
730	68974	1349.1	3660.0	0.37	non ajuste
731	R0174	0.0	1860.0	0.00	non utilise

732	69074	0.0	414.0	0.00	non utilise
733	68473	0.0	2321.0	0.00	non utilise
734	68774	0.0	2007.0	0.00	non utilise
735	55405	2254.0	2254.0	1.00	
736	55505	1063.0	1063.0	1.00	
737	55905	0.0	819.0	0.00	non utilise
738	55805	0.0	2079.0	0.00	non utilise
739	Y0438	760.3	4168.0	0.18	non ajuste
740	X0238	18948.0	18948.0	1.00	
741	X6630	16972.0	16972.0	1.00	
742	64538	412.0	412.0	1.00	
743	63826	4693.9	4737.0	0.99	
744	64138	775.0	775.0	1.00	
745	64038	5357.3	2718.0	1.97	non ajuste
746	68173	0.0	3201.0	0.00	non utilise
747	60201	1645.0	1645.0	1.00	
748	64238	922.0	922.0	1.00	
749	64338	860.0	860.0	1.00	
750	61807	639.8	885.0	0.72	non ajuste
751	61607	1849.1	752.0	2.46	non ajuste
752	63726	1995.0	1995.0	1.00	
753	63626	2182.0	2182.0	1.00	
754	62215	51.1	320.0	0.16	non ajuste
755	45912	1852.8	167.0	11.09	non ajuste
756	41612	504.0	504.0	1.00	
757	53048	2693.0	1116.0	2.41	non ajuste
758	53148	552.0	552.0	1.00	
759	62015	1793.0	1793.0	1.00	
760	43881	5.2	439.0	0.01	non ajuste
761	43981	1414.0	1414.0	1.00	
762	X9133	2990.4	4715.0	0.63	non ajuste
763	44433	2646.0	2646.0	1.00	
764	46033	0.0	734.0	0.00	non utilise
765	41324	1565.0	1565.0	1.00	
766	44533	0.0	1492.0	0.00	non utilise
767	45747	1817.0	1817.0	1.00	
768	44347	2487.6	512.0	4.86	non ajuste
769	44240	0.0	1650.0	0.00	non utilise
770	44724	1261.5	1268.0	0.99	
771	54705	1654.0	1654.0	1.00	
772	55304	1867.0	1867.0	1.00	
773	54804	1090.5	1335.0	0.82	non ajuste
774	54313	938.5	1382.0	0.68	non ajuste
775	56206	0.0	1430.0	0.00	non utilise
776	52106	0.0	4311.0	0.00	non utilise
777	V6813	1090.5	2125.0	0.51	non ajuste
778	54213	2496.0	2496.0	1.00	
779	54113	0.0	3002.0	0.00	non utilise
780	X6713	8885.0	8885.0	1.00	
781	51313	2230.0	1167.0	1.91	non ajuste
782	53913	2717.0	2717.0	1.00	
783	54513	378.0	378.0	1.00	
784	51013	2284.0	2284.0	1.00	
785	54084	1235.0	1235.0	1.00	
786	50913	1399.0	1399.0	1.00	
787	50884	1854.0	1854.0	1.00	
788	53730	8.1	904.0	0.01	non ajuste
789	53534	0.0	538.0	0.00	non utilise
790	50630	2107.0	2107.0	1.00	
791	50530	2278.0	2278.0	1.00	
792	53830	1498.0	1498.0	1.00	
793	50730	2493.0	2493.0	1.00	

794	X6534	10582.0	10582.0	1.00	
795	53434	636.0	1651.0	0.39	non ajuste
796	50334	2278.0	2278.0	1.00	
797	52834	989.0	989.0	1.00	
798	53334	1911.0	1911.0	1.00	
799	52934	2164.0	2164.0	1.00	
800	50434	379.0	1049.0	0.36	non ajuste
801	X2231	6123.0	6123.0	1.00	
802	52711	1518.0	1518.0	1.00	
803	50111	1330.0	1330.0	1.00	
804	X2366	0.0	4832.0	0.00	non utilise
805	52666	0.0	2405.0	0.00	non utilise
806	50266	1494.0	1494.0	1.00	
807	52566	0.0	1824.0	0.00	non utilise
808	42431	2812.0	2812.0	1.00	
809	42331	0.0	1654.0	0.00	non utilise
810	43731	692.0	692.0	1.00	
811	43632	1367.0	1367.0	1.00	
812	43532	801.5	848.0	0.95	
813	43265	654.0	654.0	1.00	
814	43165	0.0	1754.0	0.00	non utilise
815	41840	4866.1	6081.0	0.80	non ajuste
816	41940	3713.4	1673.0	2.22	non ajuste
817	43432	200.4	402.0	0.50	non ajuste
818	44040	131.6	1133.0	0.12	non ajuste
819	44140	640.0	640.0	1.00	
820	Z9464	2814.0	2814.0	1.00	
821	X9364	1300.0	1300.0	1.00	
822	42064	413.0	413.0	1.00	
823	42264	1824.0	1824.0	1.00	
824	42140	1218.6	1303.0	0.94	
825	42664	0.0	482.0	0.00	non utilise
826	16028	1929.0	1929.0	1.00	
827	16128	2351.0	2351.0	1.00	
828	33972	2047.0	2047.0	1.00	
829	W4872	7101.0	7101.0	1.00	
830	74454	16.2	1592.0	0.01	non ajuste
831	74254	16.2	1052.0	0.02	non ajuste
832	75355	426.0	426.0	1.00	
833	70208	921.0	921.0	1.00	
834	75155	566.0	566.0	1.00	
835	65242	2570.0	1796.0	1.43	non ajuste
836	65342	2570.0	1632.0	1.57	non ajuste
837	34072	2302.0	2302.0	1.00	
838	16937	1506.0	1506.0	1.00	
839	33772	2066.0	2066.0	1.00	
840	45216	1302.0	1302.0	1.00	
841	45387	1656.0	1656.0	1.00	
842	40179	1387.0	1387.0	1.00	
843	32449	1685.7	1981.0	0.85	non ajuste
844	46386	737.0	737.0	1.00	
845	30829	0.0	998.0	0.00	non utilise
846	30222	0.0	1938.0	0.00	non utilise
847	30422	0.0	304.0	0.00	non utilise
848	30729	0.0	192.0	0.00	non utilise
849	30629	0.0	965.0	0.00	non utilise
850	30529	0.0	1710.0	0.00	non utilise
851	41119	1199.0	1199.0	1.00	
852	44919	615.0	615.0	1.00	
853	62115	363.0	363.0	1.00	
854	45882	3478.8	3541.0	0.98	
855	41546	1652.0	1652.0	1.00	

```
 856    Q1273       0.0     378.0        0.00  non utilise
 857    68273       0.0    1192.0        0.00  non utilise
 858    64438       0.0    1278.0        0.00  non utilise
 859    53248       0.3     652.0        0.00  non ajuste
 860    53630       3.1     470.0        0.01  non ajuste
 861    41712    1850.0    1850.0        1.00
 862    55204    1153.0    1153.0        1.00
 863    51604     680.0     680.0        1.00
 864    55704    2912.1     480.0        6.07  non ajuste
 865    56006       0.0    2224.0        0.00  non utilise
 866    52006     855.0     855.0        1.00
 867    V7206       0.0    3504.0        0.00  non utilise
 868    51513    2383.0    2383.0        1.00
 869    V7013    3664.0    3664.0        1.00
 870    54613     415.0     415.0        1.00
 871    54983    2609.8    6088.0        0.43  non ajuste
 872    V6913    5065.6    9719.0        0.52  non ajuste
 873    55183    2699.9     780.0        3.46  non ajuste
 874    51883    4290.3    1050.0        4.09  non ajuste
 875    V7183    8995.0    8995.0        1.00
 876    51983    4860.0    4860.0        1.00
 877    55683    3820.0    3820.0        1.00
 878    55083    4897.0    4897.0        1.00
 879    51783    1482.0    1482.0        1.00
 880    51213      14.4    1320.0        0.01  non ajuste
 881    51184      20.8    1494.0        0.01  non ajuste
 882    52466       0.0    2060.0        0.00  non utilise
 883    07666       0.0     595.0        0.00  non utilise
 884    07866       0.0    1199.0        0.00  non utilise
 885    42509       0.0    1537.0        0.00  non utilise
 886    43309     978.0     978.0        1.00
 887    63125       0.0     952.0        0.00  non utilise
 888    U2751    2896.0    2896.0        1.00

nlsom=   690 clsom=     806.521 clmoy=    1.16887
clmax=     15.0947
 311    45912    1917.0     127.0       15.09  non ajuste
clmin=     5.00963E-04
 859    53248       0.3     652.0        0.00  non ajuste

Redistribution de MOD
Resultats:
Nb. total des compteurs sur le reseau=  888
Nb. total des compteurs  non utilises=  198
Nb. total des compteurs     presentes=  690
Nb. total des compteurs  non  ajustes=  633
Nb. total des compteurs       ajustes=  57
Comptage total calcule=    1.55080E+06
Comptage total    reel=    1.51675E+06
          ---  *****  ---
Trafic    total  MOD   =    441107.
          ---  *****  ---
Resultat de Matrice O-D (f10.1)

O-D        Noeud  1  Noeud  2  Noeud  3  Noeud  4  Noeud  5  Noeud  6  Noeud  7
Noeud  1       0.0     2523.1     2001.0      536.9     1394.0     2735.0     3541.7
Noeud  2    1837.1        0.0      427.3       71.0      111.7      195.4      771.5
Noeud  3    2658.7      768.4        0.0      212.7      334.2      286.1      539.6
Noeud  4     600.1      108.8      181.2        0.0      166.9       76.3       96.9
Noeud  5     769.5       85.2      141.6       83.0        0.0      159.6      108.0
Noeud  6    3714.6      363.9      293.0       91.0      381.6        0.0      734.3
Noeud  7    5527.2     1507.0      585.5      124.1      298.6      807.9        0.0
```

Noeud 8	2775.0	1308.0	870.3	144.6	227.3	296.0	824.1
Noeud 9	2041.7	405.8	635.2	360.5	566.4	259.5	337.7
Noeud 10	1513.4	248.0	413.1	239.5	485.0	221.2	231.9
Noeud 11	252.7	35.4	58.9	34.5	117.5	52.4	35.5
Noeud 12	307.1	31.7	49.9	29.2	126.0	78.5	44.1
Noeud 13	648.8	63.8	55.9	31.1	134.2	224.5	93.7
Noeud 14	828.7	81.4	65.6	33.5	144.4	460.1	163.7
Noeud 15	1448.6	146.5	113.2	35.2	147.4	797.2	356.7
Noeud 16	590.9	72.7	46.0	12.8	39.5	213.2	196.9
Noeud 17	2192.2	496.8	193.7	47.1	120.4	375.2	1308.0
Noeud 18	735.6	135.8	212.6	120.6	219.6	100.2	116.0
Noeud 19	486.2	68.2	113.6	66.6	225.5	102.7	68.5
Noeud 20	136.9	17.0	28.1	16.4	56.2	35.0	19.7
Noeud 21	1465.1	144.0	195.9	114.8	494.9	392.1	211.5
Noeud 22	871.5	85.6	71.4	38.3	164.9	446.1	158.7
Noeud 23	1305.0	127.9	102.9	41.4	178.4	725.2	258.0
Noeud 24	320.5	32.5	25.1	7.8	32.9	176.4	79.2
Noeud 25	1276.9	160.9	99.3	27.7	91.1	490.9	436.2
Noeud 26	1335.5	197.4	104.2	28.5	84.8	454.2	522.1
Noeud 27	1466.3	144.1	194.6	114.1	491.7	460.1	212.7
Noeud 28	53.9	5.3	4.3	1.7	7.4	30.0	10.7
Noeud 29	151.5	14.9	20.3	11.9	51.2	43.3	21.9
Noeud 30	266.0	26.1	35.3	20.7	89.2	82.8	38.6
Noeud 31	170.8	16.8	22.5	13.2	56.9	58.8	24.9
Noeud 32	37.6	3.7	3.0	1.5	6.4	20.8	7.4
Noeud 33	554.3	56.2	43.3	13.9	59.5	305.0	137.0
Noeud 34	101.7	10.0	13.5	7.9	34.1	31.9	14.8
Noeud 35	113.9	11.2	15.0	8.8	37.9	42.9	17.6
Noeud 36	207.3	20.4	23.3	13.6	58.8	100.5	36.6
Noeud 37	61.6	6.1	5.4	3.1	13.2	31.3	11.2
Noeud 38	238.4	23.4	18.8	7.6	32.6	132.5	47.1
Noeud 39	49.9	4.9	3.9	1.5	6.4	27.7	10.7
Noeud 40	115.9	11.8	9.1	2.9	12.4	63.8	28.7
Noeud 41	39228.3	9570.5	7496.9	2771.3	7301.1	11592.5	11873.9

O-D	Noeud 8	Noeud 9	Noeud 10	Noeud 11	Noeud 12	Noeud 13	Noeud 14
Noeud 1	2502.1	1001.2	1283.5	275.2	412.4	605.5	333.9
Noeud 2	883.5	147.0	142.5	27.9	30.8	43.4	23.9
Noeud 3	1028.7	409.3	426.8	83.7	86.8	69.1	35.1
Noeud 4	145.7	197.5	213.1	41.8	43.4	32.6	15.5
Noeud 5	113.8	154.3	206.3	70.7	93.0	69.9	33.2
Noeud 6	362.3	169.8	225.5	75.4	139.8	278.4	251.8
Noeud 7	1086.8	237.3	275.9	58.9	90.4	132.8	98.5
Noeud 8	0.0	382.1	315.0	56.9	59.2	66.5	36.2
Noeud 9	678.5	0.0	3586.5	343.3	334.8	110.8	52.6
Noeud 10	366.9	2355.9	0.0	355.0	346.2	99.6	45.0
Noeud 11	47.4	157.3	247.8	0.0	117.8	33.9	11.5
Noeud 12	40.2	123.4	194.3	91.6	0.0	68.5	23.2
Noeud 13	64.1	57.9	79.0	36.8	95.6	0.0	116.7
Noeud 14	81.0	62.3	83.2	29.8	73.7	264.5	0.0
Noeud 15	140.9	65.6	87.1	29.1	55.7	176.7	159.8
Noeud 16	60.2	23.9	30.6	7.8	14.4	32.9	29.8
Noeud 17	358.2	87.8	109.1	23.8	37.3	56.6	47.5
Noeud 18	227.0	1464.9	1777.1	179.0	177.2	51.7	20.5
Noeud 19	94.5	595.6	1004.0	236.5	265.2	78.2	26.9
Noeud 20	22.5	92.6	156.2	58.7	105.8	31.2	10.7
Noeud 21	161.5	484.7	763.4	360.1	935.8	426.2	146.5
Noeud 22	86.0	101.6	160.0	75.5	196.2	376.2	231.9
Noeud 23	127.3	77.0	107.5	47.0	122.3	326.8	295.5
Noeud 24	31.2	14.6	19.3	6.7	16.1	57.7	52.2
Noeud 25	131.6	51.6	66.2	18.0	34.4	108.8	98.4
Noeud 26	147.7	53.2	68.2	16.7	30.8	70.1	63.4

Noeud 27	160.5	481.5	758.4	357.7	929.7	530.7	235.8
Noeud 28	5.3	3.2	4.4	1.9	5.1	13.5	12.2
Noeud 29	16.7	51.9	86.8	37.5	96.8	50.7	21.8
Noeud 30	29.1	87.4	138.7	64.9	168.7	95.6	42.5
Noeud 31	18.6	55.8	87.8	41.4	107.7	62.3	30.5
Noeud 32	3.7	4.4	7.0	3.3	8.5	14.3	9.1
Noeud 33	53.9	26.0	34.6	14.4	37.5	105.2	95.1
Noeud 34	11.1	33.4	53.0	24.8	64.5	36.7	16.4
Noeud 35	12.4	37.1	58.4	27.6	71.6	41.8	22.3
Noeud 36	20.9	57.6	90.7	42.8	111.2	85.0	52.2
Noeud 37	6.1	12.2	19.2	9.1	23.6	26.4	16.3
Noeud 38	23.2	16.2	25.4	12.0	31.2	64.6	54.0
Noeud 39	4.9	2.8	3.9	1.7	4.4	11.7	10.6
Noeud 40	11.3	5.4	7.2	3.0	7.8	22.0	19.9
Noeud 41	9367.0	9443.3	13003.9	3248.0	5583.4	4829.1	2898.6

O-D	Noeud 15	Noeud 16	Noeud 17	Noeud 18	Noeud 19	Noeud 20	Noeud 21
Noeud 1	1712.3	617.8	1173.9	665.5	388.0	42.1	1009.5
Noeud 2	132.9	61.9	217.6	85.2	39.5	3.8	72.4
Noeud 3	178.4	64.0	152.2	241.2	118.2	11.2	174.2
Noeud 4	47.5	15.1	28.7	116.6	59.0	5.6	87.0
Noeud 5	99.4	23.4	36.4	107.6	99.4	9.5	186.5
Noeud 6	1285.3	302.5	275.9	117.6	108.3	14.3	357.6
Noeud 7	669.9	327.4	1151.8	149.2	83.3	9.2	221.3
Noeud 8	185.0	70.6	232.4	221.0	83.2	7.6	121.6
Noeud 9	161.6	51.4	97.5	2532.7	943.1	59.5	671.4
Noeud 10	137.7	38.8	70.1	2058.5	1044.3	65.8	694.4
Noeud 11	32.6	7.7	11.9	140.1	173.2	16.5	236.3
Noeud 12	50.5	11.5	15.0	111.3	157.8	24.2	477.6
Noeud 13	230.1	37.7	32.8	45.5	65.5	10.1	315.2
Noeud 14	471.6	77.3	63.8	43.7	51.2	7.9	245.8
Noeud 15	0.0	367.2	300.6	45.4	41.8	5.8	166.9
Noeud 16	417.5	0.0	167.0	15.9	11.2	1.5	36.9
Noeud 17	662.0	323.6	0.0	56.7	33.6	3.8	91.8
Noeud 18	62.4	18.6	34.3	0.0	1633.6	57.1	456.9
Noeud 19	63.9	15.1	23.0	1718.1	0.0	94.2	745.5
Noeud 20	22.8	5.1	6.7	153.0	245.2	0.0	297.4
Noeud 21	293.9	57.5	72.0	546.7	868.0	133.3	0.0
Noeud 22	457.2	74.9	61.8	114.6	182.0	28.0	881.3
Noeud 23	1298.9	213.6	174.8	71.4	113.4	17.4	549.3
Noeud 24	495.9	81.6	66.8	10.1	11.9	1.8	57.6
Noeud 25	1380.5	427.2	455.0	34.4	25.8	3.6	102.8
Noeud 26	889.3	434.7	737.2	35.4	23.9	3.1	78.9
Noeud 27	465.0	76.2	76.1	587.5	938.9	145.6	4176.4
Noeud 28	53.7	8.8	7.2	3.0	4.7	0.7	22.7
Noeud 29	42.9	7.0	7.6	83.5	133.9	21.0	434.6
Noeud 30	83.7	13.7	13.7	116.1	186.0	29.2	757.9
Noeud 31	60.2	9.9	9.1	68.0	108.7	16.9	483.7
Noeud 32	37.3	6.1	5.0	5.4	8.6	1.3	38.3
Noeud 33	857.7	141.1	115.5	22.2	34.8	5.3	168.5
Noeud 34	32.3	5.3	5.3	43.2	69.2	10.8	289.7
Noeud 35	44.0	7.2	6.5	45.3	72.3	11.2	321.7
Noeud 36	106.3	17.5	14.6	70.2	112.3	17.4	499.4
Noeud 37	44.8	7.4	6.0	14.9	23.8	3.7	105.8
Noeud 38	241.9	39.8	32.6	18.9	30.1	4.7	140.1
Noeud 39	66.6	11.0	9.0	2.6	4.1	0.6	19.8
Noeud 40	179.3	29.5	24.1	4.6	7.3	1.1	35.2
Noeud 41	13755.1	4106.4	5991.4	10523.2	8339.2	906.4	15830.0

O-D	Noeud 22	Noeud 23	Noeud 24	Noeud 25	Noeud 26	Noeud 27	Noeud 28
Noeud 1	923.6	413.3	228.0	1226.9	1067.0	1243.7	36.5
Noeud 2	66.3	29.7	17.9	126.0	131.4	89.2	2.6

Noeud 3	102.3	43.2	23.8	127.0	111.3	212.3	3.8
Noeud 4	47.3	15.6	6.4	30.0	25.8	106.0	1.4
Noeud 5	101.5	33.4	13.4	49.7	38.7	227.3	2.9
Noeud 6	616.6	312.0	171.2	640.8	496.4	536.8	27.5
Noeud 7	241.3	126.2	90.4	666.9	695.5	273.3	11.1
Noeud 8	101.4	44.7	24.7	143.2	142.5	148.3	3.9
Noeud 9	207.6	52.9	21.7	102.0	87.7	818.5	4.7
Noeud 10	214.7	46.8	18.5	77.9	65.9	846.6	4.1
Noeud 11	73.1	14.9	4.6	16.3	12.7	288.1	1.3
Noeud 12	147.7	30.1	8.7	25.2	18.9	582.3	2.7
Noeud 13	473.7	117.3	43.6	114.7	61.9	514.6	10.4
Noeud 14	585.7	240.5	89.4	235.1	126.8	494.7	21.2
Noeud 15	391.2	360.4	298.5	1117.6	602.5	330.5	31.8
Noeud 16	72.9	68.0	56.3	392.6	334.8	61.9	6.0
Noeud 17	116.3	107.8	89.3	831.2	1119.9	121.2	9.5
Noeud 18	141.3	28.8	8.4	37.2	31.7	605.9	2.5
Noeud 19	230.5	47.0	10.7	31.9	24.8	995.4	4.1
Noeud 20	92.0	18.8	4.3	11.4	8.4	402.9	1.7
Noeud 21	1299.8	265.2	60.4	146.5	94.5	5125.5	23.4
Noeud 22	0.0	582.2	126.9	250.7	122.9	3340.4	89.5
Noeud 23	1777.4	0.0	650.3	1284.9	447.3	1182.4	366.9
Noeud 24	179.3	299.7	0.0	491.4	171.1	123.9	26.4
Noeud 25	267.0	446.3	370.4	0.0	2586.7	206.8	39.4
Noeud 26	155.2	190.2	157.9	3377.3	0.0	131.8	16.8
Noeud 27	4368.6	491.0	111.1	241.1	125.0	0.0	72.8
Noeud 28	127.6	171.8	26.9	53.1	18.5	79.4	0.0
Noeud 29	271.1	44.9	10.2	22.2	11.5	1775.3	4.5
Noeud 30	786.6	88.4	20.0	43.4	22.5	5150.3	13.1
Noeud 31	646.8	71.6	15.3	31.3	16.2	3312.8	11.6
Noeud 32	204.6	119.3	18.7	36.9	12.8	243.2	23.6
Noeud 33	880.4	1189.6	430.2	1461.9	463.7	547.5	397.6
Noeud 34	337.7	44.0	8.0	16.8	8.7	1975.9	7.9
Noeud 35	501.8	67.3	11.9	23.7	11.8	2203.1	12.3
Noeud 36	1209.9	287.3	45.3	104.3	34.5	3420.0	59.4
Noeud 37	377.2	140.6	22.4	71.7	22.8	724.7	33.9
Noeud 38	853.0	759.5	121.1	387.5	122.9	758.6	183.2
Noeud 39	114.2	149.3	33.4	113.5	36.0	100.7	50.1
Noeud 40	184.1	248.7	89.9	305.6	96.9	114.5	83.1
Noeud 41	19489.2	7808.5	3560.2	14467.7	9631.0	39416.5	1705.2

O-D	Noeud 29	Noeud 30	Noeud 31	Noeud 32	Noeud 33	Noeud 34	Noeud 35
Noeud 1	153.3	241.0	160.0	9.8	337.2	53.4	81.0
Noeud 2	11.0	17.3	11.5	0.7	26.5	3.8	5.8
Noeud 3	26.4	41.2	26.9	1.0	35.1	9.1	13.5
Noeud 4	13.2	20.6	13.4	0.5	9.8	4.6	6.8
Noeud 5	28.3	44.1	28.8	1.0	20.7	9.8	14.5
Noeud 6	59.2	103.4	72.3	7.3	253.1	23.0	40.6
Noeud 7	33.6	53.0	35.2	2.9	133.7	11.7	18.3
Noeud 8	18.5	28.8	18.8	1.1	36.6	6.4	9.5
Noeud 9	107.0	158.7	103.6	2.3	33.2	35.2	52.2
Noeud 10	117.7	165.3	107.1	2.4	28.4	36.7	54.0
Noeud 11	35.9	55.9	36.5	0.8	8.5	12.4	18.4
Noeud 12	72.5	112.9	73.7	1.7	17.2	25.0	37.1
Noeud 13	57.0	99.2	67.8	4.7	68.1	22.0	34.3
Noeud 14	54.4	95.3	68.7	5.9	139.5	21.2	38.6
Noeud 15	36.3	63.7	45.9	8.2	441.4	14.2	25.8
Noeud 16	6.8	11.9	8.5	1.5	83.3	2.7	4.8
Noeud 17	14.3	23.4	15.6	2.4	132.1	5.2	8.3
Noeud 18	101.5	123.7	76.7	1.7	16.5	27.0	38.6
Noeud 19	167.3	203.8	125.9	2.8	26.9	44.4	63.5
Noeud 20	68.4	82.8	51.0	1.1	10.7	18.0	25.7
Noeud 21	638.3	994.0	648.5	14.6	151.5	220.5	326.8

Noeud 22	252.4	643.7	556.3	52.9	541.2	161.3	343.1
Noeud 23	129.3	227.9	185.0	94.1	2225.7	65.4	140.8
Noeud 24	13.5	23.9	18.6	6.8	367.7	5.5	11.5
Noeud 25	22.7	39.8	28.9	10.1	979.7	8.9	17.2
Noeud 26	14.5	25.4	18.2	4.3	405.7	5.6	10.2
Noeud 27	2161.5	5511.7	3619.1	79.5	440.2	1225.2	1824.0
Noeud 28	6.0	15.3	13.9	8.7	348.6	5.5	12.1
Noeud 29	0.0	851.4	283.8	4.9	27.5	181.4	192.4
Noeud 30	975.4	0.0	1377.1	19.5	79.4	881.2	934.9
Noeud 31	322.6	1366.0	0.0	21.1	70.5	348.9	751.0
Noeud 32	18.5	65.4	71.3	0.0	152.9	38.7	93.5
Noeud 33	42.2	105.5	95.9	61.3	0.0	67.8	163.7
Noeud 34	357.2	1514.8	633.6	19.7	92.1	0.0	4430.4
Noeud 35	270.8	1148.3	991.6	33.2	154.7	3113.8	0.0
Noeud 36	333.0	1410.2	1539.3	173.7	811.7	1756.1	4240.1
Noeud 37	70.6	298.8	326.2	61.8	593.7	372.1	898.5
Noeud 38	60.8	235.0	256.5	214.3	3207.1	285.7	689.8
Noeud 39	8.1	31.2	34.0	28.4	939.6	37.9	91.5
Noeud 40	8.8	23.6	24.8	20.7	2529.4	27.6	66.7
Noeud 41	6888.7	16277.9	11870.5	989.5	15977.2	9195.1	15829.5

O-D	Noeud 36	Noeud 37	Noeud 38	Noeud 39	Noeud 40	Noeud 41
Noeud 1	156.7	74.1	77.6	37.1	56.6	31331.7
Noeud 2	11.2	5.3	5.6	2.7	4.4	5895.2
Noeud 3	24.1	8.8	8.1	3.9	5.9	8706.1
Noeud 4	12.0	4.3	2.9	1.3	1.6	2602.5
Noeud 5	25.8	9.2	6.3	2.7	3.5	3311.9
Noeud 6	99.4	49.1	58.5	28.0	42.5	13181.0
Noeud 7	39.8	19.3	23.7	12.5	22.4	15954.0
Noeud 8	17.5	8.1	8.4	4.0	6.1	9055.1
Noeud 9	92.7	31.2	11.1	4.3	5.6	16162.8
Noeud 10	95.9	32.3	11.5	3.8	4.8	12965.1
Noeud 11	32.6	11.0	3.9	1.2	1.4	2450.6
Noeud 12	66.0	22.2	7.9	2.5	2.9	3313.2
Noeud 13	76.6	37.7	25.4	9.6	11.4	4288.9
Noeud 14	94.4	46.7	45.1	19.7	23.4	5779.2
Noeud 15	65.0	41.5	68.3	41.4	74.1	8745.5
Noeud 16	12.2	7.8	12.9	7.8	14.0	3188.3
Noeud 17	19.7	12.4	20.4	12.4	22.2	9308.9
Noeud 18	68.6	23.1	7.9	2.4	2.8	9147.0
Noeud 19	112.8	38.0	12.9	3.9	4.5	8243.1
Noeud 20	45.6	15.4	5.2	1.6	1.8	2384.1
Noeud 21	580.6	195.6	69.7	21.8	25.4	19170.8
Noeud 22	866.1	428.0	287.8	84.0	90.8	13683.9
Noeud 23	640.4	474.8	780.2	340.5	373.5	17667.6
Noeud 24	46.1	34.5	56.7	34.5	61.7	3570.6
Noeud 25	76.7	82.3	135.2	91.8	164.4	11095.5
Noeud 26	32.4	34.1	56.0	38.0	68.1	10121.0
Noeud 27	3240.2	1091.8	326.0	94.1	73.9	38100.4
Noeud 28	61.5	54.2	89.0	53.5	58.5	1463.4
Noeud 29	253.3	85.3	21.8	6.3	4.6	5460.2
Noeud 30	1228.9	414.1	96.8	27.9	14.2	14559.7
Noeud 31	1330.6	448.3	104.8	30.2	15.2	10439.6
Noeud 32	505.5	279.3	288.5	83.1	41.9	2530.5
Noeud 33	888.4	1016.1	1669.5	1134.3	2030.3	15527.2
Noeud 34	2610.6	879.6	202.0	58.2	29.4	14136.3
Noeud 35	4384.8	1477.4	339.3	97.8	49.3	15919.3
Noeud 36	0.0	7754.0	1780.7	513.0	258.9	27490.0
Noeud 37	4876.4	0.0	1302.5	383.8	192.8	11221.6
Noeud 38	3744.0	4282.1	0.0	2027.1	1023.0	20446.2
Noeud 39	496.8	584.5	933.6	0.0	1040.3	5081.8
Noeud 40	361.8	423.1	679.9	1515.3	0.0	7406.9

```
Noeud 41   27393.8   20537.1    9643.5    6838.1    5928.1  441106.6

         ---  *****  ---
Fichier des resultats = resurem107a08
Fichier intermediaire = inter107a08
Thu Sep 10 09:22:16 MET DST 1992
         ---   Fin   ---
```

TA12.03 - **Listing du fichier des processus intermédiaires** ("inter107a08")

```
Wed Sep  9 17:29:09 MET DST 1992
        Programme  REMODE
         ---  V107a  ---
Nom du fichier de calcul   = fremode107a
Fichier intermediaire      = inter107a08
         ---  *****  ---
Nb. motifs de deplacement  =  3
Valeur du temps par motif  =    60.0000    185.000    70.0000
Ecart-type  des valeurs    =   0.800000   0.600000   0.700000
Pourcentage  par motif     =    60.0000    13.0000    27.0000
Definition des zonages     = deptzone40
Indicateurs socioecos      = socioeco40
Fichier de  ct. aleatoires = ctaleat
Fichier des compteurs del. = compt_sup
Fichier de la MOD a priori = mod40r2rem
         ---  *****  ---
Nb. capteurs residuels     =  42
Nb. de sens de capteurs    =  2
Nb.  iteration du calcul   =  3
% de precision du calcul   =  10
Iterations internes        =  2  15  10
% de trafic par segment    =   10.00000
Fonction objectif lapr     =  0
Etat actuel du trafic      =   0.850000
Contraite de capacite rou. = oui
Affecta. avec trafic local = oui
Affecta. avec trafic etran = oui
         ---  *****  ---
Chemin en couts generalises.
Edition: mimp=  1 isql=  2
         ---  *****  ---
Rappel de Subroutine -- SP01: DONNE
Fichier de reseau utilise = reseauscmd
Fichier des centroides    = centroide40
Fichier des comptages     = comptrans40t
Fichier de compteur sup.  = compt_sup
         ---  *****  ---
Nb. compteurs enleve =  17
Compteur 209 (dept=77) supprime
Compteur 209 (dept=77) supprime
Compteur 208 (dept=77) supprime
Compteur 208 (dept=77) supprime
Compteur 213 (dept=78) supprime
Compteur 213 (dept=78) supprime
Compteur 212 (dept=78) supprime
Compteur 212 (dept=78) supprime
Compteur 211 (dept=78) supprime
Compteur 211 (dept=78) supprime
Compteur 214 (dept=91) supprime
Compteur 214 (dept=91) supprime
Compteur 207 (dept=93) supprime
Compteur 207 (dept=93) supprime
Compteur 206 (dept=93) supprime
Compteur 206 (dept=93) supprime
Compteur 205 (dept=93) supprime
Compteur 205 (dept=93) supprime
Compteur 201 (dept=94) supprime
```

```
Compteur 201 (dept=94) supprime
Compteur 204 (dept=94) supprime
Compteur 204 (dept=94) supprime
Compteur 202 (dept=94) supprime
Compteur 202 (dept=94) supprime
Compteur 203 (dept=94) supprime
Compteur 203 (dept=94) supprime
Compteur 210 (dept=95) supprime
Compteur 210 (dept=95) supprime
Compteur 697 (dept=90) supprime
Compteur 697 (dept=90) supprime
Compteur 782 (dept=67) supprime
Compteur 782 (dept=67) supprime
Compteur 077 (dept=88) supprime
Compteur 077 (dept=88) supprime
Nbcompteur presente=  888
        ---  *****  ---
Rappel de Subroutine -- SP02: MOGET
Nb. centroides =  40
Nb. lignes lu dans le fichier socioeco=  40
se correspond !
Trafic totalod   =    336052.
toi(i)*nbct -- 8f9.1
  48820.7   3988.5   7024.8   5024.6   5029.5   7705.8   6808.4  12813.1
   7698.9   7964.8   2768.9   5959.4   6811.3   3027.2   4223.7   4279.3
   6424.4   9005.9   8039.1   4595.3   6147.8   8019.0   3185.6   7992.4
   9978.4   9779.3  23045.7   4944.4   6944.7  10686.1  12827.5   2538.0
   7404.8   9240.1  10722.8  10355.5   7957.4   7052.6   5297.4   3918.5
tdj(j)*nbct -- 8f9.1
  48820.7   3988.5   7024.8   5024.6   5029.5   7705.8   6808.4  12813.1
   7698.9   7964.8   2768.9   5959.4   6811.3   3027.2   4223.7   4279.3
   6424.4   9005.9   8039.1   4595.3   6147.8   8019.0   3185.6   7992.4
   9978.4   9779.3  23045.7   4944.4   6944.7  10686.1  12827.5   2538.0
   7404.8   9240.1  10722.8  10355.5   7957.4   7052.6   5297.4   3918.5
         ---  *****  ---
Rappel de Subroutine -- SP21: DESAG
Motif=  1 Nb. tranche=  6
Motif=  2 Nb. tranche=  3
Motif=  3 Nb. tranche=  3
Motif   No.ser   Valeur
     1        1     14.4
     1        2     25.4
     1        3     36.8
     1        4     51.6
     1        5     74.7
     1        6    131.8
     2        7     86.5
     2        8    154.5
     2        9    276.1
     3       10     27.8
     3       11     54.8
     3       12    107.8
       --- *** ---
Rappel de Subroutine -- SP22: ALEAT
Motif   No.nou   Valeur
     2        1     86.5
     3        2    107.8
     1        3     25.4
     3        4     54.8
     2        5    154.5
     1        6     36.8
     1        7     14.4
```

```
     1        8      74.7
     3        9      27.8
     2       10     276.1
     1       11      51.6
     1       12     131.8
       --- *** ---
Wed Sep  9 17:29:18 MET DST 1992

Iteration generale, No.=  1
Tranche=  1 Motif=  2 Valeur=    86.4768
pource.=    4.33333 Pt cumule=    4.33333
Rappel de Subroutine -- SP08: COUTS
Cout max =    579.984
Cout min =    1.18831
Rappel de Subroutine -- SP05: MOREC
Longueur totale de tous les chemins parcourus=    695211.
Rappel de Subroutine -- SP04: MODAT
Nb. compteurs presentes sur le reseau    =  392 Nre=  0
Nb. max. compteurs presentes sur une O-D =  15
Rappel de Subroutine -- SP09: TEDEP
         ---  *****  ---
Tranche=  2 Motif=  3 Valeur=    107.835
pource.=    9.00000 Pt cumule=    13.3333
Rappel de Subroutine -- SP08: COUTS
Cout max =    686.625
Cout min =    1.22478
Rappel de Subroutine -- SP05: MOREC
Longueur totale de tous les chemins parcourus=    1.57752E+06
Rappel de Subroutine -- SP04: MODAT
Nb. compteurs presentes sur le reseau    =  554 Nre=  0
Nb. max. compteurs presentes sur une O-D =  25
Rappel de Subroutine -- SP09: TEDEP
         ---  *****  ---
Tranche=  3 Motif=  1 Valeur=    25.3997
pource.=   10.00000 Pt cumule=    23.3333
Rappel de Subroutine -- SP08: COUTS
Cout max =    274.563
Cout min =   0.666338
Rappel de Subroutine -- SP05: MOREC
Longueur totale de tous les chemins parcourus=    776589.
Rappel de Subroutine -- SP04: MODAT
Nb. compteurs presentes sur le reseau    =  624 Nre=  0
Nb. max. compteurs presentes sur une O-D =  33
Rappel de Subroutine -- SP09: TEDEP
         ---  *****  ---
Tranche=  4 Motif=  3 Valeur=    54.7896
pource.=    9.00000 Pt cumule=    32.3333
Rappel de Subroutine -- SP08: COUTS
Cout max =    421.472
Cout min =    1.08073
Rappel de Subroutine -- SP05: MOREC
Longueur totale de tous les chemins parcourus=    1.15013E+06
Rappel de Subroutine -- SP04: MODAT
Nb. compteurs presentes sur le reseau    =  626 Nre=  0
Nb. max. compteurs presentes sur une O-D =  33
Rappel de Subroutine -- SP09: TEDEP
         ---  *****  ---
Tranche=  5 Motif=  2 Valeur=    154.526
pource.=    4.33333 Pt cumule=    36.6667
Rappel de Subroutine -- SP08: COUTS
Cout max =    920.014
Cout min =    1.87179
```

```
Rappel de Subroutine -- SP05: MOREC
Longueur totale de tous les chemins parcourus=    1.99481E+06
Rappel de Subroutine -- SP04: MODAT
Nb. compteurs presentes sur le reseau     =  628 Nre=  0
Nb. max. compteurs presentes sur une O-D =  40
Rappel de Subroutine -- SP09: TEDEP
         ---  *****  ---
Tranche=  6 Motif=  1 Valeur=    36.8162
pource.=   10.00000 Pt cumule=    46.6667
Rappel de Subroutine -- SP08: COUTS
Cout max =    331.630
Cout min =   0.938177
Rappel de Subroutine -- SP05: MOREC
Longueur totale de tous les chemins parcourus=    911566.
Rappel de Subroutine -- SP04: MODAT
Nb. compteurs presentes sur le reseau     =  639 Nre=  0
Nb. max. compteurs presentes sur une O-D =  34
Rappel de Subroutine -- SP09: TEDEP
         ---  *****  ---
Tranche=  7 Motif=  1 Valeur=    14.4109
pource.=   10.00000 Pt cumule=    56.6667
Rappel de Subroutine -- SP08: COUTS
Cout max =    219.634
Cout min =   0.729404
Rappel de Subroutine -- SP05: MOREC
Longueur totale de tous les chemins parcourus=    683751.
Rappel de Subroutine -- SP04: MODAT
Nb. compteurs presentes sur le reseau     =  649 Nre=  15
Nb. max. compteurs presentes sur une O-D =  49
Rappel de Subroutine -- SP09: TEDEP
Rappel de Subroutine -- SP08: COUTS
Cout max =    219.634
Cout min =   0.729175
Rappel de Subroutine -- SP10: REPAR
Nb. compteurs presentes sur le reseau =  649 Nre=  15
Rappel de Subroutine -- SP09: TEDEP
         ---  *****  ---
Tranche=  8 Motif=  1 Valeur=    74.7423
pource.=   10.00000 Pt cumule=    66.6667
Rappel de Subroutine -- SP08: COUTS
Cout max =    521.208
Cout min =    1.24185
Rappel de Subroutine -- SP05: MOREC
Longueur totale de tous les chemins parcourus=    1.37300E+06
Rappel de Subroutine -- SP04: MODAT
Nb. compteurs presentes sur le reseau     =  657 Nre=  0
Nb. max. compteurs presentes sur une O-D =  49
Rappel de Subroutine -- SP09: TEDEP
         ---  *****  ---
Tranche=  9 Motif=  3 Valeur=    27.8345
pource.=    9.00000 Pt cumule=    75.6667
Rappel de Subroutine -- SP08: COUTS
Cout max =    286.734
Cout min =   0.866486
Rappel de Subroutine -- SP05: MOREC
Longueur totale de tous les chemins parcourus=    853279.
Rappel de Subroutine -- SP04: MODAT
Nb. compteurs presentes sur le reseau     =  667 Nre=  20
Nb. max. compteurs presentes sur une O-D =  49
Rappel de Subroutine -- SP09: TEDEP
Rappel de Subroutine -- SP08: COUTS
Cout max =    286.734
```

```
Cout min =   0.866728
Rappel de Subroutine -- SP10: REPAR
Nb. compteurs presentes sur le reseau =  667 Nre=  20
Rappel de Subroutine -- SP09: TEDEP
         ---  *****  ---
Tranche=  10 Motif=  2 Valeur=    276.093
pource.=    4.33333 Pt cumule=    80.0000
Rappel de Subroutine -- SP08: COUTS
Cout max =    1527.68
Cout min =    2.86743
Rappel de Subroutine -- SP05: MOREC
Longueur totale de tous les chemins parcourus=    3.21814E+06
Rappel de Subroutine -- SP04: MODAT
Nb. compteurs presentes sur le reseau    =  678 Nre=  0
Nb. max. compteurs presentes sur une O-D =  50
Rappel de Subroutine -- SP09: TEDEP
         ---  *****  ---
Tranche=  11 Motif=  1 Valeur=    51.5519
pource.=   10.00000 Pt cumule=    90.0000
Rappel de Subroutine -- SP08: COUTS
Cout max =    405.288
Cout min =    1.05789
Rappel de Subroutine -- SP05: MOREC
Longueur totale de tous les chemins parcourus=    1.21291E+06
Rappel de Subroutine -- SP04: MODAT
Nb. compteurs presentes sur le reseau    =  679 Nre=  31
Nb. max. compteurs presentes sur une O-D =  49
Rappel de Subroutine -- SP09: TEDEP
Rappel de Subroutine -- SP08: COUTS
Cout max =    405.288
Cout min =    1.05789
Rappel de Subroutine -- SP10: REPAR
Nb. compteurs presentes sur le reseau =  679 Nre=  31
Rappel de Subroutine -- SP09: TEDEP
         ---  *****  ---
Tranche=  12 Motif=  1 Valeur=    131.800
pource.=   10.00000 Pt cumule=   100.0000
Rappel de Subroutine -- SP08: COUTS
Cout max =    806.416
Cout min =    1.70459
Rappel de Subroutine -- SP05: MOREC
Longueur totale de tous les chemins parcourus=    1.99964E+06
Rappel de Subroutine -- SP04: MODAT
Nb. compteurs presentes sur le reseau    =  682 Nre=  79
Nb. max. compteurs presentes sur une O-D =  50
Rappel de Subroutine -- SP09: TEDEP
Rappel de Subroutine -- SP08: COUTS
Cout max =    806.416
Cout min =    1.70459
Rappel de Subroutine -- SP10: REPAR
Nb. compteurs presentes sur le reseau =  689 Nre=  79
Rappel de Subroutine -- SP09: TEDEP
         ---  *****  ---
Rappel de Subroutine -- SP07: ARRET
Nb. total des compteurs sur le reseau=  888
Nb. total des compteurs  non utilises=  199
Nb. total des compteurs     presentes=  689
Nb. total des compteurs  non  ajustes=  636
Nb. total des compteurs       ajustes=  53
Comptage total calcule=    1.67231E+06
Comptage total    reel=    1.49912E+06
Trafic totaloi1=    336052.
```

```
Trafic totaloi2=    336052.
Trafic totalod =    336052.
ckod=    7.00000E-06
         ---  *****  ---
Rappel de Subroutine -- SP33: INSQL
nm1=  729 nm2=  699 isql=  2
Fichier affectation prepare: affect_av01
numz = 99  nm1=  729 nm2=  699
zone =  1 type=  3
fc1  =CD113 INTER A13 -EP
fc2  =RN191 INTER RN12 -L
traficat   somme =    1.80056E+06 %t1=    30.8303
traficrt   somme =    4.03967E+06 %t2=    69.1697
longat=    7526.69 longa1=    6067.52 %a=    80.6134
longrt=    31534.0 longr1=    22266.4 %r=    70.6108
traficatkm somme =    4.36214E+07 %tk1=    23.7372
traficrtkm somme =    1.40146E+08 %tk2=    76.2628
Rappel de Subroutine -- SP06: MODEM
Wed Sep  9 18:11:15 MET DST 1992
Avant:  ckod=    7.00000E-06 alpha=   -1.65500E-03
(fij(ical1,j),j=1,nbct)
ical1=  1
   0.0000   0.6771   0.6751   0.6323   0.6246   0.7104   0.7156   0.5219
   0.4267   0.4309   0.4394   0.4369   0.5161   0.5247   0.5203   0.5748
   0.5494   0.2927   0.2600   0.3356   0.4008   0.3369   0.3168   0.3958
   0.3619   0.3922   0.2686   0.2398   0.2285   0.2009   0.2090   0.1629
   0.2149   0.0832   0.1121   0.1262   0.0950   0.1415   0.1159   0.1314
(fij(ical2,j),j=1,nbct)
ical2=  27
   0.2695   0.1840   0.2305   0.3018   0.3704   0.3048   0.1957   0.1492
   0.2912   0.3290   0.4626   0.5699   0.4363   0.4088   0.2704   0.2156
   0.1553   0.2671   0.3466   0.5145   0.6741   0.6024   0.3216   0.2626
   0.1641   0.1415   0.0000   0.3026   0.6857   0.7473   0.7753   0.3694
   0.2161   0.3094   0.4045   0.4297   0.2794   0.2441   0.1597   0.1321
(dij(j,1),j=1,nbct)
ical1=  1
     0.00   235.63   237.38   276.97   284.35   206.59   202.18   392.89
   514.63   508.70   496.91   500.35   399.63   389.67   394.80   334.54
   361.86   742.40   814.02   659.72   552.40   657.34   694.48   560.01
   614.09   565.56   794.34   862.88   892.00   969.67   945.91  1096.63
   928.94  1502.70  1322.04  1250.79  1422.17  1181.40  1302.39  1226.45
(dij(j+nbct,1),j=1,nbct)
ical2=  27
   792.33  1022.93   886.81   723.82   600.16   717.81   985.57  1149.46
   745.39   671.72   465.85   339.77   501.17   540.51   790.16   926.96
  1125.15   797.56   640.27   401.54   238.33   306.23   685.51   808.01
  1092.08  1181.74     0.00   722.36   227.97   176.04   153.78   601.66
   925.58   708.89   546.82   510.40   770.55   852.11  1108.33  1223.09
Trafic total donne =    336052.
Nbx2=  80
N=  78
Correlation=   0.915163
Alpha(rec.,anc.) reconstitue:   -1.16499E-03   -1.65500E-03
Ckod (rec.,anc.) reconstitue:    7.01522E-06    7.00000E-06
alpha et ckod remplaces !
Retenu:  ckod=    7.01522E-06 alpha=   -1.16499E-03
Apres l'ajustement:
(fij(ical1,j),j=1,nbct)
ical1=  1
   0.0000   0.7599   0.7584   0.7242   0.7180   0.7861   0.7901   0.6327
   0.5491   0.5529   0.5605   0.5583   0.6278   0.6351   0.6313   0.6772
   0.6560   0.4211   0.3874   0.4637   0.5254   0.4650   0.4453   0.5208
```

```
   0.4890    0.5174    0.3964    0.3660    0.3537    0.3231    0.3322    0.2787
   0.3388    0.1737    0.2143    0.2329    0.1907    0.2525    0.2193    0.2396
(fij(ical2,j),j=1,nbct)
ical2=  27
   0.3973    0.3037    0.3559    0.4303    0.4970    0.4333    0.3172    0.2621
   0.4196    0.4572    0.5812    0.6731    0.5577    0.5328    0.3983    0.3396
   0.2696    0.3949    0.4743    0.6264    0.7576    0.6999    0.4500    0.3901
   0.2802    0.2524    0.0000    0.4310    0.7668    0.8146    0.8360    0.4961
   0.3402    0.4379    0.5289    0.5518    0.4075    0.3706    0.2749    0.2405

itex=  10 ligx=  7140
Nb. Oi  non ajuste  0 sur  40 ite=  15
 toimax=    46651.5toimin=    135.233
 imax=  1 imin=  20
Nb. Dj  non ajuste  1 sur  40 ite=  15
 tdjmax=    67920.7tdjmin=   101.3080
 jmax=  1 jmin=  20
Nb. fij non ajuste  1264 sur  1560 ite=  30
 fijmax=    999.793fijmin=    1.41015E-04
 imax=  24 jmax=  16
 imin=  34 jmin=  33

(fij(ical1,j),j=1,nbct)
ical1=  1
   0.0000    0.0027    0.7363    0.0016    3.5064    6.5297    0.1068    0.1013
   0.0161    0.0042    0.0022    0.0391   17.7780    0.6351    0.1462    3.1227
   2.7340    0.8603    0.0021    0.1150    0.0036    0.3397    0.0287   40.4122
   1.7462    2.2820    1.0059    0.0162    0.0864    0.1951    0.0340   11.3426
   0.0083    0.0066    0.0094    0.0770    0.1907    0.9477    0.0002    0.0041
(fij(ical2,j),j=1,nbct)
ical2=  27
   0.4630    0.0293    0.0491    0.4303    0.4970    0.4333    9.1590    0.0388
   0.0140    0.0365    0.5812    0.1139    0.5577    0.5772    0.3983    0.3396
   1.3041    0.1206    0.0012   43.5193    0.1482    6.0186    0.4500    0.0007
   0.0239    0.0631    0.0000   32.5028    0.0370    3.2313    1.5502    0.4961
   0.0097    2.0010    1.1877    8.0960    0.0010    0.4183    0.0005    0.0234

toi(i)*nbct -- 8f9.1
  46651.5  10776.9   1660.4    349.4    309.2   5386.9   6265.3   8636.8
   6664.9   6297.5    411.9   1846.6    654.6    777.5    641.9    473.0
   6421.7  12353.7   6404.7    135.2   8624.3   1306.2   1019.3   4588.2
   8163.3   5981.5  15788.9    809.4   1483.6  12190.0   7615.1    166.7
   7131.5   8256.0  12595.6  20930.6   8542.6   8203.0   5177.9   8490.8
tdj(j)*nbct -- 8f9.1
  67920.7   7780.8   3910.4    983.8   1104.7   4066.3   4588.6  10202.5
   6655.4   9209.6    115.6   6719.5    541.6    127.0    273.1    302.2
   7026.0  12472.1   4619.9    101.3   1768.8   1736.2   1537.8    457.5
  10609.1  10825.5  18912.4    274.1   6585.6  12389.9   5449.7    268.4
  10544.2  10023.0  15668.0  24319.1   8539.7  10529.4   6798.6   9307.5
Trafict des Oi calcules =    270184.

Relation fij-alpha
Nbx2=  80
N=  76
Nouvelle correlation=   0.289045
Nouveau alpha(res.,anc.):   -2.49945E-03   -1.16499E-03
Sans replacement.
Nb. pij non ajuste  5875 sur  22754 ite=  30
 pijmax=    1.00000 pijmin=    9.51495E-05
 imax=  31 jmax=  3
 imin=  27 jmin=  7
Calcule:  ckod=    5.04432E-06 alpha=   -1.16499E-03
```

```
Wed Sep  9 22:48:05 MET DST 1992
         ---  *****  ---
Rappel de Subroutine -- SP07: ARRET

Iteration  1: Estimation de la matrice
  0         1         2         3         4         5         6         7
8         9        10        11        12        13        14        15
16        17        18        19        20        21        22        23
24        25        26        27        28        29        30        31
32        33        34        35        36        37        38        39
40        41
  1       0.0       4.9     677.6       0.4     911.5    6248.3     115.3
243.2      25.2       9.0       0.1      61.9    2265.7      19.0       9.4
222.1    4520.4    2524.9       2.3       2.7       1.5     138.8      10.4
4350.7    4359.6    5813.4    4476.8       1.0     133.9     568.9      43.7
716.5      20.5      15.6      34.8     440.5     383.3    2348.2       0.4
8.9   41731.4
  2     101.9       0.0     136.7       6.6       0.1       4.6       3.8
1131.6      12.9       3.2       0.8      30.8       5.7       3.3       7.2
2.3     224.2    4496.7       1.7       3.0       4.4      33.5       4.9
40.7       5.3       1.2       4.2       3.3      97.1     396.6    2161.6
1.5       4.7      15.1     895.6     442.2      67.5       0.1       3.6
2.8   10363.5
  3     974.5      75.0       0.0     315.9      13.4    1035.4     431.8
4087.2     582.6     122.1       0.1       0.9       1.6       0.5       1.1
2.1       1.8      23.6       1.0       2.4       7.1       5.2       1.9
1.5       0.2      79.6       3.8       0.2      17.7       6.5      62.0
0.5      22.8       2.4       0.7       2.1      10.7       0.0       8.4
3.7    7910.1
  4     373.0       0.4       3.8       0.0      62.6       9.0     445.9
166.0       8.9       0.6      38.2     811.7       7.4       0.1       0.2
0.1      11.3      12.4    1056.5      10.4       0.1       1.3       2.2
0.3       0.2       1.3       8.9       0.1       4.5       2.0       1.6
0.1      31.1       2.0       4.7       9.3       2.7       2.1       2.1
27.0    3122.4
  5      37.7       6.9       4.3       1.3       0.0      23.5       5.9
8.3       6.8      13.3     177.1       9.6     155.9       0.1       0.2
2.0      11.6       9.9       0.2       7.5       0.6       1.3      20.9
0.3       6.4       2.7       1.8       0.2       4.6     128.6      13.8
0.1      44.5       4.2       0.0      26.0       2.8       1.5       2.2
18.6     763.1
  6    5806.9       3.7    1347.2       1.8     523.8       0.0      15.7
3.1      82.5      63.3       0.7     768.1      10.3       2.8       5.9
295.1      27.5     817.5     191.4       0.9       0.8      27.4       3.6
8.2     159.5       3.1     223.2       2.7      51.9     119.1      56.0
0.4     123.2      53.1     108.8     189.6      55.1       0.5       0.5
4.2   11159.3
  7       5.2     580.5       8.1    1750.7       1.8       4.8       0.0
30.4       0.5       5.2       4.9      21.2       3.1       2.2       1.3
1.2     438.6       4.6       1.6       8.2       5.5      21.7       1.2
366.5       0.8     412.4       6.4      10.6      58.8    1821.2      46.3
2.0      12.2      44.3     148.6     150.9      43.7      20.0      13.9
0.3    6061.3
  8    1104.7       0.1    3786.7       7.0       1.4       0.3     684.0
0.0       1.3       9.2       8.0       4.1       3.5       2.2       9.3
1086.6       0.2     556.4       5.0       4.3       1.4      22.4       9.3
17.6     782.1       7.4     210.5       2.8      67.5      38.1      51.7
2.1      12.8      15.2      95.4     158.0      45.1       0.5       1.2
6.9    8822.3
  9      16.3    1654.2    1471.0      25.1      16.8      16.9     416.9
21.9       0.0    7712.7       2.8     140.9      10.3       1.8       3.4
3.9      86.5       1.9      13.3       4.0      27.0      19.9      14.7
```

```
4.7       0.9       0.8     119.8       2.2       1.8     142.1       4.5
1.9       8.2      61.7     102.9      41.8      12.3      58.3      30.8
19.1   12295.9
 10       6.0       8.3      13.1       5.4       1.3    1551.1       7.0
8.5    6153.4       0.0       2.8     272.3     156.4       1.8       3.3
3.7       7.0     110.6    3122.8      55.0       2.1      16.3       1.1
4.5       7.2       4.1       1.1       0.1       2.3    2978.1       8.1
1.9       3.0       7.0     120.0      15.5      44.6       0.6     369.7
6.9   15084.2
 11      19.3       0.2       0.2    1162.7       8.5       0.2       3.0
1.4       9.9      14.9       0.0       3.5       0.0       0.1       0.2
0.3       6.6      15.7     222.3      15.9       0.5       1.7       1.2
75.1       6.6       0.4       1.0       0.2       7.2      25.2       7.3
0.2       4.7       5.3       0.0      16.1      11.3       1.9       2.4
0.1    1653.2
 12      40.1      31.2       0.1     364.5       7.6       3.8      26.7
2.9      17.2     920.0      69.4       0.0      88.8      11.1       1.2
299.4      24.4    2566.8      26.6       0.7    1174.1      17.9       6.0
5.3      31.4     200.1       5.4       0.9      37.2     508.1       3.1
0.8       2.6      13.8     146.7      20.2       1.0       5.1      12.5
18.2    6712.7
 13      17.3       0.4     691.2       1.9      16.0       9.4       0.0
0.5       9.8       0.2      22.8      37.6       0.0       0.4       0.6
0.5       9.8    1481.3       6.7       0.2       4.1       3.9       2.9
14.6      11.5      14.6      34.7       0.4      14.6      18.5       8.4
0.4      26.7       8.1      15.8      27.0       7.8      11.5       6.1
2.9    2540.9
 14     106.9      14.8       7.5       2.2      33.2      12.9       7.5
16.2      11.1      16.0       0.2      15.8       1.8       0.0       0.8
0.8      13.3      16.3       6.9       0.2       4.2       4.9       2.3
1320.9       6.8      20.1      39.6       2.4      37.6      21.1      10.0
0.4     267.2       9.5      19.4      33.9       9.8       1.1       8.4
15.9    2119.8
 15      96.0      12.2       6.1       1.5       2.0      10.5      14.6
16.6       7.9      11.3       0.2      10.0       4.9       6.1       0.0
15.3      13.7      11.5       4.5       0.1       2.6       3.0       7.4
811.3     558.5       6.8      24.5       3.5       2.0      13.1       6.2
19.9      99.0       5.9      12.0      21.1      26.7       0.1     588.3
82.1    2539.0
 16      89.6       0.4       1.6      40.3     130.7       2.0      80.4
1782.4       6.0       8.4      20.6      78.3       0.7       9.5       0.5
0.0       0.8       0.0       0.2       3.2       0.1       1.9       2.0
162.7     542.9       0.1      15.4       0.3       0.9       8.2       3.9
0.2       3.7       3.7       7.5      13.2       4.2       7.8       0.7
1238.7    4274.0
 17    4503.6     159.2      65.7      15.3     741.4     463.4     115.3
160.2      78.5      20.4       0.1      50.7       7.4       2.0      28.7
0.6       0.0      28.0       0.8       1.0       0.3      19.5      20.6
148.5     423.1    1259.0     706.6       3.0       1.7      42.1      40.8
2.2       1.0      16.2      78.5     136.7       1.9      11.2       0.1
0.4    9355.7
 18    3283.5      24.3       6.4       3.0      22.1       5.9       0.7
852.2     408.0     201.1       4.4     286.6    1444.4       2.6       4.9
0.7       2.6       0.0    3313.8      13.1       2.0     164.8       2.8
6.7       7.7      10.8     162.7       3.4       7.5       2.5       1.0
3.3      21.4      14.3     206.6      32.3      10.1      89.2      48.4
97.1   10775.1
 19    1861.1       1.1       2.4      30.7       2.5       5.7       4.8
2.7    2324.2    1350.2      23.5    1563.3       1.4       1.6       2.7
12.9       2.4    2635.9       0.0      11.9       0.7     218.5       2.3
3.8      71.4       0.3       1.1       2.1       7.1      30.4      29.4
```

```
20.8       0.5      34.6     128.6      24.3       2.2     123.9      37.8
7.3   10587.9
 20        4.0       2.0       1.3      76.9       0.5       1.3       0.9
2.4      268.1     546.8       0.1       3.8       0.2       0.0       0.1
0.1        3.7       5.3       2.4       0.0       1.0       0.6       0.4
0.1        1.9       2.0       8.1       0.1     143.1       0.3       2.4
0.1        1.8       1.9       3.6       1.4       1.6       1.7       0.8
1.1     1093.7
 21       35.7       7.0       0.5       2.4       7.5       3.4      79.9
1.5       63.6     822.9      13.3    5266.7      16.5       3.3       5.4
21.2       3.7      18.1     124.0       4.8       0.0       1.9      30.7
8.2      145.3       6.2       0.7       4.5     192.8     557.0      44.5
4.4       11.4       6.1     233.6       4.1      54.1     650.7     331.0
7.6     8796.5
 22       46.9      18.2       9.3       2.7       3.6      15.6      11.9
19.9      14.9       0.3       0.1       7.3       2.4       0.6       1.0
0.9       16.0      25.4      11.2       0.3      24.5       0.0      92.2
1.6       26.8      24.2      78.9      17.5    2275.1      14.4      22.8
1.0      204.5       4.0       0.3      79.2      23.0      33.1      15.9
49.4     3197.1
 23        2.3      17.2       1.9       1.9       0.0       0.2      11.8
2.3        9.7     201.2       0.2      14.4       1.6       0.9      27.3
35.2      14.9      15.3       6.7       0.2       4.2     195.4       0.0
1.8        7.5      14.4      43.8       2.1     261.6      23.4      11.4
40.5     1878.1      57.7      24.0      49.2       2.6       4.0      16.5
76.9     3080.2
 24       97.1      43.9      16.7       9.1       1.5      95.9    2022.1
0.6       46.5       1.6       1.5      43.8       7.4     614.2     638.5
6992.7      26.4       0.1      28.0       0.8      17.0      22.0      27.8
0.0        7.9     538.4     171.0       4.1      52.0      91.2      43.8
3.0        5.5      41.4      86.7     173.2      58.5     108.1       1.5
0.9    12142.3
 25     3330.1       5.3       0.4       6.1      17.5      92.6       3.9
1212.8      17.0       2.1       1.4      88.1       9.9      35.7     330.0
15.1      692.8       4.6      39.6       1.1      22.9      27.5      34.7
3.5         0.0     823.3     218.6       5.1      66.6     116.7      55.2
3.7     8310.5      52.6     109.1       7.9       0.1       2.1       7.0
284.8    16057.7
 26     4647.7     104.3       0.6      96.3      14.4     333.7      75.9
31.0      15.3       2.2       1.3     300.1       6.6      13.1       7.5
217.1     907.0       0.2       0.1       1.1       0.7      17.6      20.7
904.4     506.0       0.0     143.0       3.0       0.3      76.3      36.0
2.2      174.1      34.2      70.0      41.5       2.1       0.9       0.2
216.0     9024.8
 27     2504.6      18.2      15.3      33.7      43.7     140.3    3347.2
31.5       7.4      26.7       5.3      61.0      24.1       5.8       8.7
8.2      729.8     119.8       0.4     351.1      20.9     832.3      55.1
0.0       20.2      54.4       0.0     709.5      19.4    3188.6     672.8
10.6       8.1    1597.4    1482.0   15680.9       0.7     350.8       0.3
17.4    32204.0
 28        0.1      13.8       1.7       1.2       1.6      34.6       9.6
0.2        6.3       4.8       0.1       9.4       1.0       0.3       0.6
0.6        9.7      10.0       4.4       0.1       2.7       8.6       0.1
1.2       19.5      16.2       6.9       0.0       8.9     787.6       8.8
15.6       0.7       9.1      19.3      41.3       5.3     320.7      15.9
21.7     1420.5
 29      180.5      15.8       9.4       2.9       3.7      11.5       9.7
18.0       0.7      37.2       0.5      30.5       2.0     440.5       0.7
0.7       12.5      37.0      16.5       0.5       9.0    1126.0     274.6
1.2       16.3      17.9      39.6       0.7       0.0       1.9      81.5
0.8       20.8      32.4      13.3       3.6      48.6    1107.4       7.3
13.0     3646.5
```

```
 30      19.1       1.3      69.7      21.2      27.5      88.2     156.2
134.0     140.0      14.1       3.4      19.6      15.1       1.5       5.4
5.1      15.8     126.5       9.1    1256.2      14.9     125.8      13.3
67.8      45.8      57.8   10458.0       6.0       7.4       0.0    1642.7
7.1      13.9     326.4    1267.1       0.5      27.1     132.2       1.0
34.2   16378.2
 31      29.0    3643.1       0.2      13.6      17.6      58.9      47.3
85.9       3.4      17.4       2.2      11.1       9.8       2.3       3.7
3.4     399.2       1.1    1007.8       5.4      10.1      19.5     282.8
6.1     100.1      91.8      53.5       1.0      12.7    1835.8       0.0
5.3      12.6       3.1      12.2       0.9      82.6       5.7      26.0
83.5    8007.6
 32       3.6       1.4       0.7       0.2       0.3       1.2       0.9
1.5       1.2       2.5       1.1       2.3       0.2       0.0       1.3
0.1       1.5       2.4       1.4       9.9       1.4       0.9      18.1
0.2       3.0       2.5      19.3     101.4       3.2       4.5       2.4
0.0       5.3       4.3       6.0      13.0       4.0     401.8       3.7
0.0     628.6
 33      50.3       1.6      36.4       9.2       0.0      62.9       5.5
25.8      47.2       7.0      14.4      11.0       2.8       2.9       4.4
4.2       0.1      10.3      31.4       0.9      19.3       8.2    1096.8
12.9    4796.2       2.9       0.2       0.3      62.4     184.1       2.6
68.9       0.0       3.2      78.7     161.7    3581.7       6.9     375.6
2316.3   13107.4
 34      24.8      43.2      25.5       7.7      10.0      33.1      26.8
48.9      51.1     335.6       1.2      82.7       5.5       1.3       2.1
1.9       2.1      93.0      41.4       1.2      24.5      11.8      24.3
3.4      56.5      51.5      55.3      35.6     118.6      26.9     824.6
75.1       0.1       0.0    6055.2       0.6    2684.8     328.7      14.1
11.3   11242.1
 35     517.8      82.9       7.6      17.4      19.1      66.2    1987.9
93.4      12.6       5.8       0.4    2034.4       8.5       2.6       4.1
3.9       0.1       6.0      76.5       2.2       0.7      26.2      29.2
7.0     114.2     103.2      14.6       5.3     928.6     768.4    2352.3
7.7       9.6    5628.4       0.0       3.4    1136.3       3.5      11.2
0.2   16099.3
 36     275.5     604.1      82.4      25.1      32.5     123.3      95.3
162.4      19.3       3.1       4.0       3.9      19.2       4.8       7.7
7.3     128.9       8.4      36.0      19.9      11.7      33.0      63.8
14.8    1097.3      81.9   13028.4      12.0       2.8     323.1     574.0
18.0       3.3    3323.5     101.1       0.0    1871.5      56.0     868.0
3.6   23150.8
 37       2.6      91.9      56.8       7.6       9.9      41.6      32.0
15.2       2.0      13.9       1.2       0.7       1.3       1.6       5.1
21.6      12.0       0.2       0.1       7.3       3.1      30.8      68.5
5.8       0.6       0.2      34.7     637.6      13.9     178.8     337.9
6.4     232.9      82.6    2512.0    3840.7       0.0   18334.6    1100.1
292.1   28038.0
 38    2664.2       4.2       0.2       8.6      11.2       4.8       3.1
0.5       3.9       7.2     109.0     583.6       7.4      14.0      13.6
3.9       4.5      77.6      34.4      22.7       0.9     135.2       6.0
8.4       0.1       4.2    1694.2      18.3      46.8     181.3      94.7
7.6      11.9     138.3     290.4     630.1    2774.1       0.0       1.1
15.9    9638.0
 39       4.2       0.4      17.1       4.5       5.9       6.4       4.3
3.8      23.2     730.4       0.6       0.9       3.8       1.0       0.8
0.3       0.0      37.0      16.2       0.5       2.0      16.1      18.9
48.8       1.5       1.0     308.8       9.5       4.6      84.9      44.4
0.2     763.4      64.8     136.0     295.2    5210.1     204.1       0.0
847.0    8922.8
 40    3107.6      22.8      30.7       7.7       0.9      53.0       3.4
16.0      39.7       2.7      20.8       0.5       6.4       4.9       0.4
```

```
9.7       4.3       0.5      26.4       0.8      16.3      10.5     552.4
140.3       0.3       0.2       0.3       0.6      52.5     106.5      55.3
4.8     742.8      80.7     169.4     367.7      63.0     254.2     970.3
0.0    6947.3
 41   35991.3    7320.4    8613.9    4092.2    2725.4   10676.3   10315.1
10442.6   10539.7   13266.6     558.5   12743.3    4321.1    1218.8    1149.2
9302.9    8387.7   15913.1    9491.7    1831.8    1447.0    3373.5    2827.7
8581.5   13949.1    9732.6   32425.4    1613.6    4829.2   15422.6    9469.3
1058.2   13121.3   11823.8   14796.8   23196.8   18374.7   24991.1    4904.9
5854.0  400694.8
Trafic totalod =    400695.

Nb. total des compteurs sur le reseau=  888
Nb. total des compteurs  non utilises=  199
Nb. total des compteurs     presentes=  689
Nb. total des compteurs  non  ajustes=  148
Nb. total des compteurs       ajustes=  541
Comptage total calcule=    1.47747E+06
Comptage total    reel=    1.49912E+06
Trafic totaloil=    400695.
Trafic totaloi2=    400695.
Trafic totalod =    400695.
ckod=    5.04432E-06
         ---  *****  ---
Rappel de Subroutine -- SP33: INSQL
nm1=  729 nm2=  699 isql=  2
Fichier affectation prepare: affect_ap01
numz = 99  nm1=  729 nm2=  699
zone =  1 type=  3
fc1  =CD113 INTER A13 -EP
fc2  =RN191 INTER RN12 -L
traficat   somme =    524044. %t1=    29.1143
traficrt   somme =    1.27591E+06 %t2=    70.8857
longat=    7526.69 longa1=    2032.03 %a=    26.9977
longrt=    31534.0 longr1=    15138.8 %r=    48.0078
traficatkm somme =    1.91512E+07 %tk1=    23.2614
traficrtkm somme =    6.31791E+07 %tk2=    76.7386
Rappel de Subroutine -- SP02: MOGET
Nb. centroides =  40
Nb. lignes lu dans le fichier socioeco=  40
se correspond !
N=  40
Bonne relation MOD-Socioeco. Rc=   0.825288
Relation MOD-Socioeco.
Nb. X=  5   Nb. serie=  40
Correlation, Standard deviation, Constante:
r0=    0.825 r1=   -1.419 r2=   -2.713 r3=    3.355 r4=   -0.532 r5=    1.962
Sd=    5300.43
a0= 10963.76 a1=   -16.93 a2=   -33.66 a3=    44.36 a4=   -12.81 a5=    10.18
toi(i)*nbct -- 8f9.1
  41731.4  10363.5   7910.1   3122.4    763.1  11159.3   6061.3   8822.3
  12295.9  15084.2   1653.2   6712.7   2540.9   2119.8   2539.0   4274.0
   9355.7  10775.1  10587.9   1093.7   8796.5   3197.1   3080.2  12142.3
  16057.7   9024.8  32204.0   1420.5   3646.5  16378.2   8007.6    628.6
  13107.4  11242.1  16099.3  23150.8  28038.0   9638.0   8922.8   6947.3
tdj(j)*nbct -- 8f9.1
  35991.3   7320.4   8613.9   4092.2   2725.4  10676.3  10315.1  10442.6
  10539.7  13266.6    558.5  12743.3   4321.1   1218.8   1149.2   9302.9
   8387.7  15913.1   9491.7   1831.8   1447.0   3373.5   2827.7   8581.5
  13949.1   9732.6  32425.4   1613.6   4829.2  15422.6   9469.3   1058.2
  13121.3  11823.8  14796.8  23196.8  18374.7  24991.1   4904.9   5854.0
         ---  *****  ---
```

```
Rappel de Subroutine -- SP03: MODIT
Distance intra-Zone utilisee=   0.
Trafic total=    400695.
coefficient de normalisation calcule  ck=    6.58255E-06

Redistribution de MOD:
  1       0.0    1662.0    1467.3     564.0     258.5    1800.8    1524.5
1770.8    1558.3    1911.6     130.7    1142.0     453.4     215.7     249.3
1038.7    1515.2    1646.9    1072.8     148.7     545.5     318.0     296.3
1259.8    2014.3    1341.9    2978.7     132.3     344.8    1212.4     622.1
56.0    1168.1     679.3     911.0    1376.0    1343.8    1172.2     457.8
500.0   38861.3   38861.3
  2    1662.1       0.0     349.8     116.7      46.5     312.5     354.0
487.7     333.9     379.3      25.3     200.8      78.9      37.4      43.5
192.0     332.0     342.6     207.6      27.6      94.9      55.2      51.4
220.2     374.8     262.0     518.3      23.0      60.1     211.0     108.2
9.7     204.2     118.2     158.1     238.8     233.2     203.4      79.5
87.4    8842.0    8842.0
  3    1467.1     350.6       0.0     130.2      51.8     277.3     257.7
412.7     363.6     422.6      28.2     219.0      72.1      33.3      38.3
159.4     241.3     373.5     231.6      30.7      98.7      49.6      45.6
193.6     309.1     206.0     538.6      20.4      63.2     219.2     112.2
8.7     179.5     122.8     161.1     233.6     211.6     180.5      70.4
76.8    8262.0    8262.0
  4     565.0     116.8     130.0       0.0      25.2     111.9      92.3
137.5     174.3     205.2      13.7     106.4      34.5      15.5      15.5
62.2      90.1     179.1     112.6      14.9      48.0      23.5      20.3
78.1     120.6      79.6     261.8       9.1      30.7     106.6      54.5
4.0      72.9      59.7      78.3     113.6     102.0      80.0      30.0
31.2    3607.3    3607.3
  5     257.9      46.5      51.7      25.2       0.0      59.6      41.3
54.7      69.3      87.7       6.8      56.9      18.5       8.3       8.2
30.3      41.2      74.8      56.0       7.4      25.7      12.6      10.9
41.6      59.4      38.2     140.0       4.9      16.4      57.0      29.2
2.2      39.0      31.9      41.9      60.7      54.6      42.9      16.1
16.7    1744.3    1744.3
  6    1798.3     312.1     277.0     111.4      59.4       0.0     311.7
333.2     307.9     388.0      30.0     277.3     119.8      65.3      75.3
277.1     326.5     331.4     247.8      36.1     134.2      94.5      89.7
380.3     542.3     348.2     776.6      40.0      87.6     315.8     168.3
17.0     352.7     181.4     258.3     403.2     398.1     354.7     138.4
151.0   10917.8   10917.8
  7    1523.5     354.0     257.0      92.1      41.3     312.5       0.0
347.7     257.1     306.8      20.9     182.9      72.6      37.4      46.1
210.0     359.9     267.8     171.6      23.8      87.4      54.2      52.0
233.5     410.0     284.3     477.4      23.2      55.2     194.3     101.0
9.7     216.5     109.8     152.7     232.8     228.8     205.5      82.3
92.7    8188.2    8188.2
  8    1770.8     487.8     411.7     137.3      54.7     333.7     348.0
0.0     420.5     461.8      29.7     231.3      84.6      40.0      46.2
195.0     326.3     431.2     248.5      32.3     105.0      59.1      54.9
233.4     379.2     259.5     572.6      24.5      67.1     233.1     119.3
10.4     216.4     130.6     173.7     257.7     249.9     217.2      84.8
92.6    9632.5    9632.5
  9    1565.6     334.3     364.6     174.8      69.6     310.0     258.5
421.3       0.0     919.7      49.1     377.1      95.4      42.9      42.8
172.4     249.8     859.3     494.2      58.4     170.0      69.0      56.0
216.5     334.2     220.7     927.5      25.0     112.3     378.3     193.2
12.4     201.9     211.5     277.4     402.4     354.3     225.8      83.1
86.4   11417.8   11417.8
 10    1919.6     380.6     423.6     206.1      87.8     389.9     308.3
463.1     920.5       0.0      65.2     501.0     122.6      54.2      53.8
```

```
211.7     304.3    1057.4     669.4      79.1     225.9      90.9      70.9
272.3     410.6     271.1    1232.2      31.7     152.1     505.7     256.7
16.4      253.9     282.3     369.2     534.5     470.7     296.6     105.0
108.7   14175.4   14175.4
 11       130.5      25.3      28.1      13.7       6.8      30.2      20.9
29.8       49.3      65.4       0.0      43.1      10.5       4.3       4.2
15.3       20.9      57.8      46.5       6.2      19.4       7.8       5.9
21.2       30.1      19.3     105.9       2.6      12.4      43.1      22.1
1.4        20.7      24.2      31.7      45.9      40.5      25.4       8.7
8.9      1105.8    1105.8
 12       1144.4     201.0     218.7     106.5      56.8     278.6     183.4
231.6      378.3     502.2      43.0       0.0     107.0      43.4      38.8
141.7      184.2     445.3     372.6      56.8     197.2      79.3      59.6
209.6      280.0     178.2    1075.8      26.6     126.2     437.9     224.1
14.3       205.9     245.3     321.8     466.7     411.0     257.5      88.1
88.1      9728.0    9728.0
 13       453.7      78.9      71.9      34.4      18.5     120.1      72.7
84.6       94.9     122.4      10.5     106.6       0.0      22.0      19.1
63.3       73.6     109.0      91.4      13.9      54.5      34.9      28.7
105.2      137.6      79.5     314.2      12.8      35.8     127.8      66.1
6.0        99.3      71.6      97.7     149.3     147.2     115.7      42.5
42.5      3431.0    3431.0
 14       215.7      37.4      33.3      15.5       8.3      65.4      37.4
40.0       42.7      54.0       4.3      43.2      22.0       0.0      10.4
34.5       39.3      46.1      37.2       5.7      22.1      17.4      15.7
57.3       74.9      43.3     141.7       7.0      16.1      57.6      30.9
3.0        54.1      33.3      47.5      74.1      73.1      61.7      23.1
23.2      1669.3    1669.3
 15       248.8      43.5      38.3      15.4       8.2      75.2      46.0
46.1       42.5      53.6       4.1      38.7      19.1      10.4       0.0
53.5       60.6      45.8      34.2       5.0      19.4      15.1      17.6
81.8      116.3      67.2     123.1       7.8      14.0      50.1      26.9
3.3        75.9      29.0      41.2      64.9      70.5      69.7      28.9
32.5      1844.1    1844.1
 16       1037.2     191.7     159.2      62.0      30.2     277.2     209.7
194.8      171.3     210.5      15.3     141.0      63.2      34.4      53.5
0.0        276.7     181.3     126.0      18.4      68.2      49.8      58.2
270.9      469.5     307.1     407.8      26.0      46.2     165.9      88.8
10.8       251.2      95.8     136.3     214.9     233.6     230.7      95.5
107.5     6788.4    6788.4
 17       1513.5     331.8     240.9      89.9      41.3     326.8     359.5
325.9      248.3     302.7      20.9     183.6      73.5      39.3      60.7
277.1        0.0     261.0     171.4      23.9      87.8      56.9      65.9
307.2      579.3     437.5     487.5      29.5      55.8     198.3     103.9
12.2       284.8     112.4     157.9     246.2     264.8     261.6     108.3
121.9     8871.7    8871.7
 18       1649.0     343.2     374.4     179.5      74.8     332.5     268.5
432.3      859.9    1056.9      57.5     443.9     109.2      46.2      45.9
181.8      261.6       0.0     841.7      81.9     217.6      86.2      65.4
232.2      352.7     232.7    1207.0      29.2     157.2     511.0     251.4
16.0       230.6     283.9     366.3     523.6     461.1     283.3      97.2
98.7    13344.1   13344.1
 19       1072.8     207.8     231.3     112.6      56.1     249.0     171.7
249.2      495.4     670.4      46.6     372.2      91.7      37.3      34.4
126.6      171.6     838.8       0.0      69.8     185.2      73.0      54.8
182.0      247.9     159.3    1027.3      24.5     133.9     435.3     214.0
13.6       189.1     241.9     312.1     445.7     392.5     240.0      81.5
81.0    10039.8   10039.8
 20       148.8      27.6      30.6      14.9       7.4      36.2      23.8
32.4       58.4      79.1       6.2      56.8      14.0       5.7       5.1
18.4       23.9      81.9      69.7       0.0      28.2      11.2       8.4
27.6       36.5      23.2     157.2       3.7      20.6      66.9      32.7
```

```
2.1      28.8      37.1      47.9      68.2      60.1      36.7      12.4
12.3   1462.7    1462.7
 21     546.9      95.1      98.6      48.0      25.6     134.8      87.7
105.1    170.6     226.5      19.4     197.3      54.8      22.3      19.5
68.6      88.2     218.0     185.4      28.3       0.0      44.4      33.1
107.9    140.8      86.3     614.6      14.8      71.2     250.2     128.0
8.2      113.7     140.2     183.8     266.6     234.8     144.6      49.1
48.7    5121.7    5121.7
 22     317.1      55.0      49.4      23.4      12.5      94.5      54.1
59.0      68.6      90.8       7.8      79.0      34.8      17.3      15.1
49.8      56.8      85.9      72.7      11.1      44.2       0.0      30.1
93.9     112.4      62.6     373.8      15.8      37.2     152.0      84.6
8.4      119.0      90.8     132.2     207.4     204.8     157.6      52.7
50.9    3285.3    3285.3
 23     294.2      51.1      45.3      20.2      10.8      89.2      51.7
54.5      55.5      70.5       5.8      59.1      28.6      15.6      17.6
58.3      66.0      64.8      54.2       8.3      33.0      30.2       0.0
130.7    156.2      80.2     234.4      20.6      26.4      95.4      52.7
8.6      155.1      60.2      87.7     161.0     184.0     181.8      68.1
66.4    2954.0    2954.0
 24    1257.0     219.9     193.2      77.8      41.5     380.1     232.8
232.9    214.9     270.8      21.2     210.9     107.2      58.4      81.8
270.8    306.7     231.3     181.9      27.8     108.4      93.8     130.3
0.0      726.0     372.9     736.9      58.2      83.5     299.7     163.3
24.2     563.1     175.4     255.2     456.5     523.4     517.1     214.2
241.0  10361.9   10361.9
 25    2011.8     374.2     308.7     120.3      59.2     542.0     409.3
378.8    332.2     408.3      29.9     278.6     137.0      74.7     116.0
469.6    578.6     351.8     246.6      36.4     139.8     112.4     155.9
726.6      0.0     899.5     902.8      69.7     102.4     367.2     197.0
29.0     809.3     213.5     307.5     586.4     737.4     728.5     307.8
346.4  15003.4   15003.4
 26    1346.8     262.3     206.8      79.8      37.9     345.4     285.6
259.0    220.4     270.9      19.2     176.0      78.8      42.9      66.7
304.6    437.9     233.3     158.0      22.9      85.1      62.1      80.2
373.6    901.0       0.0     508.3      35.8      57.6     206.7     110.7
14.9     413.6     119.3     169.9     301.0     376.9     372.4     157.3
177.1   9378.7    9378.7
 27    2990.9     520.3     539.4     262.5     140.2     777.6     479.4
574.6    932.9    1238.4     106.2    1078.6     315.5     141.7     123.2
408.1    487.8    1209.8    1028.9     157.3     616.1     374.9     234.5
739.2    904.2     512.8       0.0     122.1     585.4    2394.1    1226.2
78.1     918.6    1341.6    1760.8    2553.7    2248.9    1347.5     449.5
393.2  32314.7   32314.7
 28     131.3      22.8      20.2       9.0       4.8      39.8      23.1
24.3      24.8      31.4       2.6      26.4      12.8       7.0       7.9
26.0      29.5      28.9      24.2       3.7      14.7      15.8      20.6
58.3      69.8      35.8     122.0       0.0      12.2      49.7      28.0
4.8      102.4      33.2      48.4      92.5     110.5     109.2      45.0
43.8    1517.0    1517.0
 29     346.0      60.2      62.9      30.6      16.4      87.7      55.5
66.9     112.4     152.1      12.4     125.8      35.8      16.1      14.0
46.2      55.9     157.3     133.9      20.6      71.3      37.3      26.4
83.6     102.4      58.0     584.8      12.2       0.0     310.1     130.4
7.8      92.1      171.2     209.6     271.3     238.9     137.0      45.7
39.4    4237.8    4237.8
 30    1215.7     211.5     219.2     106.7      57.0     315.8     194.9
233.5    379.3     506.4      43.1     438.4     128.1      57.6      50.0
165.7    198.1     512.0     435.8      67.0     250.4     152.3      95.3
300.2    367.2     208.2    2390.5      49.7     310.1       0.0     616.1
34.0     373.7     809.3     991.2    1282.1    1129.1     631.5     210.7
163.0  15900.4   15900.4
```

```
 31     625.4     108.8     112.7      54.8      29.3     169.0     101.3
120.0     194.9     258.7      22.2     225.3      66.3      31.0      27.0
 89.1     104.2     252.7     214.9      32.9     128.7      85.0      52.9
164.3     198.0     112.0    1229.6      28.1     130.8     618.2       0.0
 20.2     212.0     363.1     525.1     762.5     671.5     375.5     125.3
 95.3    8738.5    8738.5
 32       55.4       9.6       8.6       4.0       2.2      16.8       9.7
 10.3      12.4      16.5       1.4      14.3       6.0       3.0       3.3
 10.8      12.2      16.1      13.7       2.1       8.2       8.3       8.5
 24.2      28.9      14.8      78.2       4.8       7.8      34.0      20.1
  0.0      36.8      27.5      40.2      78.1      81.6      71.2      23.8
 18.0     843.4     843.4
 33     1165.5     203.9     179.2      72.5      38.8     352.5     215.9
215.9     200.2     252.3      20.5     204.8     100.4      54.7      75.8
251.1     284.4     228.7     187.1      28.6     112.9     118.8     154.6
563.1     808.2     412.4     915.3     102.1      91.8     372.8     210.4
 36.9       0.0     311.8     455.2     884.6    1123.6    1110.1     469.0
527.9   13114.4   13114.4
 34     677.5     117.9     122.2      59.5      31.7     180.7     109.2
130.2     211.3     281.4      24.0     244.3      71.4      33.2      28.8
 95.3     111.8     282.8     240.7      37.0     139.6      90.7      59.9
175.3     212.9     119.8    1332.7      33.0     170.3     805.1     372.1
 27.5     311.0       0.0    1198.9    1275.0    1122.8     627.3     209.3
158.9   11533.0   11533.0
 35     919.7     159.7     164.2      79.9      42.7     255.6     152.1
175.6     284.0     377.1      32.3     328.4      97.5      46.9      40.8
134.8     156.9     369.7     314.4      48.1     187.6     130.7      86.5
252.5     303.8     169.4    1792.3      47.7     206.4     975.6     534.1
 39.7     449.4    1189.3       0.0    1842.1    1622.2     906.3     302.3
229.6   15448.1   15448.1
 36    1369.9     237.7     235.2     114.5      61.1     401.0     231.2
257.1     406.9     540.1      46.3     470.4     147.7      73.6      64.5
213.6     244.6     527.7     448.7      68.6     268.7     206.2     159.3
452.9     581.4     297.9    2567.4      91.7     273.0    1290.0     764.6
 77.7     878.4    1269.2    1852.8       0.0    3170.8    1771.4     591.0
448.9   23173.8   23173.8
 37    1332.7     231.3     211.3     101.8      54.5     396.1     227.1
247.9     358.7     476.2      40.8     414.8     145.7      72.7      70.1
232.1     262.8     465.2     395.6      60.5     236.9     203.6     182.5
520.3     732.0     373.5    2263.7     109.7     240.7    1137.4     674.1
 81.3    1116.9    1119.0    1633.5    3174.5       0.0    2252.5     772.0
584.2   23206.4   23206.4
 38    1158.8     201.4     178.5      79.1      42.5     351.1     203.6
214.7     223.7     295.3      25.3     257.2     114.7      61.2      69.5
230.2     260.7     283.1     239.6      36.6     144.2     157.2     181.0
516.1     726.0     370.4    1353.2     108.8     138.4     638.6     378.5
 71.2    1107.8     627.6     916.1    1780.3    2261.3       0.0     745.3
566.1   17314.5   17314.5
 39     455.6      79.2      70.1      29.7      15.9     137.9      82.0
 84.4      82.0     103.9       8.6      87.3      42.1      22.9      28.8
 95.4     108.0      96.2      80.6      12.3      48.9      52.6      67.8
213.9     307.0     156.6     451.3      44.8      46.1     213.0     126.2
 23.8     468.4     209.3     305.6     593.8     775.1     745.1       0.0
341.6    6913.9    6913.9
 40     498.7      87.2      76.7      31.0      16.6     150.8      92.4
 92.4      85.7     108.0       8.8      87.6      43.0      23.4      32.4
107.4     121.7      97.9      80.1      12.2      48.3      50.8      66.2
241.0     345.8     176.5     391.6      43.7      39.3     163.1      96.0
 18.1     527.7     159.2     232.3     451.5     587.2     566.6     342.0
  0.0    6400.6    6400.6
 41   38861.3    8842.0    8262.0    3607.3    1744.3   10917.8    8188.2
9632.5   11417.8   14175.4    1105.8    9728.0    3431.0    1669.3    1844.1
```

```
6788.4    8871.7   13344.1   10039.8    1462.7    5121.7    3285.3    2954.0
10361.9   15003.4    9378.7   32314.7    1517.0    4237.8   15900.4    8738.5
843.4   13114.4   11533.0   15448.1   23173.8   23206.4   17314.5    6913.9
6400.6
 42   38861.3    8842.0    8262.0    3607.3    1744.3   10917.8    8188.2
9632.5   11417.8   14175.4    1105.8    9728.0    3431.0    1669.3    1844.1
6788.4    8871.7   13344.1   10039.8    1462.7    5121.7    3285.2    2954.0
10361.9   15003.4    9378.7   32314.7    1517.0    4237.8   15900.4    8738.5
843.4   13114.4   11533.0   15448.1   23173.8   23206.3   17314.5    6913.9
6400.6
Trafic total =    400695.

         ---  *****  ---
ckod2=    6.58255E-06 ckod=    5.04432E-06 alpha=   -1.16499E-03
Rappel de Subroutine -- SP02: MOGET
Nb. centroides =  40
Nb. lignes lu dans le fichier socioeco=  40
se correspond !
N=  40
Bonne relation MOD-Socioeco. Rc=   0.819340
Relation MOD-Socioeco.
Nb. X=  5   Nb. serie=  40
Correlation, Standard deviation, Constante:
r0=    0.819 r1=   -1.670 r2=   -2.145 r3=    3.156 r4=   -0.621 r5=    1.913
Sd=    5068.16
a0= 11480.23 a1=   -18.77 a2=   -25.06 a3=    39.31 a4=   -14.08 a5=     9.35
toi(i)*nbct -- 8f9.1
  38861.3   8842.0   8262.0   3607.3   1744.3  10917.8   8188.2   9632.5
  11417.8  14175.4   1105.8   9728.0   3431.0   1669.3   1844.1   6788.4
   8871.7  13344.1  10039.8   1462.7   5121.7   3285.3   2954.0  10361.9
  15003.4   9378.7  32314.7   1517.0   4237.8  15900.4   8738.5    843.4
  13114.4  11533.0  15448.1  23173.8  23206.4  17314.5   6913.9   6400.6
tdj(j)*nbct -- 8f9.1
  38861.3   8842.0   8262.0   3607.3   1744.3  10917.8   8188.2   9632.5
  11417.8  14175.4   1105.8   9728.0   3431.0   1669.3   1844.1   6788.4
   8871.7  13344.1  10039.8   1462.7   5121.7   3285.3   2954.0  10361.9
  15003.4   9378.7  32314.7   1517.0   4237.8  15900.4   8738.5    843.4
  13114.4  11533.0  15448.1  23173.8  23206.4  17314.5   6913.9   6400.6
         ---  *****  ---
Wed Sep  9 22:48:42 MET DST 1992

Iteration generale, No.=  2
Tranche=  1 Motif=  2 Valeur=    86.4768
pource.=    4.33333 Pt cumule=    4.33333
Rappel de Subroutine -- SP08: COUTS
Cout max =    656.121
Cout min =    1.18824
Rappel de Subroutine -- SP05: MOREC
Longueur totale de tous les chemins parcourus=    1.39946E+06
Rappel de Subroutine -- SP04: MODAT
Nb. compteurs presentes sur le reseau    =  412 Nre=  0
Nb. max. compteurs presentes sur une O-D =  15
Rappel de Subroutine -- SP09: TEDEP
         ---  *****  ---
Tranche=  2 Motif=  3 Valeur=    107.835
pource.=    9.00000 Pt cumule=    13.3333
Rappel de Subroutine -- SP08: COUTS
Cout max =    686.625
Cout min =    1.22478
Rappel de Subroutine -- SP05: MOREC
Longueur totale de tous les chemins parcourus=    1.57901E+06
Rappel de Subroutine -- SP04: MODAT
```

```
Nb. compteurs presentes sur le reseau     =  552 Nre=  0
Nb. max. compteurs presentes sur une O-D =  28
Rappel de Subroutine -- SP09: TEDEP
         ---  *****  ---
Tranche=  3 Motif=  1 Valeur=     25.3997
pource.=   10.00000 Pt cumule=     23.3333
Rappel de Subroutine -- SP08: COUTS
Cout max =     274.563
Cout min =    0.666338
Rappel de Subroutine -- SP05: MOREC
Longueur totale de tous les chemins parcourus=     776926.
Rappel de Subroutine -- SP04: MODAT
Nb. compteurs presentes sur le reseau     =  620 Nre=  0
Nb. max. compteurs presentes sur une O-D =  35
Rappel de Subroutine -- SP09: TEDEP
         ---  *****  ---
Tranche=  4 Motif=  3 Valeur=     54.7896
pource.=    9.00000 Pt cumule=     32.3333
Rappel de Subroutine -- SP08: COUTS
Cout max =     421.472
Cout min =     1.08080
Rappel de Subroutine -- SP05: MOREC
Longueur totale de tous les chemins parcourus=     1.15414E+06
Rappel de Subroutine -- SP04: MODAT
Nb. compteurs presentes sur le reseau     =  626 Nre=  0
Nb. max. compteurs presentes sur une O-D =  35
Rappel de Subroutine -- SP09: TEDEP
         ---  *****  ---
Tranche=  5 Motif=  2 Valeur=     154.526
pource.=    4.33333 Pt cumule=     36.6667
Rappel de Subroutine -- SP08: COUTS
Cout max =     920.014
Cout min =     1.87228
Rappel de Subroutine -- SP05: MOREC
Longueur totale de tous les chemins parcourus=     2.01808E+06
Rappel de Subroutine -- SP04: MODAT
Nb. compteurs presentes sur le reseau     =  631 Nre=  0
Nb. max. compteurs presentes sur une O-D =  45
Rappel de Subroutine -- SP09: TEDEP
         ---  *****  ---
Tranche=  6 Motif=  1 Valeur=     36.8162
pource.=   10.00000 Pt cumule=     46.6667
Rappel de Subroutine -- SP08: COUTS
Cout max =     331.630
Cout min =    0.938165
Rappel de Subroutine -- SP05: MOREC
Longueur totale de tous les chemins parcourus=     921936.
Rappel de Subroutine -- SP04: MODAT
Nb. compteurs presentes sur le reseau     =  633 Nre=  13
Nb. max. compteurs presentes sur une O-D =  45
Rappel de Subroutine -- SP09: TEDEP
Rappel de Subroutine -- SP08: COUTS
Cout max =     331.630
Cout min =    0.938179
Rappel de Subroutine -- SP10: REPAR
Nb. compteurs presentes sur le reseau =  636 Nre=  13
Rappel de Subroutine -- SP09: TEDEP
         ---  *****  ---
Tranche=  7 Motif=  1 Valeur=     14.4109
pource.=   10.00000 Pt cumule=     56.6667
Rappel de Subroutine -- SP08: COUTS
Cout max =     219.634
```

```
Cout min =   0.729276
Rappel de Subroutine -- SP05: MOREC
Longueur totale de tous les chemins parcourus=    694526.
Rappel de Subroutine -- SP04: MODAT
Nb. compteurs presentes sur le reseau    =  644 Nre=  61
Nb. max. compteurs presentes sur une O-D =  45
Rappel de Subroutine -- SP09: TEDEP
Rappel de Subroutine -- SP08: COUTS
Cout max =    219.634
Cout min =   0.729163
Rappel de Subroutine -- SP10: REPAR
Nb. compteurs presentes sur le reseau =  645 Nre=  61
Rappel de Subroutine -- SP09: TEDEP
         ---  *****  ---
Tranche=  8 Motif=  1 Valeur=    74.7423
pource.=   10.00000 Pt cumule=    66.6667
Rappel de Subroutine -- SP08: COUTS
Cout max =    651.079
Cout min =    1.24173
Rappel de Subroutine -- SP05: MOREC
Longueur totale de tous les chemins parcourus=    1.40637E+06
Rappel de Subroutine -- SP04: MODAT
Nb. compteurs presentes sur le reseau    =  657 Nre=  14
Nb. max. compteurs presentes sur une O-D =  45
Rappel de Subroutine -- SP09: TEDEP
Rappel de Subroutine -- SP08: COUTS
Cout max =    651.079
Cout min =    1.24173
Rappel de Subroutine -- SP10: REPAR
Nb. compteurs presentes sur le reseau =  657 Nre=  14
Rappel de Subroutine -- SP09: TEDEP
         ---  *****  ---
Tranche=  9 Motif=  3 Valeur=    27.8345
pource.=    9.00000 Pt cumule=    75.6667
Rappel de Subroutine -- SP08: COUTS
Cout max =    286.734
Cout min =   0.866486
Rappel de Subroutine -- SP05: MOREC
Longueur totale de tous les chemins parcourus=    880214.
Rappel de Subroutine -- SP04: MODAT
Nb. compteurs presentes sur le reseau    =  668 Nre=  48
Nb. max. compteurs presentes sur une O-D =  45
Rappel de Subroutine -- SP09: TEDEP
Rappel de Subroutine -- SP08: COUTS
Cout max =    286.734
Cout min =   0.866799
Rappel de Subroutine -- SP10: REPAR
Nb. compteurs presentes sur le reseau =  669 Nre=  48
Rappel de Subroutine -- SP09: TEDEP
         ---  *****  ---
Tranche=  10 Motif=  2 Valeur=    276.093
pource.=    4.33333 Pt cumule=    80.0000
Rappel de Subroutine -- SP08: COUTS
i=  339 j=  4 nom(i,j)=N83
gkt(i,j) =    2337.97
h=    276.093 t=    8.37791 carb(i,j)=    2.70776
peage(i,j)=  0. cmalus=   0.120000
long(i,j)=    31.2000 type=  2
Cout max =    2337.97
Cout min =    2.86875
Rappel de Subroutine -- SP05: MOREC
Longueur totale de tous les chemins parcourus=    3.37321E+06
```

```
Rappel de Subroutine -- SP04: MODAT
Nb. compteurs presentes sur le reseau     =  684 Nre=  12
Nb. max. compteurs presentes sur une O-D =  53
Rappel de Subroutine -- SP09: TEDEP
Rappel de Subroutine -- SP08: COUTS
i=  339 j=  4 nom(i,j)=N83
gkt(i,j) =     2337.97
h=    276.093 t=    8.37791 carb(i,j)=     2.70776
peage(i,j)=  0. cmalus=   0.120000
long(i,j)=     31.2000 type=  2
Cout max =     2337.97
Cout min =     2.86875
Rappel de Subroutine -- SP10: REPAR
Nb. compteurs presentes sur le reseau =  684 Nre=  12
Rappel de Subroutine -- SP09: TEDEP
         ---  *****  ---
Tranche=  11 Motif=  1 Valeur=     51.5519
pource.=   10.00000 Pt cumule=     90.0000
Rappel de Subroutine -- SP08: COUTS
Cout max =     456.791
Cout min =     1.05806
Rappel de Subroutine -- SP05: MOREC
Longueur totale de tous les chemins parcourus=     1.26377E+06
Rappel de Subroutine -- SP04: MODAT
Nb. compteurs presentes sur le reseau     =  686 Nre=  82
Nb. max. compteurs presentes sur une O-D =  52
Rappel de Subroutine -- SP09: TEDEP
Rappel de Subroutine -- SP08: COUTS
Cout max =     456.791
Cout min =     1.05837
Rappel de Subroutine -- SP10: REPAR
Nb. compteurs presentes sur le reseau =  686 Nre=  82
Rappel de Subroutine -- SP09: TEDEP
         ---  *****  ---
Tranche=  12 Motif=  1 Valeur=     131.800
pource.=   10.00000 Pt cumule=    100.0000
Rappel de Subroutine -- SP08: COUTS
Cout max =     1129.10
Cout min =     1.70626
Rappel de Subroutine -- SP05: MOREC
Longueur totale de tous les chemins parcourus=     2.10405E+06
Rappel de Subroutine -- SP04: MODAT
Nb. compteurs presentes sur le reseau     =  695 Nre=  201
Nb. max. compteurs presentes sur une O-D =  55
Rappel de Subroutine -- SP09: TEDEP
Rappel de Subroutine -- SP08: COUTS
Cout max =     1129.10
Cout min =     1.70626
Rappel de Subroutine -- SP10: REPAR
Nb. compteurs presentes sur le reseau =  695 Nre=  201
Rappel de Subroutine -- SP09: TEDEP
         ---  *****  ---
Rappel de Subroutine -- SP07: ARRET
Nb. total des compteurs sur le reseau=  888
Nb. total des compteurs  non utilises=  193
Nb. total des compteurs     presentes=  695
Nb. total des compteurs  non  ajustes=  651
Nb. total des compteurs       ajustes=  44
Comptage total calcule=     2.18564E+06
Comptage total    reel=     1.50331E+06
Trafic totaloi1=     400695.
Trafic totaloi2=     400695.
```

```
Trafic totalod =    400695.
ckod=    6.58255E-06
         ---  *****  ---
Rappel de Subroutine -- SP33: INSQL
nm1=  729 nm2=  699 isq1=  2
Fichier affectation prepare: affect_av02
numz = 99  nm1=  729 nm2=  699
zone =  1 type=  3
fc1  =CD113 INTER A13 -EP
fc2  =RN191 INTER RN12 -L
traficat   somme =    2.18904E+06 %t1=    30.2753
traficrt   somme =    5.04140E+06 %t2=    69.7247
longat=    7526.69 longa1=    6150.21 %a=    81.7120
longrt=    31534.0 longr1=    22666.1 %r=    71.8784
traficatkm somme =    5.89736E+07 %tk1=    24.5712
traficrtkm somme =    1.81038E+08 %tk2=    75.4288
Rappel de Subroutine -- SP06: MODEM
Wed Sep  9 23:42:55 MET DST 1992
Avant:  ckod=    6.58255E-06 alpha=   -1.16499E-03
(fij(ical1,j),j=1,nbct)
ical1=  1
   0.0000   0.7491   0.7580   0.7247   0.7244   0.7868   0.7927   0.6424
   0.5467   0.5348   0.5659   0.5600   0.6323   0.6349   0.6318   0.6770
   0.6554   0.4144   0.3839   0.4648   0.5265   0.4632   0.4420   0.5208
   0.4884   0.5211   0.3780   0.3635   0.3518   0.3090   0.3220   0.2766
   0.3370   0.1638   0.1985   0.2236   0.1765   0.2465   0.2179   0.2370
(fij(ical2,j),j=1,nbct)
ical2=  27
   0.3816   0.2875   0.3371   0.4084   0.4745   0.4278   0.3075   0.2532
   0.3930   0.4297   0.5349   0.6455   0.5356   0.5261   0.3926   0.3349
   0.2616   0.3679   0.4472   0.6007   0.7283   0.6972   0.4457   0.3789
   0.2715   0.2508   0.0000   0.4283   0.7675   0.8109   0.8322   0.4800
   0.3378   0.4313   0.5117   0.5078   0.3735   0.3533   0.2628   0.2376
(dij(j,1),j=1,nbct)
ical1=  1
     0.00   248.00   237.80   276.42   276.75   205.86   199.39   379.90
   518.26   537.26   488.70   497.75   393.52   389.94   394.17   334.84
   362.74   756.20   821.82   657.59   550.64   660.63   700.90   560.06
   615.16   559.50   835.13   868.72   896.81  1008.00   972.66  1103.07
   933.58  1552.88  1387.78  1285.86  1488.83  1201.91  1307.79  1235.62
(dij(j+nbct,1),j=1,nbct)
ical2=  27
   826.97  1070.10   933.45   768.70   639.95   728.76  1012.14  1178.99
   801.74   725.00   537.09   375.70   535.95   551.37   802.52   938.99
  1151.14   858.44   690.83   437.41   272.18   309.60   693.63   833.05
  1119.09  1187.27     0.00   727.92   227.16   179.92   157.64   629.94
   931.54   721.82   575.06   581.71   845.33   893.05  1146.96  1233.59
Trafic total donne =    400695.
Nbx2=  80
N=  78
Correlation=   0.936735
Alpha(rec.,anc.) reconstitue:   -8.93219E-04   -1.16499E-03
Ckod (rec.,anc.) reconstitue:    5.13544E-06    6.58255E-06
alpha et ckod remplaces !
Retenu:  ckod=    5.13544E-06 alpha=   -8.93219E-04
Apres l'ajustement:
(fij(ical1,j),j=1,nbct)
ical1=  1
   0.0000   0.8013   0.8086   0.7812   0.7810   0.8320   0.8369   0.7122
   0.6294   0.6189   0.6463   0.6411   0.7036   0.7059   0.7032   0.7415
   0.7232   0.5089   0.4800   0.5558   0.6115   0.5543   0.5347   0.6064
   0.5773   0.6067   0.4743   0.4603   0.4489   0.4064   0.4195   0.3733
```

```
   0.4344   0.2498   0.2895   0.3171   0.2645   0.3418   0.3109   0.3316
(fij(ical2,j),j=1,nbct)
ical2=  27
   0.4777   0.3845   0.4344   0.5033   0.5646   0.5216   0.4049   0.3489
   0.4886   0.5233   0.6189   0.7149   0.6196   0.6111   0.4883   0.4323
   0.3576   0.4645   0.5395   0.6766   0.7842   0.7584   0.5382   0.4752
   0.3680   0.3463   0.0000   0.5219   0.8164   0.8515   0.8687   0.5697
   0.4351   0.5248   0.5983   0.5948   0.4700   0.4504   0.3590   0.3323

itex=  10 ligx=  6664
Nb. Oi  non ajuste  0 sur  40 ite=  15
 toimax=    43617.3toimin=   101.3708
 imax=  1 imin=  28
Nb. Dj  non ajuste  0 sur  40 ite=  15
 tdjmax=    66728.8tdjmin=    122.830
 jmax=  1 jmin=  28
Nb. fij non ajuste  1258 sur  1560 ite=  30
 fijmax=    997.941fijmin=    1.12449E-04
 imax=  24 jmax=  16
 imin=  1 jmin=  10

(fij(ical1,j),j=1,nbct)
ical1=  1
   0.0000   1.0285   0.5947   0.0031   5.5470   9.5804  86.3953   0.0105
   0.6294   0.0001   0.1781   0.0009  10.9333   0.0584   0.0178   4.7453
   3.2199   0.0156   0.0598   8.4605   1.1062   0.1638   0.0293   0.0059
   1.7053   2.8882   0.0023   0.0745   0.0021   0.0024   0.0754   1.9808
   0.0044   0.0054   0.0006   0.0007   0.0025   0.6552   0.0027   1.1468
(fij(ical2,j),j=1,nbct)
ical2=  27
   0.0003   0.0188   0.4344   0.5033   0.5646   0.5216   0.2423   0.3489
   0.0041   0.0377   1.9447   2.8560   0.6196   0.6111   0.4883   0.4323
   0.0413   0.4645   0.5395   0.6766   6.4046   2.7446   0.5382   0.4752
   0.0014   0.0543   0.0000   0.0794   6.8294   7.8561  11.6479  57.7035
   0.5625   0.5248   0.6034   0.3971   0.1153   0.0294   0.3590   0.0026

toi(i)*nbct -- 8f9.1
  43617.3   4869.0   1960.8    248.6    102.9    539.8   2692.9   6233.3
   4432.0  13041.6    861.6   4803.9    185.1    376.2   1311.2    661.7
   7351.7   7955.8   4051.8    279.4   3759.4    216.5    770.8    656.6
   9375.8   6898.1  14906.3    101.4   1450.7  10399.1   9447.0    135.2
  10765.3   8199.4  10280.6  23996.1  16287.3   9113.4   2349.9   9351.2
tdj(j)*nbct -- 8f9.1
  66728.8   8876.8   2378.2    618.8    589.1   5111.9    717.7  10049.5
   7427.9  18433.4    611.6   9376.4   2203.8    304.6   1835.5    379.9
   7710.6   8045.5   4595.5    269.9   7493.2    409.6   1326.6   2027.7
  13979.1  11009.9  23359.0    122.8   5259.7  13032.6  23817.2    661.7
  10697.8  11373.5  14735.8  27208.2  43650.9  11355.3   4139.9  17969.2
Trafict des Oi calcules =    254036.

Relation fij-alpha
Nbx2=  80
N=  76
Nouvelle correlation=   0.511443
Nouveau alpha(res.,anc.):   -4.63671E-03   -8.93219E-04
Sans replacement.
Nb. pij non ajuste  5406 sur  24448 ite=  30
 pijmax=    1.00001 pijmin=    2.25653E-04
 imax=  10 jmax=  11
 imin=  24 jmin=  2
Calcule:  ckod=    3.79674E-06 alpha=   -8.93219E-04
Thu Sep 10 04:26:16 MET DST 1992
```

```
         ---  *****  ---
Rappel de Subroutine -- SP07: ARRET

Iteration  2: Estimation de la matrice
  0         1         2         3         4         5         6         7
8         9        10        11        12        13        14        15
16        17        18        19        20        21        22        23
24        25        26        27        28        29        30        31
32        33        34        35        36        37        38        39
40        41
  1       0.0    1512.0     234.2       0.3     541.1    8110.3   10268.6
17.4     774.3       0.3      18.0       1.4    3990.3       2.9       5.4
298.5    4111.5      20.8      45.5     378.2    1372.6      11.1       6.4
2.0    3947.8    5265.9       8.8       1.5       1.9       5.1     297.5
217.0       7.9      10.2       1.5       3.1      17.7    1232.2       1.8
3412.6   46155.8
  2     558.6       0.0       3.5       0.1       7.0       1.1       3.8
2505.6      53.3       0.6       1.8      90.3      25.0       3.2     626.7
4.0      12.2     855.1       3.8       2.2       5.7      14.8       7.9
5.4       0.9       0.1       7.9       0.8      35.3       6.9       3.4
18.2       9.0      42.3    1564.8    1200.4       2.8       4.9     253.5
1.9    7944.5
  3      28.7     348.9       0.0       0.2       3.4    1748.3       1.1
4695.0      21.8       3.3       7.6      42.7     794.3       1.3       4.0
0.4       3.1    2288.0       6.8       0.1      31.1       1.4       4.3
2.4      36.7       0.2      75.1       0.3      16.3      36.4      66.5
1.5       1.2      19.5      28.7      54.6       6.8       1.4       8.0
6.7   10398.0
  4       0.2       6.1       1.2       0.0      66.4       8.5     283.1
0.8       5.6       3.3     290.7       6.3       1.4       0.1       9.7
6.3       4.1       4.9     887.5       5.8       4.6       0.2       0.6
1.0       1.4       2.0      11.0       0.0       2.4       5.3       9.8
0.2       3.3       2.9       4.2       8.0      10.3       3.2       1.0
2.4    1665.8
  5    1254.0       2.2       0.7       0.2       0.0     392.1     208.5
2.4       2.1       0.8       0.1       2.9       0.6       1.3       1.5
0.2      26.9       1.9       0.3       2.8      60.6       0.1       0.3
2.9       6.5       0.1       1.8       0.0       1.1       2.5      27.6
0.1       5.2       1.3       9.3       3.7       4.8       1.5       0.5
0.7    2032.2
  6    7621.9      10.4     971.1       0.9      14.8       0.0     119.9
4.0       8.3       0.2       0.8       1.9       3.4       1.5       3.8
695.4     109.8    1313.6       4.4      27.7      10.9       0.6       9.2
2.6     421.0      75.6      66.6       3.1      20.9      12.4       7.9
1326.0      26.2       6.4      10.1       0.2       0.6     395.6      12.2
7.6   13329.2
  7     100.8     926.8       5.7       4.2     468.6       1.8       0.0
1491.1       5.3    2098.6       0.1     351.9       5.6       0.2      67.8
226.3    1279.7      28.2       6.6      22.6      17.6       2.0       0.3
20.7     133.8       9.7      96.4       3.3      11.3     107.0       2.9
4.1       6.5      24.7      19.4       0.8       0.2      32.4       4.1
6.5    7595.6
  8       6.6    3859.5     439.1       0.1       8.5       4.0    1628.7
0.0      23.1       2.5       0.1     107.9       2.8       3.6      41.0
4.8      12.5       4.0     354.8       1.5      79.3       0.9       3.0
0.3       1.1       6.8     191.6       1.0      41.3      92.3     172.3
4.2       4.7      49.5      73.4       7.3       7.6       2.3       1.3
2.3    7247.7
  9      16.0       4.2       2.2      17.2       7.1      23.7     493.3
27.9       0.0    4642.1       7.9      28.0      10.1       2.5       4.9
3.0      59.7     611.5    1175.2       0.3       0.1       3.0       8.5
8.7       1.0      16.7      26.3       0.7       2.4       1.9      11.0
```

```
3.2       0.7       49.5       5.2       36.1       38.2       6.8       14.8
9.7    7381.5
 10    3353.1        7.7       6.4        7.6      189.1       3.3      673.6
14.1    7643.2        0.0      24.7       75.9        0.0     119.5        1.3
4.2       7.3        0.4       2.3        8.5       17.8      22.3       25.6
1.2       0.3       12.3      76.3        2.0       37.6    3703.3        1.6
10.1      1.6      156.5      33.8        0.3        5.6      14.3        5.5
3.3   16273.5
 11       1.0       23.6       1.2     1167.3        1.8       1.6        1.7
10.0      18.6       49.4       0.0       64.2        1.2       0.6        0.7
2.0       11.9       17.8     439.0        0.7      302.5       3.1        2.0
6.0        0.0        1.6       3.2        0.2       10.3      23.1        0.0
0.8       14.3       12.3       1.9       17.6        1.0       1.1        3.4
1.0    2219.8
 12       7.2       83.9      26.4        7.9        8.5     102.7        1.4
88.5       0.3      261.9       0.2        0.0      628.1       0.4       18.4
0.9        9.9     3322.6       0.9        3.9     8060.4     242.3       12.3
0.2        2.5        4.9       4.7        1.0       65.1       8.3        1.5
4.9       24.5       78.0       1.1       36.4       10.8       2.9       21.6
1.3   13158.9
 13       32.2        0.3    1667.5        0.3        2.1       2.7       34.3
47.5       2.8        7.2       0.3      499.6        0.0       2.4        0.9
0.2        2.8     1926.2       1.7       62.8        4.0       0.2        0.6
0.1        5.2        3.9       4.7        0.0     1550.0     459.3        4.7
0.2        1.6        2.6       3.9        5.9       10.9       3.4        1.1
37.9    6394.1
 14       67.3        7.2       2.0        0.6        0.6       6.2        0.6
7.2        5.5       14.0       0.5        9.1        2.8       0.0        2.1
0.4        6.3        4.9       3.1        0.2        7.3       3.7       19.9
734.2      11.9        8.9       5.9        0.1      440.2       9.7       13.7
0.5        2.2        5.3       8.3        0.3       22.2       1.1        2.4
133.9    1572.2
 15      414.4        3.8       6.8        1.8        1.9      21.5        2.6
3.2       17.0       43.1       1.6       25.8        7.9     234.3        0.0
1.7       18.1       15.2       9.0        0.6       20.4      47.5     1655.6
10045.2      95.0      10.3       1.4        3.2        3.2      27.1        5.0
4.5        6.7       14.7      23.1       47.9        2.4       4.1       10.0
6.1   12863.2
 16       99.8       14.0       6.7        1.3        0.1     208.1       21.9
2.5        8.8        2.1       0.2       39.3        3.5      50.0       76.1
0.0      235.4      515.0       4.4        0.3       13.7       0.3        2.1
9.2      675.0      131.7       6.7        0.2        3.8      12.1        2.6
0.7        5.2        6.6      10.3       21.4        5.0       5.3        5.3
11.8    2218.4
 17    5688.1       80.8      14.7        9.8      275.1     244.6       68.3
85.0       95.1       35.9       0.2        2.5       32.0       4.8        0.3
17.2        0.0       82.9       2.1        0.6        4.8       4.6        0.6
4.1      860.2     1333.5    1273.5        1.5        9.7      14.2      151.4
6.3        1.4       59.8       0.7        0.2        0.6       1.3      883.9
521.8   11874.2
 18    1316.5      260.2      603.2       15.7       10.6       1.1        1.3
793.8      240.9        6.4       12.5     1793.0     2052.9      29.8        1.0
9.1       10.5        0.0     2203.3        0.6        0.7       2.3       13.3
5.5      324.8      569.4       8.0        1.1       13.2       6.0       28.5
5.4       20.2       87.6      25.9        1.2       10.8      76.5       23.3
18.3   10604.0
 19        6.0       14.1       0.7        1.9        0.1     664.9       39.8
15.5       24.7     2177.0    1080.2       95.6        0.1       2.2        1.5
21.1       14.1     2112.0       0.0        3.3      299.3       2.2        7.6
10.9        0.1       12.1       2.8        0.6       15.7      30.2       22.4
3.1       10.0       51.8       4.1        3.7        9.9       1.2       13.3
0.1    6775.9
```

```
 20       5.1       4.9       1.2       0.6       0.4      18.7       7.9
4.8      48.6      20.5       8.2      26.6       6.8       0.2       0.9
0.4       3.3       4.4       3.9       0.0     702.2       1.2       0.7
0.9       5.3       0.1     278.0       0.1       5.9       4.8      12.4
0.3       3.9       4.5       6.5       4.2       1.4       9.5       1.2
5.0    1215.3
 21     588.5       6.6      18.8       5.7       6.1     656.8     544.7
63.8       4.6     332.2       0.6    2902.8      23.9       3.0      14.3
39.5       7.5      67.3      44.6      38.7       0.0       1.4      10.3
14.6      81.6      18.9    5072.7       0.8      55.1       1.0       5.7
12.1      16.9      66.3      48.9       1.0      11.2     771.1      18.0
20.6   11598.1
 22      30.4       3.3       0.9       0.3       0.3       2.8       0.3
3.3       2.6      22.7      80.0     526.3       1.3       0.2       0.9
0.2       2.8      13.0       1.7       0.1       4.5       0.0     507.3
1.0       5.4       4.0      14.6      12.2      16.6      51.2      13.8
0.4       1.3      13.8      18.9       5.6     387.8       3.5       1.5
0.8    1757.4
 23      49.9       7.5      54.5       0.8       0.9       1.4       1.0
11.2       8.2       0.4      25.1      19.0       4.2       3.4       0.3
163.8      5.1       7.7       5.0      92.1       0.7     598.6       0.0
4.8      32.1      17.1       6.2     271.5       7.3      17.5      34.8
0.2    1696.5      12.5      16.3      37.5      90.0      88.7       6.8
0.6    3401.3
 24       7.0    1510.4       2.9       0.8     147.2       9.3     202.4
0.1       7.3       8.9     354.2      11.8       3.7     134.7      14.8
945.1     102.7       5.4       4.0       0.3       9.5       5.1       2.7
0.0     262.7     244.5     129.5       0.2       2.0      13.2       6.5
0.9       3.3       7.3       0.1      26.4       2.1       3.8       6.6
0.9    4200.7
 25    3640.4       0.9       3.0     131.4      45.2       0.2      14.8
5.5      97.4       1.5       8.6      15.8      29.1     408.4      40.5
792.4    1242.4       1.0      17.8       3.4     109.1       0.2       6.1
0.3       0.0       1.5     323.8       2.3       1.3      23.8      14.3
5.7    5501.6      79.6       1.2      26.3      25.2       0.1       1.0
231.7   12855.5
 26    4268.6       0.9       3.1      84.6       0.2     202.8      11.8
2.4      74.9       1.0       6.2     123.2      29.1       0.3       0.2
19.0     475.2     348.3       0.8       0.4      19.7       0.3      19.8
1022.5     681.5       0.0       2.9       1.5       3.7      23.9       0.5
6.3       2.3      54.4       1.6      36.4       0.3       0.1       1.1
63.3    7595.4
 27       1.0       9.4      58.5      17.6      18.8     150.9       9.8
198.4      1.7      39.4      67.3    1515.6      77.3      10.5      50.7
9.3      18.0     211.5     140.3      10.3    2716.1      63.6      40.4
54.5       1.1      33.9       0.0       0.6    2033.0    5794.5   15700.7
2160.8     340.5     337.8     503.2     611.4     285.0      18.9      84.1
2.7   33399.3
 28       0.1       1.3       0.4       0.1       0.1       1.6       0.1
1.3       0.9       2.4       0.1       1.6       0.5       1.2       0.8
2.4       0.7       0.9       0.6       0.1      11.6       1.9       0.1
0.5      19.9       1.9    1362.0       0.0       0.9       2.2       4.5
1.3       0.7      55.4       2.2       5.2     322.8     371.0       1.0
3.7    2185.8
 29     165.0      17.7       5.4       1.6       1.7      13.3       1.5
18.3      28.5      16.7       2.0      35.1      63.1     560.2       4.5
0.8      14.0      21.1      14.0       1.0      30.4     345.2     662.4
218.7       7.7      19.1    1629.7       0.3       0.0       1.7     273.7
0.1      21.1      32.7      43.2       6.3       4.1       2.9       6.7
6.4    4298.0
 30      17.7     499.0      35.1      10.6      11.3      89.7       2.6
118.8     123.9    2294.1      13.1      32.1     310.9       6.3      30.2
```

```
5.5        7.6      132.8       88.1        6.5      168.1       48.1       27.8
32.4     173.1      128.3     7999.1        2.2        5.5        0.0     2587.4
13.2      11.6      273.7     1050.7      891.4        8.2       25.4       54.4
35.4    17371.6
 31     7670.1        5.7       32.2        9.7       11.4       86.4        9.3
110.5       0.3        0.1        0.6        0.1       43.7        6.1       29.2
5.3       88.9      320.1       51.8       11.6        0.3       10.4       23.7
31.8      168.0      124.1     3814.7        2.2        0.5     3932.6        0.0
13.6       42.4      223.6        1.2     4353.8     1092.0      192.9       55.7
206.6    22783.1
 32       12.7        1.4        0.4        0.1        0.1        1.2        0.1
1.4         1.1        2.9        0.1        2.0        0.6        0.1        1.6
3.8         1.1        1.1        0.7        0.1        1.7        0.1        2.1
0.6        15.3        2.0        0.8        2.2        1.3        3.4        7.1
0.0       806.2       17.8        3.7        9.2       13.8     1582.1        1.3
21.0     2524.3
 33       18.1        5.1       34.3        3.4      222.4      109.0      430.2
6.2        86.6        3.8        8.4       11.5       43.6        5.3        1.8
0.4         6.8        0.2       51.1       45.0       12.3        2.0     1264.6
0.8         0.3     4290.6        0.3       57.4       77.0       15.3      100.8
0.0         0.0        2.4        6.3        1.6     2434.8      707.6       17.9
1344.6   11430.2
 34      525.1       56.2       17.1        5.2        5.5       44.3        4.8
57.9       60.4      160.9        6.4      111.1       22.5        3.1       15.0
2.7        45.7       64.4       42.8        3.2       96.8      164.4       30.6
16.3       86.2       63.5      384.4        9.6       85.8      249.0       12.0
42.5       55.4        0.0     4655.1      403.5     8062.9      108.9       42.2
0.1    15823.4
 35        4.0       82.9       24.6        7.4        7.9       67.9      205.7
84.7       86.8      230.7        9.1      159.7       33.7        4.8       23.0
4.2       751.2       91.7       60.9        4.5        2.5        0.4       19.8
25.3      133.0       97.5       60.1        1.8        1.7     1138.5      341.7
12.7       10.0     6438.7        0.0     1657.3      858.9       44.3       66.2
0.5    12856.0
 36      699.6        0.6       59.2       17.7       18.9      174.5       18.3
209.6        3.3       47.8        0.8       14.7       84.9       12.3       59.2
10.8      177.7      208.3      138.2       10.2     2198.7       21.3       56.9
71.5       15.1        8.1     7976.5        5.6       45.8       89.3      133.4
39.6      205.5     5838.0     1167.3        0.0      583.1      116.1      206.7
0.4    20745.5
 37       53.2      118.6      261.8        9.6       10.3       99.3       10.3
118.0       40.5       25.2       11.3        3.8       48.3        7.0     1761.7
3.1         2.9      111.8       74.1        5.5        0.7       12.1        0.2
2.9         0.7        1.1       47.2        0.2        6.9       21.2        4.6
2.4       793.7     1265.3       16.7    12107.1        0.0      771.9     4489.2
948.0    23268.2
 38        6.5        0.2       17.1        6.4        6.8      653.4      103.7
3.4        62.4        9.4        0.1       76.2       32.0        4.9        3.9
2.6         6.3       61.6       40.0        2.9        7.2        3.8        3.1
36.8        0.6        9.1     2130.3     1137.9      350.9       21.4        1.7
156.4        0.1      512.4        2.0        7.7    18249.3        0.0      113.5
136.7    23980.8
 39     1446.8        7.1        3.7        1.5        1.5        2.5        1.1
2.7        14.0       35.7        1.4       23.8        7.2        1.1        0.0
3.9         6.6       13.3        8.5        0.6       20.2        1.6        6.6
0.3        83.9        0.4       75.1        0.7       13.9       39.3       82.3
3.7       255.5       32.9       53.7      133.1     1643.0       80.3        0.0
492.8     4602.4
 40       13.1       20.8       22.7       14.3      163.1       25.0        0.3
0.4        57.4        0.2        5.6       14.0       28.9        3.9        4.8
555.8       16.0        3.0       33.9       47.6        8.8        1.2        5.6
0.5     3753.9        0.5        2.6       95.2       51.1      132.8      271.7
```

```
11.8      87.5     106.1     172.9     428.5     729.2     258.5      78.9
0.0    7228.1
 41   39795.3    9526.3    4650.0    1566.7    2287.0   13957.3   15433.0
10833.9    9762.3   12605.1    2056.9    8864.8    8457.1    1637.5    2925.5
3866.6    8918.3   14814.1    5973.4     807.1   16434.6    1645.6    4470.8
12400.0   12052.8   12532.2   33183.3    1625.0    5047.5   16140.1   20439.8
4095.0   10008.4   16056.7    9601.6   22202.8   34973.2    6948.7    6521.1
7707.5  432825.0
Trafic totalod =    432825.

Nb. total des compteurs sur le reseau=  888
Nb. total des compteurs  non utilises=  193
Nb. total des compteurs     presentes=  695
Nb. total des compteurs  non  ajustes=  136
Nb. total des compteurs       ajustes=  559
Comptage total calcule=    1.46396E+06
Comptage total    reel=    1.50331E+06
Trafic totaloi1=    432825.
Trafic totaloi2=    432825.
Trafic totalod =    432825.
ckod=    3.79674E-06
         ---  *****  ---
Rappel de Subroutine -- SP33: INSQL
nm1=  729 nm2=  699 isq1=  2
Fichier affectation prepare: affect_ap02
numz = 99  nm1=  729 nm2=  699
zone =  1 type=  3
fc1  =CD113 INTER A13 -EP
fc2  =RN191 INTER RN12 -L
traficat   somme =    560991. %t1=    31.3157
traficrt   somme =    1.23042E+06 %t2=    68.6843
longat=    7526.69 longa1=    2032.03 %a=    26.9977
longrt=    31534.0 longr1=    15379.9 %r=    48.7724
traficatkm somme =    2.01337E+07 %tk1=    24.8904
traficrtkm somme =    6.07556E+07 %tk2=    75.1096
Thu Sep 10 04:26:53 MET DST 1992

Iteration generale, No.=  3
Tranche=  1 Motif=  2 Valeur=    86.4768
pource.=    4.33333 Pt cumule=    4.33333
Rappel de Subroutine -- SP08: COUTS
Cout max =    656.121
Cout min =    1.18824
Rappel de Subroutine -- SP05: MOREC
Longueur totale de tous les chemins parcourus=    1.39946E+06
Rappel de Subroutine -- SP04: MODAT
Nb. compteurs presentes sur le reseau    =  412 Nre=  0
Nb. max. compteurs presentes sur une O-D =  15
Rappel de Subroutine -- SP09: TEDEP
         ---  *****  ---
Tranche=  2 Motif=  3 Valeur=    107.835
pource.=    9.00000 Pt cumule=    13.3333
Rappel de Subroutine -- SP08: COUTS
Cout max =    686.625
Cout min =    1.22478
Rappel de Subroutine -- SP05: MOREC
Longueur totale de tous les chemins parcourus=    1.57837E+06
Rappel de Subroutine -- SP04: MODAT
Nb. compteurs presentes sur le reseau    =  552 Nre=  0
Nb. max. compteurs presentes sur une O-D =  28
Rappel de Subroutine -- SP09: TEDEP
         ---  *****  ---
```

```
Tranche=  3 Motif=  1 Valeur=    25.3997
pource.=   10.00000 Pt cumule=    23.3333
Rappel de Subroutine -- SP08: COUTS
Cout max =    274.563
Cout min =   0.666338
Rappel de Subroutine -- SP05: MOREC
Longueur totale de tous les chemins parcourus=    776644.
Rappel de Subroutine -- SP04: MODAT
Nb. compteurs presentes sur le reseau    =  620 Nre=  0
Nb. max. compteurs presentes sur une O-D =  35
Rappel de Subroutine -- SP09: TEDEP
         ---  *****  ---
Tranche=  4 Motif=  3 Valeur=    54.7896
pource.=    9.00000 Pt cumule=    32.3333
Rappel de Subroutine -- SP08: COUTS
Cout max =    421.472
Cout min =    1.08060
Rappel de Subroutine -- SP05: MOREC
Longueur totale de tous les chemins parcourus=    1.15022E+06
Rappel de Subroutine -- SP04: MODAT
Nb. compteurs presentes sur le reseau    =  636 Nre=  0
Nb. max. compteurs presentes sur une O-D =  35
Rappel de Subroutine -- SP09: TEDEP
         ---  *****  ---
Tranche=  5 Motif=  2 Valeur=    154.526
pource.=    4.33333 Pt cumule=    36.6667
Rappel de Subroutine -- SP08: COUTS
Cout max =    920.014
Cout min =    1.87073
Rappel de Subroutine -- SP05: MOREC
Longueur totale de tous les chemins parcourus=    1.98616E+06
Rappel de Subroutine -- SP04: MODAT
Nb. compteurs presentes sur le reseau    =  639 Nre=  0
Nb. max. compteurs presentes sur une O-D =  35
Rappel de Subroutine -- SP09: TEDEP
         ---  *****  ---
Tranche=  6 Motif=  1 Valeur=    36.8162
pource.=   10.00000 Pt cumule=    46.6667
Rappel de Subroutine -- SP08: COUTS
Cout max =    331.630
Cout min =   0.938180
Rappel de Subroutine -- SP05: MOREC
Longueur totale de tous les chemins parcourus=    909876.
Rappel de Subroutine -- SP04: MODAT
Nb. compteurs presentes sur le reseau    =  643 Nre=  33
Nb. max. compteurs presentes sur une O-D =  40
Rappel de Subroutine -- SP09: TEDEP
Rappel de Subroutine -- SP08: COUTS
Cout max =    331.630
Cout min =   0.938150
Rappel de Subroutine -- SP10: REPAR
Nb. compteurs presentes sur le reseau =  646 Nre=  33
Rappel de Subroutine -- SP09: TEDEP
         ---  *****  ---
Tranche=  7 Motif=  1 Valeur=    14.4109
pource.=   10.00000 Pt cumule=    56.6667
Rappel de Subroutine -- SP08: COUTS
Cout max =    219.634
Cout min =   0.729420
Rappel de Subroutine -- SP05: MOREC
Longueur totale de tous les chemins parcourus=    680005.
Rappel de Subroutine -- SP04: MODAT
```

```
Nb. compteurs presentes sur le reseau    =  659 Nre=  63
Nb. max. compteurs presentes sur une O-D =  40
Rappel de Subroutine -- SP09: TEDEP
Rappel de Subroutine -- SP08: COUTS
Cout max =    219.634
Cout min =   0.729168
Rappel de Subroutine -- SP10: REPAR
Nb. compteurs presentes sur le reseau =  659 Nre=  63
Rappel de Subroutine -- SP09: TEDEP
         ---  *****  ---
Tranche=  8 Motif=  1 Valeur=    74.7423
pource.=   10.00000 Pt cumule=    66.6667
Rappel de Subroutine -- SP08: COUTS
Cout max =    521.208
Cout min =    1.24010
Rappel de Subroutine -- SP05: MOREC
Longueur totale de tous les chemins parcourus=    1.35136E+06
Rappel de Subroutine -- SP04: MODAT
Nb. compteurs presentes sur le reseau    =  663 Nre=  7
Nb. max. compteurs presentes sur une O-D =  41
Rappel de Subroutine -- SP09: TEDEP
Rappel de Subroutine -- SP08: COUTS
Cout max =    521.208
Cout min =    1.24010
Rappel de Subroutine -- SP10: REPAR
Nb. compteurs presentes sur le reseau =  663 Nre=  7
Rappel de Subroutine -- SP09: TEDEP
         ---  *****  ---
Tranche=  9 Motif=  3 Valeur=    27.8345
pource.=    9.00000 Pt cumule=    75.6667
Rappel de Subroutine -- SP08: COUTS
Cout max =    286.734
Cout min =   0.866486
Rappel de Subroutine -- SP05: MOREC
Longueur totale de tous les chemins parcourus=    835443.
Rappel de Subroutine -- SP04: MODAT
Nb. compteurs presentes sur le reseau    =  677 Nre=  0
Nb. max. compteurs presentes sur une O-D =  41
Rappel de Subroutine -- SP09: TEDEP
         ---  *****  ---
Tranche=  10 Motif=  2 Valeur=    276.093
pource.=    4.33333 Pt cumule=    80.0000
Rappel de Subroutine -- SP08: COUTS
Cout max =    1527.68
Cout min =    2.84765
Rappel de Subroutine -- SP05: MOREC
Longueur totale de tous les chemins parcourus=    3.12626E+06
Rappel de Subroutine -- SP04: MODAT
Nb. compteurs presentes sur le reseau    =  685 Nre=  0
Nb. max. compteurs presentes sur une O-D =  41
Rappel de Subroutine -- SP09: TEDEP
         ---  *****  ---
Tranche=  11 Motif=  1 Valeur=    51.5519
pource.=   10.00000 Pt cumule=    90.0000
Rappel de Subroutine -- SP08: COUTS
Cout max =    405.288
Cout min =    1.05580
Rappel de Subroutine -- SP05: MOREC
Longueur totale de tous les chemins parcourus=    1.17706E+06
Rappel de Subroutine -- SP04: MODAT
Nb. compteurs presentes sur le reseau    =  686 Nre=  0
Nb. max. compteurs presentes sur une O-D =  41
```

```
Rappel de Subroutine -- SP09: TEDEP
         ---  *****  ---
Tranche=  12 Motif=  1 Valeur=    131.800
pource.=   10.00000 Pt cumule=   100.0000
Rappel de Subroutine -- SP08: COUTS
Cout max =    806.416
Cout min =    1.69618
Rappel de Subroutine -- SP05: MOREC
Longueur totale de tous les chemins parcourus=    1.93427E+06
Rappel de Subroutine -- SP04: MODAT
Nb. compteurs presentes sur le reseau    =  690 Nre=  25
Nb. max. compteurs presentes sur une O-D =  41
Rappel de Subroutine -- SP09: TEDEP
Rappel de Subroutine -- SP08: COUTS
Cout max =    806.416
Cout min =    1.69618
Rappel de Subroutine -- SP10: REPAR
Nb. compteurs presentes sur le reseau =  690 Nre=  25
Rappel de Subroutine -- SP09: TEDEP
         ---  *****  ---
Rappel de Subroutine -- SP07: ARRET
Nb. total des compteurs sur le reseau=  888
Nb. total des compteurs  non utilises=  198
Nb. total des compteurs     presentes=  690
Nb. total des compteurs  non  ajustes=  607
Nb. total des compteurs       ajustes=  83
Comptage total calcule=    1.61165E+06
Comptage total    reel=    1.51675E+06
Trafic totaloi1=    432867.
Trafic totaloi2=    432867.
Trafic totalod =    432867.
ckod=    3.79674E-06
         ---  *****  ---
Rappel de Subroutine -- SP33: INSQL
nm1=  729 nm2=  699 isql=  2
Fichier affectation prepare: affect_av03
numz = 99  nm1=  729 nm2=  699
zone =  1 type=  3
fc1  =CD113 INTER A13 -EP
fc2  =RN191 INTER RN12 -L
traficat   somme =    1.77691E+06 %t1=    31.6726
traficrt   somme =    3.83332E+06 %t2=    68.3274
longat=    7526.69 longa1=    5997.21 %a=    79.6792
longrt=    31534.0 longr1=    22141.6 %r=    70.2152
traficatkm somme =    4.50150E+07 %tk1=    26.3221
traficrtkm somme =    1.26001E+08 %tk2=    73.6779
Rappel de Subroutine -- SP06: MODEM
Thu Sep 10 05:09:29 MET DST 1992
Avant:  ckod=    3.79674E-06 alpha=   -8.93219E-04
(fij(ical1,j),j=1,nbct)
ical1=  1
   0.0000   0.8056   0.8136   0.7863   0.7858   0.8279   0.8196   0.7114
   0.6360   0.6486   0.6516   0.6475   0.7038   0.7037   0.6998   0.7391
   0.7181   0.5204   0.4944   0.5618   0.6183   0.5621   0.5475   0.6023
   0.5753   0.6005   0.5124   0.4713   0.4677   0.4374   0.4472   0.3807
   0.4323   0.2734   0.3228   0.3329   0.2842   0.3533   0.3138   0.3247
(fij(ical2,j),j=1,nbct)
ical2=  27
   0.5062   0.4090   0.4655   0.5361   0.6003   0.5357   0.4208   0.3707
   0.5209   0.5564   0.6671   0.7502   0.6596   0.6283   0.5042   0.4460
   0.3751   0.4885   0.5820   0.7164   0.8209   0.7691   0.5494   0.4948
   0.3854   0.3582   0.0000   0.5313   0.8177   0.8526   0.8695   0.5883
```

```
   0.4431   0.5332   0.6270   0.6343   0.5018   0.4708   0.3733   0.3327
(dij(j,1),j=1,nbct)
icall=  1
     0.00   242.08   231.01   269.22   269.86   211.41   222.67   381.16
   506.72   484.66   479.58   486.63   393.21   393.35   399.58   338.50
   370.69   731.15   788.69   645.49   538.34   644.96   674.41   567.55
   618.98   571.01   748.52   842.12   850.86   925.71   900.93  1081.30
   938.77  1451.72  1265.90  1231.33  1408.46  1164.79  1297.71  1259.43
(dij(j+nbct,1),j=1,nbct)
ical2=  27
   762.24  1000.97   856.13   698.02   571.25   698.87   968.96  1110.98
   730.17   656.39   453.19   321.85   465.81   520.29   766.68   904.07
  1097.81   801.97   606.08   373.42   220.93   293.89   670.62   787.66
  1067.39  1149.43     0.00   708.03   225.26   178.55   156.56   593.97
   911.24   704.01   522.61   509.60   771.90   843.38  1103.17  1231.91
Trafic total donne =    432867.
Nbx2=  80
N=  78
Correlation=   0.472130
Alpha(rec.,anc.) reconstitue:   -3.97895E-03   -8.93219E-04
Ckod (rec.,anc.) reconstitue:    3.32377E-06    3.79674E-06
alpha et ckod remplaces !
Retenu:  ckod=    3.32377E-06 alpha=   -3.97895E-03
Apres l'ajustement:
(fij(icall,j),j=1,nbct)
icall=  1
   0.0000   0.3817   0.3988   0.3426   0.3417   0.4312   0.4123   0.2195
   0.1332   0.1454   0.1483   0.1442   0.2092   0.2091   0.2039   0.2600
   0.2288   0.0545   0.0434   0.0767   0.1174   0.0768   0.0683   0.1045
   0.0852   0.1031   0.0509   0.0351   0.0339   0.0251   0.0277   0.0135
   0.0239   0.0031   0.0065   0.0075   0.0037   0.0097   0.0057   0.0067
(fij(ical2,j),j=1,nbct)
ical2=  27
   0.0482   0.0186   0.0332   0.0622   0.1030   0.0620   0.0212   0.0120
   0.0547   0.0734   0.1648   0.2779   0.1567   0.1262   0.0473   0.0274
   0.0127   0.0411   0.0897   0.2263   0.4152   0.3106   0.0694   0.0435
   0.0143   0.0103   0.0000   0.0598   0.4081   0.4914   0.5364   0.0941
   0.0266   0.0607   0.1250   0.1316   0.0464   0.0349   0.0124   0.0074

itex=  10 ligx=  6592
Nb. Oi  non ajuste  0 sur  40 ite=  15
 toimax=    377118.toimin=    841.353
 imax=  1 imin=  32
Nb. Dj  non ajuste  0 sur  40 ite=  15
 tdjmax=    78128.6tdjmin=    105.711
 jmax=  1 jmin=  32
Nb. fij non ajuste  1266 sur  1560 ite=  30
 fijmax=    368.113fijmin=    1.00508E-04
 imax=  14 jmax=  22
 imin=  36 jmin=  33

(fij(icall,j),j=1,nbct)
icall=  1
   0.0000   0.0448   0.0002   0.0014   0.0576   0.7068   0.5471   0.0019
   0.0020   0.0019   0.0208   0.0153   0.0076   0.0596   1.8321   0.2118
   0.3853   0.1500   0.0013   0.0160   0.0003   0.0366   0.2427   0.0025
   0.1422   0.2850   0.0311   0.0080   0.0339   0.0008   0.0037   0.8549
   0.0368   0.0010   0.0006   0.0110   0.0037   0.0003   0.0035   0.0003
(fij(ical2,j),j=1,nbct)
ical2=  27
   0.0844   0.3571   0.0332   0.0622   0.1030   0.0620   0.0012   0.0120
   0.0547   0.0734   0.1648   0.0023   0.1567   0.1262   0.0473   0.0274
```

```
   0.0145   0.0024   0.0004   0.1588   0.0038   9.6389   0.0694   0.0435
   0.0143   0.0103   0.0000   0.0004   1.5987   0.5087   0.3323   0.0267
   0.0003   0.1596   0.0069   0.7189   0.0014   0.0005   0.0124   0.0008

toi(i)*nbct -- 8f9.1
 377118.1  32975.3  29942.6   3585.3   5525.1  65249.2  38676.6  94539.1
  45028.2  73800.4   3926.7  20468.7   5143.5   1783.9   9095.4   7491.4
  50146.8 112208.9  91336.3   1345.6  92403.6  11126.9  45041.2  21614.5
 120983.1  93272.0 184821.4   7966.5  16729.1  89865.4  98687.8    841.4
 234558.6 162310.5 185120.1 230371.2 239548.4 121587.6  32020.6 174193.9
tdj(j)*nbct -- 8f9.1
  78128.6   3990.3   6132.1   1541.2   2059.7   9996.8   7670.2  13938.4
   9435.5  15277.3    503.8   2749.1   1037.0    992.5   1415.2   3659.0
   5767.3  15507.0  19064.0    659.5  12623.1   2594.5   5308.6   2725.3
  17244.4  18101.8  24062.4   1324.9   2766.4  12928.5  13881.2    105.7
  23561.3  22072.6  29510.1  27716.5  31462.6  16475.8   2275.1  16899.7
Trafict des Oi calcules =    3.23245E+06

Relation fij-alpha
Nbx2=  80
N=  76
Nouvelle correlation=   0.388050
Nouveau alpha(res.,anc.):   -3.04912E-03   -3.97895E-03
Sans replacement.
Nb. pij non ajuste  5326 sur  20752 ite=  30
 pijmax=    1.00008 pijmin=    1.31705E-05
 imax=  31 jmax=  11
 imin=  32 jmin=  33
Calcule:  ckod=    2.67445E-06 alpha=   -3.97895E-03
Thu Sep 10 09:21:18 MET DST 1992
         ---  *****  ---
Rappel de Subroutine -- SP07: ARRET
Resultats:

Iteration  3: Estimation de la matrice
  0         1         2         3         4         5         6         7
8         9        10        11        12        13        14        15
16        17        18        19        20        21        22        23
24        25        26        27        28        29        30        31
32        33        34        35        36        37        38        39
40        41
  1       0.0     180.5       1.1       2.2     119.7    7126.2    4232.1
27.2      19.2      28.9      10.6      42.3       7.9      59.6    2615.1
781.5    2241.0    2345.5      25.7      10.7       3.4      95.7    1299.4
6.9    2472.8    5203.0     755.7      10.7      94.5      10.0      52.2
91.2     874.8      23.0      18.6     307.7     116.9       4.7       8.1
5.4   31331.7
  2      10.8       0.0      93.9     110.2       6.5    1046.5      17.8
100.5      14.9      11.2      16.6      14.0       5.0       7.0       0.9
2.7     115.5     754.1       9.6      20.0       2.6       6.8       1.5
4.1       0.2     108.6       0.3       1.6       3.2       1.5      13.1
0.0       0.4       6.6    2445.8      21.8       3.9       1.8       1.9
911.7    5895.2
  3    1672.3       6.6       0.0       2.3      33.3       2.3      50.7
4065.0     754.1      36.0       4.2      26.2       0.1    1201.2       9.4
3.6      53.7     478.7      11.8       0.3      80.3       6.9       1.3
9.3       3.9       6.3      65.6       4.9       5.1      17.4      20.3
0.0      18.4       3.7      10.1       9.9      18.2       2.7       6.4
3.7    8706.1
  4     205.3      92.7      85.7       0.0     241.2     138.5       0.9
4.6      35.1      11.7    1409.7       5.9       1.7       0.1       1.1
0.3       4.6      21.0       4.8       3.8      18.1       1.4       5.8
```

```
1.1       0.0     107.1      14.8       0.2       1.1       3.9       4.6
0.0       0.1       0.8       2.3       2.2     162.1       0.4       5.8
1.8    2602.5
  5    1099.6       8.7       6.1       2.3       0.0       1.4     502.7
21.9      32.6       6.1      12.4      15.1       4.2       7.1       2.8
45.1      17.3      23.0       0.8       1.9      46.1       3.7       4.2
17.8      10.0       4.0      37.7       0.6       2.9      10.0      11.7
0.0       0.7       2.1       5.8     128.5    1209.1       0.2       2.9
3.0    3311.9
  6    7264.0       0.3    1221.8       2.7       3.4       0.0      30.2
65.9     114.2       7.0       6.8      31.5      53.5      83.9     116.2
1092.9     634.3       4.3    1049.2      10.7      17.1      71.4       3.1
114.7      27.9       1.6     283.3       1.0      19.4      74.8      93.4
226.0     226.3      15.8      51.6      70.2      41.2       0.3       3.9
45.3   13181.0
  7     188.7     191.1      78.4       1.9    5569.9       2.9       0.0
2391.0    1374.2      14.0       0.1      49.6    1445.6      13.3       9.3
1.5     281.7       9.0       6.1      13.9      51.3      11.3       1.4
1.6     130.9     264.7     604.5       3.1       4.5      21.0      18.4
31.3       2.6       5.0    1799.0      11.4       6.6    1339.7       1.7
1.7   15954.0
  8     626.3    2592.5    3096.7       1.8      61.7       2.3    1470.4
0.0      11.3      65.2       2.2      30.6       0.7      12.1       7.0
0.4     140.5     373.5      54.1       4.9      96.0      11.8       0.7
16.6      15.2     134.1      78.5       2.7       6.1      20.9      24.3
0.1      32.8       4.4      12.0      12.4       6.8      17.3       1.6
6.6    9055.1
  9    1268.1    5098.9      70.6      73.3      59.1      84.6      62.3
21.5       0.0    6997.4      19.3      66.6       8.2       6.8       5.6
16.4      22.7      42.4     463.0       2.0     203.8       9.3       9.6
5.6      25.3      31.7     166.6       1.2    1136.0      44.3      51.6
0.1      11.5       9.3      25.5      25.3      10.1       4.8       0.3
2.3   16162.8
 10     579.1      23.1     807.6      51.3       3.3       0.6    1537.3
25.5    4658.3       0.0      42.3     146.1      15.7       1.0      10.2
0.4      34.6      76.6    1785.8       0.5     447.4      55.7      18.0
10.1      38.0       0.4     365.7       2.3       0.5    1935.9     113.1
0.2       6.2      15.1      56.1      55.4      22.2      10.4       0.6
12.5   12965.1
 11       6.8      19.4      21.9    1761.9       8.0       0.2       0.2
0.8      31.2      67.8       0.0      17.9       1.9       1.1       0.9
0.4      15.5      28.1     269.7      13.1      54.9       4.7       2.1
0.9       5.9       0.1      44.9       0.3       3.5      11.9      13.9
0.0       2.2       2.5       6.9       6.8       2.7      18.8       0.1
0.4    2450.6
 12      33.6      12.6      40.1      18.9      41.8     194.2       1.8
32.3     101.7     220.9      16.4       0.0       0.2       2.2       5.6
1.1      11.1     698.7    1482.4       5.7       2.4      98.8       2.7
2.5      55.6       1.2       1.1       0.1      29.1      12.0       8.2
0.2       3.0       3.2      54.4       8.4       4.8     102.0       1.1
1.1    3313.2
 13       8.2       5.3     960.3       4.4     259.3      40.9       5.9
219.1       8.4      15.8       1.2    2432.7       0.0      10.9       9.9
3.0       4.3       6.7       0.4       0.2      20.2      11.8       4.9
4.1      20.6      39.1      58.6       1.5      56.1      15.5      18.9
0.1       0.7       3.3       9.4      11.7       6.8       6.1       2.1
0.8    4288.9
 14      79.3       1.6       0.4       1.0      14.4      23.1       4.7
3.2       2.5       4.6       0.3       2.3       3.0       0.0       1.1
44.3       8.5       1.8       3.5       0.3      11.5    4556.5       6.3
226.3      44.1       0.2      15.5       4.6      36.2       4.1       5.3
```

```
0.0       0.7       0.9       2.9       4.0       2.3       8.6       1.2
648.3    5779.2
 15    1280.0       0.9       2.2       3.1       1.9       0.0     536.5
64.9       7.5      13.7       0.7       4.9       5.8       0.0       0.0
401.3      63.0       5.3       1.4       0.6      22.3       7.7     326.3
322.0     646.8       3.0      29.6       0.8       2.0       7.8      10.1
130.5    4029.8       1.7       5.6       7.8       5.6     782.4       5.3
4.6      8745.5
 16     559.0       1.4      16.0      23.3     365.7     381.4       2.4
6.0        7.0       0.2       0.7       1.5       2.7     194.9     169.9
0.0      147.4       2.6      25.6       0.1       2.3       0.7      10.4
8.5     1203.5       8.6      14.2       1.8       1.0       3.8       4.8
0.1        0.9       0.8       2.7       3.7       2.9       6.2       2.6
1.2     3188.3
 17       1.2     111.1      87.7      17.1       5.9       9.5     432.6
162.2      40.8      69.9       2.4      13.3       7.5       1.6     301.1
235.9       0.0      26.7       2.4       1.7    6117.3       9.3       3.5
2.5      388.6    1133.1       0.7       4.5       3.2       3.4      13.9
0.1        2.6      71.8       1.9       9.6       7.2       2.6       1.5
1.2     9308.9
 18      11.7     363.2       4.7      66.5       0.6     647.7      58.1
1350.8     31.1     389.8      27.2      17.8    2745.4     352.5       5.9
16.0      21.6       0.0    2193.8       0.7      43.4       3.0      14.2
5.9       25.0      31.1     334.4       1.8      43.3      93.6     103.5
3.7        1.0      19.4      51.3      35.0      20.3       9.1       0.5
2.5     9147.0
 19     108.2       7.3       6.0       2.0       0.8     424.9       2.0
4.1     1148.7     921.3    1271.6       2.1      15.5       9.3       6.0
0.5        6.9    3466.5       0.0      62.6      23.2       3.4      22.9
7.4       21.2       0.5      87.6       2.9      55.9      53.2      78.5
0.2        5.7      31.5     120.2     230.8      18.1       8.3       0.8
4.6     8243.1
 20       2.1       1.1       0.7       0.3       1.5       1.4       3.1
0.0       28.8      13.7     164.3    1826.7       0.6       0.3       0.2
0.0        0.4      14.9      26.8       0.0       6.9       6.9       2.2
12.1       0.7       0.5      20.4       0.1     211.6       7.7       6.3
0.0        1.4       1.2       3.1       3.1       1.2      10.1       0.0
1.5     2384.1
 21     6667.1       4.9     121.0      57.1     126.3     568.5      21.8
99.8      307.4     667.6      49.4      21.2     114.3      46.0      25.0
71.8       38.6    1735.4     535.5       1.2       0.0       2.2       3.6
0.1       10.7       0.5     574.3       6.5     197.1    6278.2      31.7
1.1        1.1      16.6      53.8      32.1       3.1     581.8      95.7
0.9    19170.8
 22       2.5       3.4      17.4       2.5       5.5       9.7       9.4
7.0        8.5      18.4      99.3     632.4       9.0      23.7       2.4
7.7        4.6       4.0      30.6       2.2      29.9       0.0     844.7
2.6       44.8      14.3   11551.8       0.7      52.3       9.4      89.2
0.5        0.1       7.2       0.3      68.3      44.6       9.5      13.0
0.4    13683.9
 23    2470.2      10.0      11.8       7.1      18.0      15.2       1.4
3.2       16.9     161.2       2.2      20.6      20.5       0.1    9774.5
0.1        1.5      15.9       7.6       3.7       3.1     541.5       0.0
299.1      63.1       8.8     204.0       6.0    1560.8      53.9      78.0
0.2     1813.9      14.7      58.4       0.7       1.5       5.8     389.0
3.6    17667.6
 24       7.7       3.7       1.7      20.8      75.3       0.1    1229.0
0.7        9.3       7.6       0.9       7.8      10.5     495.9       2.9
32.6       1.0      15.2      12.9       1.1       0.9      19.6      40.8
0.0      840.4     515.3      61.8      17.1      12.5      16.3      22.7
21.9       5.8       3.6      13.7      30.8       1.2       2.0       1.1
6.2     3570.6
```

```
 25    2885.8       3.1     411.9     194.9       1.6       1.1       7.3
415.7      37.0       2.3       0.7      18.9      22.3      83.8     476.0
1229.3     349.4       0.7       2.3       2.4      86.2      32.9      32.2
201.1        0.0    1637.2     116.3       3.2       7.9      30.7      39.8
7.9    1957.0       6.5      23.3      29.2       1.0       2.4       2.0
732.1   11095.5
 26    5688.6      62.0     101.6     187.9      31.9      62.6     242.5
93.9      34.7       3.4       0.1       0.1      13.1       0.1      57.8
0.1    1087.8       2.5     100.8       0.2       0.4      19.7      17.1
978.2     819.8       0.0      67.5      11.1       4.6      17.8      22.8
7.9       2.2       3.8      12.6       4.9       2.6       0.8       0.3
355.2   10121.0
 27    3258.0     704.3     100.5      47.4     104.9     306.3       4.5
82.9     255.3     554.3      41.0       3.2      80.3      61.9      33.1
49.6      41.3      18.2       3.8      51.8      23.9   12361.4     182.0
58.7     121.9      92.4       0.0       0.3    2186.0    3250.6    2279.9
1.4       3.1    1741.0     100.4    9848.5      22.3       3.7      14.0
6.5    38100.3
 28       4.2       0.7       1.1       0.6       1.4       3.5       0.6
1.4       1.5       0.1       0.2       1.9       1.9       2.6       1.1
0.4       0.5       1.4       2.4       0.3       5.6       9.2     156.4
45.4       0.0      14.5       0.9       0.0       1.3       0.6       8.9
421.0      1.4       2.7      11.0      31.2      76.9     346.3     277.9
24.3    1463.4
 29     114.5       2.3       6.2       2.9       6.5      45.8       4.9
5.1      78.4      39.8       2.6      23.4     105.6       4.1       2.0
2.7       2.1     167.9      71.8       6.4     160.7       2.6    1367.7
98.3       6.7       5.1      14.0       1.4       0.0       2.1      21.7
0.2      11.5      58.5    1031.5      14.9       1.9    1963.5       0.6
2.3    5460.2
 30      25.9      17.2      24.0      11.3      25.1      72.7      19.2
19.8      61.1    2170.9       9.8      14.7      19.1      14.7       7.9
11.8       8.6      82.1      83.1      19.5      52.2      37.5      43.2
13.9      28.9      21.9   10112.1       0.1       1.2       0.0       0.4
1.6       3.2      65.0     822.2     608.1       0.8       7.5       5.5
15.8   14559.7
 31     617.1      10.3      28.1      13.3      29.3      94.5      22.7
23.2      71.4     155.1      11.5      17.8      22.8      19.4      10.4
15.5      10.4      18.1       4.5      12.3    5209.1     142.5       3.0
19.5      38.3      28.9       2.1       1.1       0.9    1468.4       0.0
3.2      505.8     100.4       5.3    1648.2       1.3      12.1      10.8
31.0   10439.6
 32       2.5       0.0       0.1       0.0       0.1      68.1       1.8
0.1       0.1       0.3       0.0       3.5       0.1       0.1       3.1
0.5       0.1       2.5       0.4       4.0      11.3       1.0    1425.1
1.2       0.0       0.4      11.6     326.2       0.2       1.9       3.7
0.0     595.3      30.5       4.8      14.5       9.5       2.1       1.8
1.8    2530.5
 33     915.9      14.8       2.5      10.0       2.2       8.6       2.5
4.5      23.9      43.8       2.9       7.5      27.6     137.6       1.4
1.0       1.5       9.9       3.1       4.7     227.0       0.4     494.9
1015.2    5573.4     141.8       2.5     130.6      18.9       3.4     607.1
1.8       0.0       1.6       3.2       2.4     819.9    1988.9    1199.4
2068.8   15527.2
 34      98.9       2.0       5.3       2.5       5.6      16.3       4.3
4.4      13.6      29.7       2.2      20.1       4.3       3.3       1.8
2.6       1.9      17.8      47.8       4.2     137.8     112.8      12.5
3.2       6.5       4.9     630.1       3.3      70.7     661.9    3791.7
5.2    1262.3       0.0    5305.8    1136.9       9.6     678.5       6.6
7.4   14136.3
 35      26.7       5.9      13.1       6.2      13.7      48.3    1132.7
10.8      33.3      72.3       5.3       3.5      10.7       9.9       5.3
```

```
7.9     598.7      29.5       1.8       0.2      25.0     977.7      42.2
0.4      20.3      14.8       2.5      11.2     529.4     610.6    3547.3
3.5       1.5    5710.0       0.0    2382.1       1.6       1.9       0.3
1.4   15919.3
 36    1238.1       1.2      16.0       7.6      44.8      89.2      18.4
14.4      40.7      88.4       6.5      31.6      17.2      18.3      10.1
15.2       9.3      14.7       3.6     617.2      57.6     147.1     142.0
31.9      51.6      34.0   11324.5      42.6       4.3    1368.1       1.9
14.3       1.5    1166.8       3.0       0.0   10778.0       6.0       1.0
11.5   27489.9
 37     180.6       3.6      14.0      47.2       1.1      48.2       9.8
7.3      14.9      32.4       2.4       0.9       9.2       9.9      29.2
0.6       2.8       1.6       5.9      17.8      22.3      79.4       0.6
0.2       1.2       2.8       2.0      52.3     508.4      13.3     562.4
8.8     121.6       1.7    3311.5     706.2       0.0    1055.3    4158.2
174.0   11221.6
 38       9.1       0.5       5.0       2.7       6.1       3.7       1.2
4.1       7.5      16.3       1.2       0.6       8.5       0.7      26.2
4.5       5.7       1.0       1.1       2.1    2497.8       4.5     267.2
6.8       1.9      12.8    1730.7    1004.2      11.5     104.9      28.6
1.7     544.0       3.2     207.1    9689.4    4191.1       0.0      11.9
19.2   20446.2
 39       5.3       0.5      11.5       0.4       0.9       0.7      12.9
1.6       0.9      35.3       0.1       1.1       1.1       1.7       6.0
2.6       0.4       0.9       2.3       0.2       7.7       6.5      34.6
2.0       0.6       0.6      26.2      39.2       1.3      11.1      21.6
1.1    1094.6      12.8      57.2      56.1    2308.7     508.2       0.0
805.3    5081.8
 40       5.2       1.7       2.2       2.2       2.9       0.6     175.6
0.7       5.2       9.5       0.6       5.7       6.0       0.1       0.5
2.6       0.7       4.7       1.0       1.0       1.0      13.8     958.4
2.3    1701.2       1.0       1.8       1.4       4.1      22.1      45.2
2.3    2829.4      26.8     119.5     123.5     592.6     130.9     601.0
0.0    7406.9
 41   39228.3    9570.5    7496.8    2771.3    7301.1   11592.5   11873.9
9367.0    9443.3   13003.9    3248.0    5583.4    4829.1    2898.6   13755.0
4106.4    5991.4   10523.2    8339.2     906.4   15830.0   19489.2    7808.5
3560.2   14467.7    9631.0   39416.5    1705.2    6888.7   16277.9   11870.5
989.5   15977.3    9195.1   15829.5   27393.8   20537.1    9643.5    6838.1
5928.1  441106.6
Trafic totalod =    441106.

Nb. total des compteurs sur le reseau=  888
Nb. total des compteurs  non utilises=  198
Nb. total des compteurs     presentes=  690
Nb. total des compteurs  non  ajustes=  153
Nb. total des compteurs       ajustes=  537
Comptage total calcule=    1.48182E+06
Comptage total    reel=    1.51675E+06
Trafic totaloi1=    441107.
Trafic totaloi2=    441107.
Trafic totalod =    441106.
ckod=    2.67445E-06
         ---  *****  ---
Rappel de Subroutine -- SP33: INSQL
nm1=  729 nm2=  699 isql=  2
Fichier affectation prepare: affect_ap03
numz = 99  nm1=  729 nm2=  699
zone =  1 type=  3
fc1  =CD113 INTER A13 -EP
fc2  =RN191 INTER RN12 -L
traficat   somme =    557974. %t1=    30.2442
```

```
traficrt   somme =    1.28692E+06 %t2=    69.7558
longat=    7526.69 longal=    2032.03 %a=    26.9977
longrt=    31534.0 longrl=    15115.5 %r=    47.9342
traficatkm somme =    1.95282E+07 %tk1=    23.7019
traficrtkm somme =    6.28628E+07 %tk2=    76.2981
Redistribution de MOD
Rappel de Subroutine -- SP02: MOGET
Nb. centroides =  40
Nb. lignes lu dans le fichier socioeco=  40
se correspond !
N=  40
Bonne relation MOD-Socioeco. Rc=   0.732226
Relation MOD-Socioeco.
Nb. X=  5   Nb. serie=  40
Correlation, Standard deviation, Constante:
r0=    0.732 r1=   -2.418 r2=   -0.339 r3=    2.648 r4=   -1.049 r5=    1.568
Sd=    5927.53
a0= 17144.07 a1=   -26.75 a2=    -3.90 a3=    32.47 a4=   -23.42 a5=     7.54
toi(i)*nbct -- 8f9.1
  31331.7   5895.2   8706.1   2602.5   3311.9  13181.0  15954.0   9055.1
  16162.8  12965.1   2450.6   3313.2   4288.9   5779.2   8745.5   3188.3
   9308.9   9147.0   8243.1   2384.1  19170.8  13683.9  17667.6   3570.6
  11095.5  10121.0  38100.3   1463.4   5460.2  14559.7  10439.6   2530.5
  15527.2  14136.3  15919.3  27489.9  11221.6  20446.2   5081.8   7406.9
tdj(j)*nbct -- 8f9.1
  39228.3   9570.5   7496.8   2771.3   7301.1  11592.5  11873.9   9367.0
   9443.3  13003.9   3248.0   5583.4   4829.1   2898.6  13755.0   4106.4
   5991.4  10523.2   8339.2    906.4  15830.0  19489.2   7808.5   3560.2
  14467.7   9631.0  39416.5   1705.2   6888.7  16277.9  11870.5    989.5
  15977.3   9195.1  15829.5  27393.8  20537.1   9643.5   6838.1   5928.1
         ---  *****  ---
Rappel de Subroutine -- SP03: MODIT
Distance intra-Zone utilisee=   0.
Trafic total=    441107.
coefficient de normalisation calcule  ck=    2.53178E-05

Redistribution de MOD:
  1       0.0    2523.1    2001.0     536.9    1394.0    2735.0    3541.7
2502.1    1001.2    1283.5     275.2     412.4     605.5     333.9    1712.3
617.8    1173.9     665.5     388.0      42.1    1009.5     923.6     413.3
228.0    1226.9    1067.0    1243.7      36.5     153.3     241.0     160.0
9.8     337.2      53.4      81.0     156.7      74.1      77.6      37.1
56.6   31331.7   31331.7
  2    1837.1       0.0     427.3      71.0     111.7     195.4     771.5
883.5     147.0     142.5      27.9      30.8      43.4      23.9     132.9
61.9     217.6      85.2      39.5       3.8      72.4      66.3      29.7
17.9     126.0     131.4      89.2       2.6      11.0      17.3      11.5
0.7      26.5       3.8       5.8      11.2       5.3       5.6       2.7
4.4    5895.2    5895.2
  3    2658.7     768.4       0.0     212.7     334.2     286.1     539.6
1028.7     409.3     426.8      83.7      86.8      69.1      35.1     178.4
64.0     152.2     241.2     118.2      11.2     174.2     102.3      43.2
23.8     127.0     111.3     212.3       3.8      26.4      41.2      26.9
1.0      35.1       9.1      13.5      24.1       8.8       8.1       3.9
5.9    8706.1    8706.1
  4     600.1     108.8     181.2       0.0     166.9      76.3      96.9
145.7     197.5     213.1      41.8      43.4      32.6      15.5      47.5
15.1      28.7     116.6      59.0       5.6      87.0      47.3      15.6
6.4      30.0      25.8     106.0       1.4      13.2      20.6      13.4
0.5       9.8       4.6       6.8      12.0       4.3       2.9       1.3
1.6    2602.5    2602.5
```

```
  5     769.5      85.2     141.6      83.0       0.0     159.6     108.0
113.8     154.3     206.3      70.7      93.0      69.9      33.2      99.4
23.4      36.4     107.6      99.4       9.5     186.5     101.5      33.4
13.4      49.7      38.7     227.3       2.9      28.3      44.1      28.8
1.0       20.7       9.8      14.5      25.8       9.2       6.3       2.7
3.5     3311.9    3311.9
  6     3714.6     363.9     293.0      91.0     381.6       0.0     734.3
362.3     169.8     225.5      75.4     139.8     278.4     251.8    1285.3
302.5     275.9     117.6     108.3      14.3     357.6     616.6     312.0
171.2     640.8     496.4     536.8      27.5      59.2     103.4      72.3
7.3       253.1      23.0      40.6      99.4      49.1      58.5      28.0
42.5    13181.0   13181.0
  7     5527.2    1507.0     585.5     124.1     298.6     807.9       0.0
1086.8     237.3     275.9      58.9      90.4     132.8      98.5     669.9
327.4    1151.8     149.2      83.3       9.2     221.3     241.3     126.2
90.4      666.9     695.5     273.3      11.1      33.6      53.0      35.2
2.9       133.7      11.7      18.3      39.8      19.3      23.7      12.5
22.4    15954.0   15954.0
  8     2775.0    1308.0     870.3     144.6     227.3     296.0     824.1
0.0       382.1     315.0      56.9      59.2      66.5      36.2     185.0
70.6      232.4     221.0      83.2       7.6     121.6     101.4      44.7
24.7      143.2     142.5     148.3       3.9      18.5      28.8      18.8
1.1       36.6       6.4       9.5      17.5       8.1       8.4       4.0
6.1     9055.1    9055.1
  9     2041.7     405.8     635.2     360.5     566.4     259.5     337.7
678.5       0.0    3586.5     343.3     334.8     110.8      52.6     161.6
51.4       97.5    2532.7     943.1      59.5     671.4     207.6      52.9
21.7      102.0      87.7     818.5       4.7     107.0     158.7     103.6
2.3       33.2       35.2      52.2      92.7      31.2      11.1       4.3
5.6    16162.8   16162.8
 10     1513.4     248.0     413.1     239.5     485.0     221.2     231.9
366.9    2355.9       0.0     355.0     346.2      99.6      45.0     137.7
38.8       70.1    2058.5    1044.3      65.8     694.4     214.7      46.8
18.5       77.9      65.9     846.6       4.1     117.7     165.3     107.1
2.4       28.4       36.7      54.0      95.9      32.3      11.5       3.8
4.8    12965.1   12965.1
 11      252.7      35.4      58.9      34.5     117.5      52.4      35.5
47.4      157.3     247.8       0.0     117.8      33.9      11.5      32.6
7.7       11.9     140.1     173.2      16.5     236.3      73.1      14.9
4.6       16.3      12.7     288.1       1.3      35.9      55.9      36.5
0.8        8.5      12.4      18.4      32.6      11.0       3.9       1.2
1.4     2450.6    2450.6
 12      307.1      31.7      49.9      29.2     126.0      78.5      44.1
40.2      123.4     194.3      91.6       0.0      68.5      23.2      50.5
11.5       15.0     111.3     157.8      24.2     477.6     147.7      30.1
8.7       25.2      18.9     582.3       2.7      72.5     112.9      73.7
1.7       17.2      25.0      37.1      66.0      22.2       7.9       2.5
2.9     3313.2    3313.2
 13      648.8      63.8      55.9      31.1     134.2     224.5      93.7
64.1       57.9      79.0      36.8      95.6       0.0     116.7     230.1
37.7       32.8      45.5      65.5      10.1     315.2     473.7     117.3
43.6      114.7      61.9     514.6      10.4      57.0      99.2      67.8
4.7       68.1      22.0      34.3      76.6      37.7      25.4       9.6
11.4    4288.9    4288.9
 14      828.7      81.4      65.6      33.5     144.4     460.1     163.7
81.0       62.3      83.2      29.8      73.7     264.5       0.0     471.6
77.3       63.8      43.7      51.2       7.9     245.8     585.7     240.5
89.4      235.1     126.8     494.7      21.2      54.4      95.3      68.7
5.9       139.5      21.2      38.6      94.4      46.7      45.1      19.7
23.4    5779.2    5779.2
 15     1448.6     146.5     113.2      35.2     147.4     797.2     356.7
140.9      65.6      87.1      29.1      55.7     176.7     159.8       0.0
```

367.2	300.6	45.4	41.8	5.8	166.9	391.2	360.4
298.5	1117.6	602.5	330.5	31.8	36.3	63.7	45.9
8.2	441.4	14.2	25.8	65.0	41.5	68.3	41.4
74.1	8745.5	8745.5					
16	590.9	72.7	46.0	12.8	39.5	213.2	196.9
60.2	23.9	30.6	7.8	14.4	32.9	29.8	417.5
0.0	167.0	15.9	11.2	1.5	36.9	72.9	68.0
56.3	392.6	334.8	61.9	6.0	6.8	11.9	8.5
1.5	83.3	2.7	4.8	12.2	7.8	12.9	7.8
14.0	3188.3	3188.3					
17	2192.2	496.8	193.7	47.1	120.4	375.2	1308.0
358.2	87.8	109.1	23.8	37.3	56.6	47.5	662.0
323.6	0.0	56.7	33.6	3.8	91.8	116.3	107.8
89.3	831.2	1119.9	121.2	9.5	14.3	23.4	15.6
2.4	132.1	5.2	8.3	19.7	12.4	20.4	12.4
22.2	9308.9	9308.9					
18	735.6	135.8	212.6	120.6	219.6	100.2	116.0
227.0	1464.9	1777.1	179.0	177.2	51.7	20.5	62.4
18.6	34.3	0.0	1633.6	57.1	456.9	141.3	28.8
8.4	37.2	31.7	605.9	2.5	101.5	123.7	76.7
1.7	16.5	27.0	38.6	68.6	23.1	7.9	2.4
2.8	9147.0	9147.0					
19	486.2	68.2	113.6	66.6	225.5	102.7	68.5
94.5	595.6	1004.0	236.5	265.2	78.2	26.9	63.9
15.1	23.0	1718.1	0.0	94.2	745.5	230.5	47.0
10.7	31.9	24.8	995.4	4.1	167.3	203.8	125.9
2.8	26.9	44.4	63.5	112.8	38.0	12.9	3.9
4.5	8243.1	8243.1					
20	136.9	17.0	28.1	16.4	56.2	35.0	19.7
22.5	92.6	156.2	58.7	105.8	31.2	10.7	22.8
5.1	6.7	153.0	245.2	0.0	297.4	92.0	18.8
4.3	11.4	8.4	402.9	1.7	68.4	82.8	51.0
1.1	10.7	18.0	25.7	45.6	15.4	5.2	1.6
1.8	2384.1	2384.1					
21	1465.1	144.0	195.9	114.8	494.9	392.1	211.5
161.5	484.7	763.4	360.1	935.8	426.2	146.5	293.9
57.5	72.0	546.7	868.0	133.3	0.0	1299.8	265.2
60.4	146.5	94.5	5125.5	23.4	638.3	994.0	648.5
14.6	151.5	220.5	326.8	580.6	195.6	69.7	21.8
25.4	19170.8	19170.8					
22	871.5	85.6	71.4	38.3	164.9	446.1	158.7
86.0	101.6	160.0	75.5	196.2	376.2	231.9	457.2
74.9	61.8	114.6	182.0	28.0	881.3	0.0	582.2
126.9	250.7	122.9	3340.4	89.5	252.4	643.7	556.3
52.9	541.2	161.3	343.1	866.1	428.0	287.8	84.0
90.8	13683.9	13683.9					
23	1305.0	127.9	102.9	41.4	178.4	725.2	258.0
127.3	77.0	107.5	47.0	122.3	326.8	295.5	1298.9
213.6	174.8	71.4	113.4	17.4	549.3	1777.4	0.0
650.3	1284.9	447.3	1182.4	366.9	129.3	227.9	185.0
94.1	2225.7	65.4	140.8	640.4	474.8	780.2	340.5
373.5	17667.6	17667.6					
24	320.5	32.5	25.1	7.8	32.9	176.4	79.2
31.2	14.6	19.3	6.7	16.1	57.7	52.2	495.9
81.6	66.8	10.1	11.9	1.8	57.6	179.3	299.7
0.0	491.4	171.1	123.9	26.4	13.5	23.9	18.6
6.8	367.7	5.5	11.5	46.1	34.5	56.7	34.5
61.7	3570.6	3570.6					
25	1276.9	160.9	99.3	27.7	91.1	490.9	436.2
131.6	51.6	66.2	18.0	34.4	108.8	98.4	1380.5
427.2	455.0	34.4	25.8	3.6	102.8	267.0	446.3
370.4	0.0	2586.7	206.8	39.4	22.7	39.8	28.9

```
10.1     979.7       8.9      17.2      76.7      82.3     135.2      91.8
164.4   11095.5   11095.5
 26     1335.5     197.4     104.2      28.5      84.8     454.2     522.1
147.7     53.2      68.2      16.7      30.8      70.1      63.4     889.3
434.7    737.2      35.4      23.9       3.1      78.9     155.2     190.2
157.9   3377.3       0.0     131.8      16.8      14.5      25.4      18.2
4.3      405.7       5.6      10.2      32.4      34.1      56.0      38.0
68.1    10121.0   10121.0
 27     1466.3     144.1     194.6     114.1     491.7     460.1     212.7
160.5    481.5     758.4     357.7     929.7     530.7     235.8     465.0
76.2      76.1     587.5     938.9     145.6    4176.4    4368.6     491.0
111.1    241.1     125.0       0.0      72.8    2161.5    5511.7    3619.1
79.5     440.2    1225.2    1824.0    3240.2    1091.8     326.0      94.1
73.9    38100.3   38100.4
 28       53.9       5.3       4.3       1.7       7.4      30.0      10.7
5.3        3.2       4.4       1.9       5.1      13.5      12.2      53.7
8.8        7.2       3.0       4.7       0.7      22.7     127.6     171.8
26.9      53.1      18.5      79.4       0.0       6.0      15.3      13.9
8.7      348.6       5.5      12.1      61.5      54.2      89.0      53.5
58.5    1463.4    1463.4
 29     151.5      14.9      20.3      11.9      51.2      43.3      21.9
16.7      51.9      86.8      37.5      96.8      50.7      21.8      42.9
7.0        7.6      83.5     133.9      21.0     434.6     271.1      44.9
10.2      22.2      11.5    1775.3       4.5       0.0     851.4     283.8
4.9       27.5     181.4     192.4     253.3      85.3      21.8       6.3
4.6     5460.2    5460.2
 30     266.0      26.1      35.3      20.7      89.2      82.8      38.6
29.1      87.4     138.7      64.9     168.7      95.6      42.5      83.7
13.7      13.7     116.1     186.0      29.2     757.9     786.6      88.4
20.0      43.4      22.5    5150.3      13.1     975.4       0.0    1377.1
19.5      79.4     881.2     934.9    1228.9     414.1      96.8      27.9
14.2    14559.7   14559.7
 31     170.8      16.8      22.5      13.2      56.9      58.8      24.9
18.6      55.8      87.8      41.4     107.7      62.3      30.5      60.2
9.9        9.1      68.0     108.7      16.9     483.7     646.8      71.6
15.3      31.3      16.2    3312.8      11.6     322.6    1366.0       0.0
21.1      70.5     348.9     751.0    1330.6     448.3     104.8      30.2
15.2    10439.6   10439.6
 32       37.6       3.7       3.0       1.5       6.4      20.8       7.4
3.7        4.4       7.0       3.3       8.5      14.3       9.1      37.3
6.1        5.0       5.4       8.6       1.3      38.3     204.6     119.3
18.7      36.9      12.8     243.2      23.6      18.5      65.4      71.3
0.0      152.9      38.7      93.5     505.5     279.3     288.5      83.1
41.9    2530.5    2530.5
 33     554.3      56.2      43.3      13.9      59.5     305.0     137.0
53.9      26.0      34.6      14.4      37.5     105.2      95.1     857.7
141.1    115.5      22.2      34.8       5.3     168.5     880.4    1189.6
430.2   1461.9     463.7     547.5     397.6      42.2     105.5      95.9
61.3       0.0      67.8     163.7     888.4    1016.1    1669.5    1134.3
2030.3  15527.2   15527.2
 34     101.7      10.0      13.5       7.9      34.1      31.9      14.8
11.1      33.4      53.0      24.8      64.5      36.7      16.4      32.3
5.3        5.3      43.2      69.2      10.8     289.7     337.7      44.0
8.0       16.8       8.7    1975.9       7.9     357.2    1514.8     633.6
19.7      92.1       0.0    4430.4    2610.6     879.6     202.0      58.2
29.4    14136.3   14136.3
 35     113.9      11.2      15.0       8.8      37.9      42.9      17.6
12.4      37.1      58.4      27.6      71.6      41.8      22.3      44.0
7.2        6.5      45.3      72.3      11.2     321.7     501.8      67.3
11.9      23.7      11.8    2203.1      12.3     270.8    1148.3     991.6
33.2     154.7    3113.8       0.0    4384.8    1477.4     339.3      97.8
49.3    15919.3   15919.3
```

```
 36     207.3      20.4      23.3      13.6      58.8     100.5      36.6
20.9      57.6      90.7      42.8     111.2      85.0      52.2     106.3
17.5      14.6      70.2     112.3      17.4     499.4    1209.9     287.3
45.3     104.3      34.5    3420.0      59.4     333.0    1410.2    1539.3
173.7     811.7    1756.1    4240.1       0.0    7754.0    1780.7     513.0
258.9   27489.9   27490.0
 37      61.6       6.1       5.4       3.1      13.2      31.3      11.2
6.1      12.2      19.2       9.1      23.6      26.4      16.3      44.8
7.4       6.0      14.9      23.8       3.7     105.8     377.2     140.6
22.4      71.7      22.8     724.7      33.9      70.6     298.8     326.2
61.8     593.7     372.1     898.5    4876.4       0.0    1302.5     383.8
192.8   11221.6   11221.6
 38     238.4      23.4      18.8       7.6      32.6     132.5      47.1
23.2      16.2      25.4      12.0      31.2      64.6      54.0     241.9
39.8      32.6      18.9      30.1       4.7     140.1     853.0     759.5
121.1     387.5     122.9     758.6     183.2      60.8     235.0     256.5
214.3    3207.1     285.7     689.8    3744.0    4282.1       0.0    2027.1
1023.0   20446.2   20446.2
 39      49.9       4.9       3.9       1.5       6.4      27.7      10.7
4.9       2.8       3.9       1.7       4.4      11.7      10.6      66.6
11.0       9.0       2.6       4.1       0.6      19.8     114.2     149.3
33.4     113.5      36.0     100.7      50.1       8.1      31.2      34.0
28.4     939.6      37.9      91.5     496.8     584.5     933.6       0.0
1040.3    5081.8    5081.8
 40     115.9      11.8       9.1       2.9      12.4      63.8      28.7
11.3       5.4       7.2       3.0       7.8      22.0      19.9     179.3
29.5      24.1       4.6       7.3       1.1      35.2     184.1     248.7
89.9     305.6      96.9     114.5      83.1       8.8      23.6      24.8
20.7    2529.4      27.6      66.7     361.8     423.1     679.9    1515.3
0.0    7406.9    7406.9
 41   39228.3    9570.5    7496.8    2771.3    7301.1   11592.5   11873.9
9367.0    9443.3   13003.9    3248.0    5583.4    4829.1    2898.6   13755.0
4106.4    5991.4   10523.2    8339.2     906.4   15830.0   19489.2    7808.5
3560.2   14467.7    9631.0   39416.5    1705.2    6888.7   16277.9   11870.5
989.5   15977.3    9195.1   15829.5   27393.8   20537.1    9643.5    6838.1
5928.1
 42   39228.3    9570.5    7496.9    2771.3    7301.1   11592.5   11873.9
9367.0    9443.3   13003.9    3248.0    5583.4    4829.1    2898.6   13755.1
4106.4    5991.4   10523.2    8339.2     906.4   15830.0   19489.2    7808.5
3560.2   14467.7    9631.0   39416.5    1705.2    6888.7   16277.9   11870.5
989.5   15977.2    9195.1   15829.5   27393.8   20537.1    9643.5    6838.1
5928.1
Trafic total =    441107.

         ---  *****  ---
ckod2=    2.53178E-05 ckod=    2.67445E-06 alpha=   -3.97895E-03
Rappel de Subroutine -- SP02: MOGET
Nb. centroides =  40
Nb. lignes lu dans le fichier socioeco=  40
se correspond !
N=  40
Bonne relation MOD-Socioeco. Rc=   0.732226
Relation MOD-Socioeco.
Nb. X=  5   Nb. serie=  40
Correlation, Standard deviation, Constante:
r0=    0.732 r1=   -2.418 r2=   -0.339 r3=    2.648 r4=   -1.049 r5=    1.568
Sd=    5927.53
a0= 17145.87 a1=   -26.75 a2=    -3.90 a3=    32.47 a4=   -23.42 a5=     7.54
toi(i)*nbct -- 8f9.1
  31331.7   5895.2   8706.1   2602.5   3311.9  13181.0  15954.0   9055.1
  16162.8  12965.1   2450.6   3313.2   4288.9   5779.2   8745.5   3188.3
   9308.9   9147.0   8243.1   2384.1  19170.8  13683.9  17667.6   3570.6
```

```
  11095.5  10121.0  38100.3   1463.4   5460.2  14559.7  10439.6   2530.5
  15527.2  14136.3  15919.3  27489.9  11221.6  20446.2   5081.8   7406.9
tdj(j)*nbct -- 8f9.1
  39228.3   9570.5   7496.8   2771.3   7301.1  11592.5  11873.9   9367.0
   9443.3  13003.9   3248.0   5583.4   4829.1   2898.6  13755.0   4106.4
   5991.4  10523.2   8339.2    906.4  15830.0  19489.2   7808.5   3560.2
  14467.7   9631.0  39416.5   1705.2   6888.7  16277.9  11870.5    989.5
  15977.3   9195.1  15829.5  27393.8  20537.1   9643.5   6838.1   5928.1
         ---  *****  ---
Rappel de Subroutine -- SP07: ARRET
Resultats:

Iteration  3: Estimation de la matrice
  0         1         2         3         4         5         6         7
8         9        10        11        12        13        14        15
16        17        18        19        20        21        22        23
24        25        26        27        28        29        30        31
32        33        34        35        36        37        38        39
40        41
  1       0.0    2523.1    2001.0     536.9    1394.0    2735.0    3541.7
2502.1    1001.2    1283.5     275.2     412.4     605.5     333.9    1712.3
617.8    1173.9     665.5     388.0      42.1    1009.5     923.6     413.3
228.0    1226.9    1067.0    1243.7      36.5     153.3     241.0     160.0
9.8     337.2      53.4      81.0     156.7      74.1      77.6      37.1
56.6   31331.7
  2    1837.1       0.0     427.3      71.0     111.7     195.4     771.5
883.5     147.0     142.5      27.9      30.8      43.4      23.9     132.9
61.9     217.6      85.2      39.5       3.8      72.4      66.3      29.7
17.9     126.0     131.4      89.2       2.6      11.0      17.3      11.5
0.7      26.5       3.8       5.8      11.2       5.3       5.6       2.7
4.4    5895.2
  3    2658.7     768.4       0.0     212.7     334.2     286.1     539.6
1028.7     409.3     426.8      83.7      86.8      69.1      35.1     178.4
64.0     152.2     241.2     118.2      11.2     174.2     102.3      43.2
23.8     127.0     111.3     212.3       3.8      26.4      41.2      26.9
1.0      35.1       9.1      13.5      24.1       8.8       8.1       3.9
5.9    8706.1
  4     600.1     108.8     181.2       0.0     166.9      76.3      96.9
145.7     197.5     213.1      41.8      43.4      32.6      15.5      47.5
15.1      28.7     116.6      59.0       5.6      87.0      47.3      15.6
6.4      30.0      25.8     106.0       1.4      13.2      20.6      13.4
0.5       9.8       4.6       6.8      12.0       4.3       2.9       1.3
1.6    2602.5
  5     769.5      85.2     141.6      83.0       0.0     159.6     108.0
113.8     154.3     206.3      70.7      93.0      69.9      33.2      99.4
23.4      36.4     107.6      99.4       9.5     186.5     101.5      33.4
13.4      49.7      38.7     227.3       2.9      28.3      44.1      28.8
1.0      20.7       9.8      14.5      25.8       9.2       6.3       2.7
3.5    3311.9
  6    3714.6     363.9     293.0      91.0     381.6       0.0     734.3
362.3     169.8     225.5      75.4     139.8     278.4     251.8    1285.3
302.5     275.9     117.6     108.3      14.3     357.6     616.6     312.0
171.2     640.8     496.4     536.8      27.5      59.2     103.4      72.3
7.3     253.1      23.0      40.6      99.4      49.1      58.5      28.0
42.5   13181.0
  7    5527.2    1507.0     585.5     124.1     298.6     807.9       0.0
1086.8     237.3     275.9      58.9      90.4     132.8      98.5     669.9
327.4    1151.8     149.2      83.3       9.2     221.3     241.3     126.2
90.4     666.9     695.5     273.3      11.1      33.6      53.0      35.2
2.9     133.7      11.7      18.3      39.8      19.3      23.7      12.5
22.4   15954.0
```

```
  8    2775.0    1308.0     870.3     144.6     227.3     296.0     824.1
0.0     382.1     315.0      56.9      59.2      66.5      36.2     185.0
70.6    232.4     221.0      83.2       7.6     121.6     101.4      44.7
24.7    143.2     142.5     148.3       3.9      18.5      28.8      18.8
1.1      36.6       6.4       9.5      17.5       8.1       8.4       4.0
6.1    9055.1
  9    2041.7     405.8     635.2     360.5     566.4     259.5     337.7
678.5      0.0    3586.5     343.3     334.8     110.8      52.6     161.6
51.4      97.5    2532.7     943.1      59.5     671.4     207.6      52.9
21.7     102.0      87.7     818.5       4.7     107.0     158.7     103.6
2.3       33.2      35.2      52.2      92.7      31.2      11.1       4.3
5.6    16162.8
 10    1513.4     248.0     413.1     239.5     485.0     221.2     231.9
366.9    2355.9       0.0     355.0     346.2      99.6      45.0     137.7
38.8      70.1    2058.5    1044.3      65.8     694.4     214.7      46.8
18.5      77.9      65.9     846.6       4.1     117.7     165.3     107.1
2.4       28.4      36.7      54.0      95.9      32.3      11.5       3.8
4.8    12965.1
 11     252.7      35.4      58.9      34.5     117.5      52.4      35.5
47.4     157.3     247.8       0.0     117.8      33.9      11.5      32.6
7.7      11.9     140.1     173.2      16.5     236.3      73.1      14.9
4.6      16.3      12.7     288.1       1.3      35.9      55.9      36.5
0.8       8.5      12.4      18.4      32.6      11.0       3.9       1.2
1.4    2450.6
 12     307.1      31.7      49.9      29.2     126.0      78.5      44.1
40.2     123.4     194.3      91.6       0.0      68.5      23.2      50.5
11.5      15.0     111.3     157.8      24.2     477.6     147.7      30.1
8.7       25.2      18.9     582.3       2.7      72.5     112.9      73.7
1.7       17.2      25.0      37.1      66.0      22.2       7.9       2.5
2.9    3313.2
 13     648.8      63.8      55.9      31.1     134.2     224.5      93.7
64.1      57.9      79.0      36.8      95.6       0.0     116.7     230.1
37.7      32.8      45.5      65.5      10.1     315.2     473.7     117.3
43.6     114.7      61.9     514.6      10.4      57.0      99.2      67.8
4.7       68.1      22.0      34.3      76.6      37.7      25.4       9.6
11.4   4288.9
 14     828.7      81.4      65.6      33.5     144.4     460.1     163.7
81.0      62.3      83.2      29.8      73.7     264.5       0.0     471.6
77.3      63.8      43.7      51.2       7.9     245.8     585.7     240.5
89.4     235.1     126.8     494.7      21.2      54.4      95.3      68.7
5.9      139.5      21.2      38.6      94.4      46.7      45.1      19.7
23.4   5779.2
 15    1448.6     146.5     113.2      35.2     147.4     797.2     356.7
140.9     65.6      87.1      29.1      55.7     176.7     159.8       0.0
367.2     300.6      45.4      41.8       5.8     166.9     391.2     360.4
298.5    1117.6     602.5     330.5      31.8      36.3      63.7      45.9
8.2      441.4      14.2      25.8      65.0      41.5      68.3      41.4
74.1   8745.5
 16     590.9      72.7      46.0      12.8      39.5     213.2     196.9
60.2      23.9      30.6       7.8      14.4      32.9      29.8     417.5
0.0      167.0      15.9      11.2       1.5      36.9      72.9      68.0
56.3     392.6     334.8      61.9       6.0       6.8      11.9       8.5
1.5       83.3       2.7       4.8      12.2       7.8      12.9       7.8
14.0   3188.3
 17    2192.2     496.8     193.7      47.1     120.4     375.2    1308.0
358.2     87.8     109.1      23.8      37.3      56.6      47.5     662.0
323.6      0.0      56.7      33.6       3.8      91.8     116.3     107.8
89.3     831.2    1119.9     121.2       9.5      14.3      23.4      15.6
2.4      132.1       5.2       8.3      19.7      12.4      20.4      12.4
22.2   9308.9
 18     735.6     135.8     212.6     120.6     219.6     100.2     116.0
227.0    1464.9    1777.1     179.0     177.2      51.7      20.5      62.4
```

```
18.6      34.3       0.0    1633.6      57.1     456.9     141.3      28.8
 8.4      37.2      31.7     605.9       2.5     101.5     123.7      76.7
 1.7      16.5      27.0      38.6      68.6      23.1       7.9       2.4
 2.8    9147.0
  19     486.2      68.2     113.6      66.6     225.5     102.7      68.5
94.5     595.6    1004.0     236.5     265.2      78.2      26.9      63.9
15.1      23.0    1718.1       0.0      94.2     745.5     230.5      47.0
10.7      31.9      24.8     995.4       4.1     167.3     203.8     125.9
 2.8      26.9      44.4      63.5     112.8      38.0      12.9       3.9
 4.5    8243.1
  20     136.9      17.0      28.1      16.4      56.2      35.0      19.7
22.5      92.6     156.2      58.7     105.8      31.2      10.7      22.8
 5.1       6.7     153.0     245.2       0.0     297.4      92.0      18.8
 4.3      11.4       8.4     402.9       1.7      68.4      82.8      51.0
 1.1      10.7      18.0      25.7      45.6      15.4       5.2       1.6
 1.8    2384.1
  21    1465.1     144.0     195.9     114.8     494.9     392.1     211.5
161.5     484.7     763.4     360.1     935.8     426.2     146.5     293.9
57.5      72.0     546.7     868.0     133.3       0.0    1299.8     265.2
60.4     146.5      94.5    5125.5      23.4     638.3     994.0     648.5
14.6     151.5     220.5     326.8     580.6     195.6      69.7      21.8
25.4   19170.8
  22     871.5      85.6      71.4      38.3     164.9     446.1     158.7
86.0     101.6     160.0      75.5     196.2     376.2     231.9     457.2
74.9      61.8     114.6     182.0      28.0     881.3       0.0     582.2
126.9    250.7     122.9    3340.4      89.5     252.4     643.7     556.3
52.9     541.2     161.3     343.1     866.1     428.0     287.8      84.0
90.8   13683.9
  23    1305.0     127.9     102.9      41.4     178.4     725.2     258.0
127.3     77.0     107.5      47.0     122.3     326.8     295.5    1298.9
213.6    174.8      71.4     113.4      17.4     549.3    1777.4       0.0
650.3   1284.9     447.3    1182.4     366.9     129.3     227.9     185.0
94.1    2225.7      65.4     140.8     640.4     474.8     780.2     340.5
373.5  17667.6
  24     320.5      32.5      25.1       7.8      32.9     176.4      79.2
31.2      14.6      19.3       6.7      16.1      57.7      52.2     495.9
81.6      66.8      10.1      11.9       1.8      57.6     179.3     299.7
 0.0     491.4     171.1     123.9      26.4      13.5      23.9      18.6
 6.8     367.7       5.5      11.5      46.1      34.5      56.7      34.5
61.7    3570.6
  25    1276.9     160.9      99.3      27.7      91.1     490.9     436.2
131.6     51.6      66.2      18.0      34.4     108.8      98.4    1380.5
427.2    455.0      34.4      25.8       3.6     102.8     267.0     446.3
370.4      0.0    2586.7     206.8      39.4      22.7      39.8      28.9
10.1     979.7       8.9      17.2      76.7      82.3     135.2      91.8
164.4  11095.5
  26    1335.5     197.4     104.2      28.5      84.8     454.2     522.1
147.7     53.2      68.2      16.7      30.8      70.1      63.4     889.3
434.7    737.2      35.4      23.9       3.1      78.9     155.2     190.2
157.9   3377.3       0.0     131.8      16.8      14.5      25.4      18.2
 4.3     405.7       5.6      10.2      32.4      34.1      56.0      38.0
68.1   10121.0
  27    1466.3     144.1     194.6     114.1     491.7     460.1     212.7
160.5     481.5     758.4     357.7     929.7     530.7     235.8     465.0
76.2      76.1     587.5     938.9     145.6    4176.4    4368.6     491.0
111.1     241.1     125.0       0.0      72.8    2161.5    5511.7    3619.1
79.5      440.2    1225.2    1824.0    3240.2    1091.8     326.0      94.1
73.9   38100.4
  28      53.9       5.3       4.3       1.7       7.4      30.0      10.7
 5.3       3.2       4.4       1.9       5.1      13.5      12.2      53.7
 8.8       7.2       3.0       4.7       0.7      22.7     127.6     171.8
26.9      53.1      18.5      79.4       0.0       6.0      15.3      13.9
```

```
8.7      348.6       5.5       12.1       61.5       54.2       89.0       53.5
58.5    1463.4
 29      151.5      14.9       20.3       11.9       51.2       43.3       21.9
16.7      51.9      86.8       37.5       96.8       50.7       21.8       42.9
7.0        7.6      83.5      133.9       21.0      434.6      271.1       44.9
10.2      22.2      11.5     1775.3        4.5        0.0      851.4      283.8
4.9       27.5     181.4      192.4      253.3       85.3       21.8        6.3
4.6     5460.2
 30      266.0      26.1       35.3       20.7       89.2       82.8       38.6
29.1      87.4     138.7       64.9      168.7       95.6       42.5       83.7
13.7      13.7     116.1      186.0       29.2      757.9      786.6       88.4
20.0      43.4      22.5     5150.3       13.1      975.4        0.0     1377.1
19.5      79.4     881.2      934.9     1228.9      414.1       96.8       27.9
14.2    14559.7
 31      170.8      16.8       22.5       13.2       56.9       58.8       24.9
18.6      55.8      87.8       41.4      107.7       62.3       30.5       60.2
9.9        9.1      68.0      108.7       16.9      483.7      646.8       71.6
15.3      31.3      16.2     3312.8       11.6      322.6     1366.0        0.0
21.1      70.5     348.9      751.0     1330.6      448.3      104.8       30.2
15.2    10439.6
 32       37.6       3.7        3.0        1.5        6.4       20.8        7.4
3.7        4.4       7.0        3.3        8.5       14.3        9.1       37.3
6.1        5.0       5.4        8.6        1.3       38.3      204.6      119.3
18.7      36.9      12.8      243.2       23.6       18.5       65.4       71.3
0.0      152.9      38.7       93.5      505.5      279.3      288.5       83.1
41.9    2530.5
 33      554.3      56.2       43.3       13.9       59.5      305.0      137.0
53.9      26.0      34.6       14.4       37.5      105.2       95.1      857.7
141.1     115.5      22.2       34.8        5.3      168.5      880.4     1189.6
430.2    1461.9     463.7      547.5      397.6       42.2      105.5       95.9
61.3        0.0      67.8      163.7      888.4     1016.1     1669.5     1134.3
2030.3  15527.2
 34      101.7      10.0       13.5        7.9       34.1       31.9       14.8
11.1      33.4      53.0       24.8       64.5       36.7       16.4       32.3
5.3        5.3      43.2       69.2       10.8      289.7      337.7       44.0
8.0       16.8       8.7     1975.9        7.9      357.2     1514.8      633.6
19.7      92.1        0.0     4430.4     2610.6      879.6      202.0       58.2
29.4    14136.3
 35      113.9      11.2       15.0        8.8       37.9       42.9       17.6
12.4      37.1      58.4       27.6       71.6       41.8       22.3       44.0
7.2        6.5      45.3       72.3       11.2      321.7      501.8       67.3
11.9      23.7      11.8     2203.1       12.3      270.8     1148.3      991.6
33.2     154.7     3113.8        0.0     4384.8     1477.4      339.3       97.8
49.3    15919.3
 36      207.3      20.4       23.3       13.6       58.8      100.5       36.6
20.9      57.6      90.7       42.8      111.2       85.0       52.2      106.3
17.5      14.6      70.2      112.3       17.4      499.4     1209.9      287.3
45.3     104.3      34.5     3420.0       59.4      333.0     1410.2     1539.3
173.7    811.7     1756.1     4240.1        0.0     7754.0     1780.7      513.0
258.9   27490.0
 37       61.6       6.1        5.4        3.1       13.2       31.3       11.2
6.1       12.2      19.2        9.1       23.6       26.4       16.3       44.8
7.4        6.0      14.9       23.8        3.7      105.8      377.2      140.6
22.4      71.7      22.8      724.7       33.9       70.6      298.8      326.2
61.8     593.7     372.1      898.5     4876.4        0.0     1302.5      383.8
192.8   11221.6
 38      238.4      23.4       18.8        7.6       32.6      132.5       47.1
23.2      16.2      25.4       12.0       31.2       64.6       54.0      241.9
39.8      32.6      18.9       30.1        4.7      140.1      853.0      759.5
121.1     387.5     122.9      758.6      183.2       60.8      235.0      256.5
214.3    3207.1     285.7      689.8     3744.0     4282.1        0.0     2027.1
1023.0  20446.2
```

```
 39      49.9       4.9       3.9       1.5       6.4      27.7      10.7
4.9       2.8       3.9       1.7       4.4      11.7      10.6      66.6
11.0       9.0       2.6       4.1       0.6      19.8     114.2     149.3
33.4     113.5      36.0     100.7      50.1       8.1      31.2      34.0
28.4     939.6      37.9      91.5     496.8     584.5     933.6       0.0
1040.3    5081.8
 40     115.9      11.8       9.1       2.9      12.4      63.8      28.7
11.3       5.4       7.2       3.0       7.8      22.0      19.9     179.3
29.5      24.1       4.6       7.3       1.1      35.2     184.1     248.7
89.9     305.6      96.9     114.5      83.1       8.8      23.6      24.8
20.7    2529.4      27.6      66.7     361.8     423.1     679.9    1515.3
0.0    7406.9
 41   39228.3    9570.5    7496.9    2771.3    7301.1   11592.5   11873.9
9367.0    9443.3   13003.9    3248.0    5583.4    4829.1    2898.6   13755.1
4106.4    5991.4   10523.2    8339.2     906.4   15830.0   19489.2    7808.5
3560.2   14467.7    9631.0   39416.5    1705.2    6888.7   16277.9   11870.5
989.5   15977.2    9195.1   15829.5   27393.8   20537.1    9643.5    6838.1
5928.1  441106.6
Trafic totalod =    441106.

Nb. total des compteurs sur le reseau=  888
Nb. total des compteurs  non utilises=  198
Nb. total des compteurs     presentes=  690
Nb. total des compteurs  non  ajustes=  633
Nb. total des compteurs       ajustes=  57
Comptage total calcule=    1.55080E+06
Comptage total    reel=    1.51675E+06
Trafic totaloi1=    441107.
Trafic totaloi2=    441107.
Trafic totalod =    441106.
ckod=    2.53178E-05
         ---  *****  ---
Thu Sep 10 09:22:16 MET DST 1992
Fichier des resultats = resurem107a08
         ---   Fin   ---
```

TA13 - LES PRINCIPAUX ARTICLES PUBLIES

TA13.01 - **Reconstitution de matrices origine-destination du trafic routier interurbain par les comptages et les simulations de circulation**
(Artes de la 6ième WCTR - World Conference for Transportation Research, 1992)

TA13.02 - **Calibrage autonome des modèles de demande de trafic**
(RTS - Recherche Transport Sécurité, Mars 1993)

TA13.03 - **Assigning Traffic to Interurban Networks by a Simulation of Traffic Flow and Traffic Counts**
(Soumis à Transportation Research, Février 1993)

TA13.01 - **Reconstitution de matrices origine-destination du trafic routier interurbain par les comptages et les simulations de circulation**

(Artes de la 6ième WCTR - World Conference for Transportation Research, 1992)

RESUME — Une nouvelle méthode a été développée pour reconstituer la matrice Origine-Destination de trafic interurbain à partir des comptages. Cette méthode, inspirée de la programmation dynamique et des théories des graphes, modélise les comportements des voyageurs d'une part, et tire avantage du calcul mathématique d'autre part. Le but de la fonction objectif est de minimiser la différence entre le comptage et la valeur estimée sur les compteurs. A partir de cela, tous les processus sont conçus d'une façon continue afin de garantir leur cohérence. La matrice O-D est d'abord initialisée à l'aide des données existantes, même si elles sont incomplètes, et en relation avec les caractéristiques socio-économiques des zones étudiées, puis désagrégée selon les motifs et les valeurs du temps des usagers, enfin affectée aux tronçons par les simulations de l'écoulement de trafic et les théories de graphe du réseau. Le coût généralisé, fondé sur les caractéristiques des usagers et des routes, est employé et actualisé pour chaque itération pendant le calcul. Ensuite, la fonction objectif est appliquée et le standard de convergence est examiné. La première estimation de la matrice est jugée par les caractéristiques socio-économiques et le cas échéant sert à calibrer le sous-modèle de l'initialisation de la matrice. Le calcul se poursuit avec cette nouvelle estimation de matrice et se termine dès que le standard de convergence est satisfait.

Chaque sous-modèle est indépendant et peut être intégré de façon modulaire dans l'ensemble du modèle selon le cas, ce qui, de plus, rend le modèle très souple.

Cette méthode a été calibrée et appliquée au réseau routier français et les premiers résultats ont montré que la matrice reconstituée est interprétable du point de vue mathématique et économique du réseau.

INTRODUCTION

Une matrice Origine-Destination de trafic révèle la répartition spatiale des déplacements. Elle évalue les mouvements du trafic, qualitatifs et quantitatifs, entre les différentes zones. C'est pour cette raison que la matrice O-D joue un rôle important dans les études de trafic et l'évaluation économique du réseau. En particulier, en ce qui concerne:

- la prévision de trafic,
- la planification et l'exploitation du réseau,
- le choix d'investissements,

la connaissance de la matrice O-D est impérative.

Il existe des méthodes d'estimation de ces matrices, pratiques et théoriques :

- celles dites pratiques : "Collage de papillons", "Relevé de numéros minéralogiques", "Photographies aériennes", et "Enquêtes à domicile",
- et celles dites théoriques : "Modèles gravitaires", "Approche par l'interaction", "Approche par l'entropie", "Modèles probabilistes", et "Régression linéaire".

Les méthodes pratiques sont coûteuses tant en main d'oeuvre qu'en traitement des données. Très souvent, les données sont incomplètes. C'est-à-dire qu'un grand nombre de paires O-D n'est pas observé. De plus, les données recouvertes partiellement, peuvent conduire à des informations O-D contradictoires. Le renouvellement et l'exploitation de ces matrices posent toujours des difficultés.

Pour avoir une matrice complète et consistante, les techniques d'estimation des matrices O-D sont utilisées. Bien que les hypothèses et les termes d'optimisation puissent différer, l'objectif pour atteindre la matrice de base (ou de référence) reste le même : trouver le "fitting optimal" entre les estimations et les données disponibles.

D'une part, les méthodes pratiques sont coûteuses. Leur validité est limitée dans le temps et l'espace, ce qui ne permet pas de mettre à jour des matrices O-D. D'autre part, les méthodes théoriques existantes ne donnent aucune garantie sur les résultats. C'est dans ce contexte qu'il faut développer un nouvel outil, qui permet à la fois de reconstituer la matrice O-D et de contrôler les résultats.

Les comptages sont les plus favorables pour ce rôle. Ils ne sont pas coûteux et sont aujourd'hui les moyens les plus utilisés (quasi-standardisés) pour l'acquisition des données routières.

1. ANALYSE DES APPROCHES D'ESTIMATION D'UNE MATRICE O-D

1.1. Equations fondamentales

Les équations fondamentales entre une matrice O-D et les comptages sont les suivantes:

$$R^{kl} = \sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{N}(P_{ij}^{kl} * T_{ij}) \qquad kl=1,2,\ldots,M \qquad \ldots(1)$$

où:
- T_{ij} --- trafic de i à j, i,j=1,2,...,N,
- R^{kl} --- trafic de comptage sur le tronçon kl,
- P^{kl}_{ij} --- pourcentage de T_{ij} passant par compteur kl,
- N --- nombre de centroïdes,
- M --- nombre de compteurs.

1.2. Données nécessaires

Dans l'équation (1), $\{R^{kl}\}$ (nombre: M) sont connus, mais $\{P^{kl}_{ij}\}$ (nombre: M*N*N) et $\{T_{ij}\}$ (nombre: N*N) sont inconnus. Dans la plupart des cas, M est inférieur (même fortement inférieur) à N*N. Donc on ne peut pas trouver la matrice $\{T_{ij}\}$ directement.

En plus, $\{P^{kl}_{ij}\}$ est liée étroitement à $\{T_{ij}\}$. En fait, il est clair que $\{P^{kl}_{ij}\}$ est la fonction de $\{T_{ij}\}$ et de graphe du réseau. Pour avoir une bonne $\{T_{ij}\}$, il faut aussi résoudre le problème de $\{P^{kl}_{ij}\}$.

1.3. Méthodes existantes pour résoudre le problème

Une analyse des méthodes existantes a été effectuée dans un rapport de stage [1][1]. D'après les premières conclusions de ce rapport, la méthode de l'entropie et celle du maximum de vraisemblance sont apparues comme les plus utilisées.

1.3.1. La méthode de l'entropie

L'introduction de l'entropie dans l'analyse du système de transport a été faite en premier par A.G.WILSON en 1973 [2]. Il a associé à la distribution T_{ij} le plus grand nombre de façons $S(W(T_{ij}))$ par lesquelles les individus peuvent produire la totalité de la distribution.

$$W(T_{ij}) = (T!)/(\prod_{ij} T_{ij}!)$$

$$\text{dont } T=\sum_{i=1}^{N} O_i = \sum_{j=1}^{N} D_j = \text{Nombre total de trajets}$$

En prenant T comme constante, WILSON utilise l'approximation de Stirling pour obtenir la fonction objectif approximative de ce type d'entropie. Donc on peut écrire :

$$\text{minimise} \sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{N} \ln(T_{ij}*\ln T_{ij}-T_{ij}) \qquad ...(2)$$

C'est dans ce contexte que L.G. WILLUMSEN a introduit en 1978 le modèle de Maximisation d'Entropie (M.E.) pour l'estimation de la matrice O-D à partir de comptages. En même temps, Van ZUYLEN [3] a conçu le modèle de Minimisation d'Information (M.I.) en incorporant l'information supplémentaire (une matrice a priori). Ces deux modèles sont équivalents [4].

L'intérêt de l'incorporation d'une matrice O-D a priori est qu'elle peut aboutir à une estimation de matrice plus réaliste. Donc la matrice O-D a priori joue un rôle important pour l'estimation de la matrice O-D actuelle [3].

Quant aux comptages, il faut noter, cependant, que chacun ajoute une contrainte pour l'estimation, contrainte qui se traduit par un multiplicateur Lagrangien supplémentaire, et par conséquent, par un coefficient de plus dans le modèle.

Formulations du modèle de M.I. : [4]

$$\text{Minimise} \sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{N} [T_{ij}*\ln(T_{ij}/T^{\dagger}_{ij})] \qquad ...(3)$$

$$\text{Soumise à: } R^{kl} = \sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{N} (P^{kl}_{ij} * T_{ij}) \qquad kl=1,2,\ldots,M \qquad ...(1)$$

où : $T^{\dagger}_{ij}$ = matrice O-D a priori,

[1] Les chiffres entre crochets se rapportent à la bibliographie .

si $T^{\dagger}_{ij}=1$, Equation (3) est équivalente à la formulation de ME.

T_{ij} = nombre de trajets de i à j (à estimer),

R^{kl} = contrainte kl (ex.: comptages),

P^{kl}_{ij} = fraction des trajets ij soumis à la contrainte R^{kl}, (ex: nombre de trajets qui utilise la relation kl)

La minimisation de l'information (3) soumise à la contrainte (1) donne une estimation pour T_{ij}. Cette solution peut être dérivée pour minimiser le Lagrangien (si les conditions de Kuhn-Tucher sont remplies) :

$$T_{ij}=T^{\dagger}_{ij}*X_0*\prod_{kl}X_{kl} \qquad \forall\ ij \qquad ...(4)$$

$$\text{où: } \ln(X_0)=-1,\ \ln(X_{kl})=\mu_{kl}*\sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{N}P^{kl}_{ij} \qquad ...(5)$$

$$\text{et } R^{kl}=\sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{N}(P^{kl}_{ij}*T_{ij}) \qquad kl=1,2,\ldots,M \qquad ...(1)$$

Ces trois équations (4), (5) et (1) permettent de calculer $\{T_{ij}\}$ à l'aide d'une méthode d'itération étant données $\{T^{\dagger}_{ij}\}$ et $\{P^{kl}_{ij}\}$. Comme tous les processus d'itération, les résultats sont obtenus quand le standard de convergence est satisfait.

Ces démarches ont été largement utilisées dans ce genre de méthode (voir la bibliographie de [1]), à noter que les $\{P^{kl}_{ij}\}$ ont été toujours supposées connues.

Avant d'entrer dans les détails de cette méthode d'Entropie, on voit déjà un premier problème. Ce problème est dû au fait que les $\{P^{kl}_{ij}\}$ ont été supposées connues et restent inchangées pendant les processus d'itération. Dans le paragraphe **1.2.**, on a indiqué que les $\{P^{kl}_{ij}\}$ sont fonction de $\{T_{ij}\}$ et du graphe du réseau et sont normalement le produit de l'étape d'affectation. En pratique, les $\{P^{kl}_{ij}\}$ ne sont pas toujours faciles à obtenir. En l'absence d'observations directes, un algorithme devait être utilisé. Donc cette supposition de la connaissance de $\{P^{kl}_{ij}\}$ est loin d'être réaliste et ne donne aucune garantie sur les résultats.

Quant aux modèles, il y a aussi quelques remarques à faire:

a). l'équation (3) n'est pas définie dans le cas où $T_{ij} = 0$. Donc toutes les relations de T_{ij} qui ne sont pas observées ne peuvent pas être utilisées dans le processus de l'estimation. Cela peut devenir un problème sérieux si une matrice observée a priori contenant, pour la plupart, la valeur zéro, est utilisée ,

b). si l'ensemble des contraintes dans l'équation (1) est inconsistant, alors, la solution produite par le modèle n'aura pas de sens ,

c). ces comptages sont utilisés pour ajuster les trafics des seules paires O-D observées. Toutes les autres paires O-D resteront inchangées.

Enfin rappelons que pour faire tourner ce modèle, trois sources principales de données y sont nécessaires (I) les comptages, qui doivent être consistants et bien distribués dans le réseau ; (II) la matrice O-D a priori, la meilleure possible ; (III) des matrices de fractions des trajets qui sont normalement le produit de l'étape d'affectation.

Ces modèles d'entropie semblent convenir spécialement pour actualiser une ancienne matrice O-D [Van ZUYLEN, 3].

1.3.2. La méthode du maximum de vraisemblance

Cette méthode consiste à maximiser la vraisemblance entre les données connues et la matrice $\{T_{ij}\}$ à estimer [5].

$$L(T^{\dagger}, V \mid T) = L(T^{\dagger} \mid T) * L(V \mid T)$$

où: $T^{\dagger}$ -- la matrice a priori, $\{T^{\dagger}_{ij}\}$,
V -- les comptages, $\{V_{ij}\}$,
T -- la matrice à estimer, $\{T_{ij}\}$.

$$\text{ou: } T^{ml} = \ln(L(T^{\dagger}, V \mid T)) = \max_{T \in S} \{\ln L(T^{\dagger} \mid T) + \ln L(V \mid T)\} \quad ...(6)$$

où: S -- l'ensemble de $\{T_{ij}\}$ possible.

Le calcul de T^{ml} dépend de la distribution des probabilités de T et V. On ne considère que l'échantillon constitué ici par hasard.

Le développement de ce modèle de vraisemblance conduit à des équations identiques à (4),(5) et (1), et la résolution de ces équations a besoin aussi d'une matrice a priori $\{T^{\dagger}ij\}$ et des matrices d'affectation $\{P^{kl}{}_{ij}\}$.

Les mêmes problèmes existent dans ce modèle comme dans l'entropie. Les $\{P^{kl}{}_{ij}\}$ et $\{T^{\dagger}ij\}$ sont supposées connues et restent inchangées pendant le calcul.

2. DEVELOPPEMENT D'UNE NOUVELLE METHODE "REMODE"

Les paragraphes précédents ont montré les équations fondamentales et les méthodes existantes pour résoudre le problème. Dans ce paragraphe, nous allons analyser tous ces processus et tenter de proposer les démarches nécessaires et faisables pour résoudre les questions que soulèvent ces méthodes afin d'établir une nouvelle méthode **REMODE** (REconstitution d'une Matrice Origine-DEstination).

2.1. Synthèse du problème

Le problème posé est de reconstituer la matrice O-D par les comptages, et il est très clairement présenté par l'équation (1):

$$R^{kl} = \sum_{i=1}^{N} \sum_{j=1}^{N} (P^{kl}_{ij} * T_{ij}) \qquad kl=1,2,\ldots,M \qquad ...(1)$$

La résolution de ce problème conduit à deux méthodes: méthode de l'entropie et méthode de vraisemblance. Ces méthodes ont demandé toutes deux une matrice a priori et des matrices de fraction de trajets $\{P^{kl}{}_{ij}\}$.

Ces deux conditions prédéfinies sont trop simplifiées et ne présentent aucune garantie de bons résultats, parce que les $\{P^{kl}{}_{ij}\}$ sont la fonction des $\{T_{ij}\}$ inconnues et le produit de l'étape d'affectation. De plus, la matrice a priori $\{T^{\dagger}ij\}$ n'est pas facile à obtenir non plus. Toute erreur dans la matrice $\{T^{\dagger}ij\}$ peut conduire à des résultats erronés. Il a été établi que "la précision des résultats d'estimations est extrêmement sensible à la matrice a priori" (NGUYEN, 1982) [SPIESS, 6].

2.2. Fonction objectif

La synthèse précédente montre qu'une bonne résolution du problème sollicite les modélisations des matrices $\{Tij\}$ et $\{P^{kl}{}_{ij}\}$.

La fonction objectif du modèle **REMODE** consiste à minimiser la différence entre le comptage et la valeur reconstituée sur tous les compteurs.

Elle peut donc être exprimée comme ci-dessous:

$$\text{Min } Z = \text{Min } \left(\sum_{kl=1}^{M} | R_e^{kl} - R_m^{kl} | \right) \qquad ...(7)$$

$$\text{Soumise à: } R_e^{kl} = \sum_{i=1}^{N} \sum_{j=1}^{N} (P_{ij}^{kl} * T_{ij}) \qquad kl=1,2,\ldots,M \qquad ...(8)$$

où: R^{kl}_e = trafic estimé sur le compteur kl,
R^{kl}_m = trafic mesuré sur le compteur kl,
P^{kl}_{ij} = pourcentage de T_{ij} passant par le compteur kl.

Il est évident que la fonction objectif dépend non seulement de T_{ij}, mais aussi de P^{kl}_{ij}. C'est à partir de ce point essentiel qu'on déduit que les P^{kl}_{ij} doivent être des variables comme les T_{ij} pendant les processus de résolution.

Notons que T_{ij} n'est plus une valeur prédéterminée d'une matrice O-D a priori, mais sera initialisée par un sous-modèle (voir 2.3.3. ci-dessous) fondé sur les caractéristiques socio-économiques. La fonction objectif a donc non seulement un sens mathématique mais aussi celui de l'économie.

Le développement de la fonction objectif est reporté au paragraphe **2.4.** après l'introduction de l'initialisation du trafic.

2.3. Modélisation des processus

La résolution de P^{kl}_{ij} demande une simulation de l'écoulement de circulation. Il faut donc développer une série de méthodes: recherche des plus courts chemins, désagrégation des déplacements, etc. La prédétermination de P^{kl}_{ij} par d'autres méthodes exogènes conduit à des résultats statiques et ne satisfait pas la fonction objectif (7).

En fait, la relation entre T_{ij} et les comptages n'est pas directe. Elle est décrite par l'intermédiaire de différentes étapes: composition du trafic, établissement du réseau, écoulement du trafic, etc. Une bonne reconstitution sans connaissance de ces étapes n'aura pas de sens.

2.3.1. Désagrégation des déplacements

La résolution de P^{kl}_{ij} demande des affectations fines des déplacements. Dans ce cas, les déplacements trop agrégés ne conduiront pas à de bons résultats.

Nous avons désagrégé les déplacements selon les motifs et les valeurs du temps de chaque motif. Grâce à la connaissance des partages entre les différents motifs, les désagrégations par motif ne posent pas de problèmes particuliers.

La désagrégation des déplacements pour un motif donné est un peu plus complexe. Nous faisons l'hypothèse que les valeurs du temps des voyageurs pour chaque motif suivent une loi log-normale. Nous obtenons ainsi les différentes tranches des déplacements selon la finesse souhaitée.

Nous avons donc un certain nombre de segments des déplacements. En simulant de l'écoulement de circulation, nous ne connaissons pas la priorité d'un segment particulier à se déplacer. Tous les segments de déplacements seront donc réorganisés selon une loi aléatoire.

2.3.2. Etablissement du réseau

Un réseau routier est nécessaire pour la modélisation. Ce fichier du réseau devait comporter le numéro de la zone étudiée, le type (ou éventuellement la largeur, la rampe et la capacité), les coordonnées et les intitulés de ses deux extrémités (noeuds), la longueur de chaque route.

L'échelle du réseau dépendra du niveau d'étude. Pour une étude du trafic national, le réseau sera composé de routes nationales et autoroutes, et quelques routes départementales si nécessaire.

Dans le cas où plusieurs routes relient deux noeuds, le programme crée un noeud ou un itinéraire fictif pour éliminer cette ambigüité.

2.3.3. Initialisation du trafic

Cette initialisation du trafic par O-D est fondée sur les indicateurs socio-économiques des zones étudiées, avec l'aide d'un modèle de génération-distribution. Le calibrage de ce modèle se fait à partir de certaines O-D connues et plus tard par le programme lui-même pendant le calcul.

Le modèle d'initialisation de matrice {Tij } est comme suit:

$$T_{ij} = K * E_i * A_j * F_{ij} * U_{ij} \qquad ...(9)$$

où:
- K -- constante,
- E_i -- émission de zone i,
- A_j -- attraction de zone j,
- F_{ij} -- facteur de séparation entre i et j, fonction du réseau et d'effet de l'offre,
- U_{ij} -- coefficient au niveau d'usager, en fonction du revenu, de la profession (formation), du PIB et de l'intérêt touristique des zones i et j.

La matrice ainsi initialisée reflète notre connaissance primaire. Elle a au moins un sens économétrique. En effet, elle sera reconstituée par la fonction objectif.

2.3.4. Calcul des coûts généralisés

Le coût généralisé est un paramètre important, car il est relié à la fois aux usagers et à l'offre. Il est donc fonction de la valeur du temps de l'usager, du type et de la géométrie de la route.

La formule pour ce coût généralisé est donnée comme suit:

$$G(i,l)=v(l)*t(i)+(Cc+Cp+Ce+Cm)*d(i)$$

où:
- $G(i,l)$ = Coût généralisé du tronçon i pour l'usager l,
- $v(l)$ = valeur du temps de l'usager l,
- $t(i)$ = temps de parcours sur tronçon i,
- $d(i)$ = longueur du tronçon i,
- Cc = consommation du carburant sur i,
- Cp = péage sur i,
- Ce = frais d'usure et d'entretien du véhicule,
- Cm = malus d'inconfort.

Le temps de parcours est fondé sur une lois temps-débit, et sera actualisé après chaque chargement du réseau.

2.3.5. Recherche des plus courts chemins

La recherche des plus courts chemins est déduite d'un algorithme de la théorie des graphes. Nous pouvons réaliser cette recherche pour une paire O-D ou pour l'ensemble des O-D selon le cas.

Le critère de recherche peut être le temps de parcours, la longueur ou le coût généralisé. Le plus souvent, nous utilisons le coût généralisé.

Notons que la recherche des plus courts chemins est effectuée pour chaque chargement du réseau.

2.3.6. Simulation de l'écoulement du trafic

Deux hypothèses ont été faites pour assimiler l'écoulement de circulation du trafic:

1. les voyageurs prennent les chemins du moindre coût généralisé,
2. en cas d'encombrements, les voyageurs prennent des itinéraires de délestage.

Ces deux hypothèses sont en harmonie avec les hypothèses faites pour les désagrégations de déplacements. En fait, une désagrégation assez fine de déplacements supporte bien ces hypothèses.

Un autre point important est que l'attribution d'une paire O-D est choisie par le processus aléatoire, ce qui approche l'incertitude des comportements des voyageurs et est tout à fait contraire à la méthode traditionnelle qui attribue les O-D par un simple ordre incrémental d'itération.

2.3.7. Reconstitution du trafic

Les processus de recherche des plus courts chemins et des simulations du trafic se répètent plusieurs fois selon le nombre de segments des déplacements. Pendant ces processus, les coûts généralisés changent en fonction des nouveaux états du trafic.

Après tous les chargements du réseau, la fonction objectif est employée. Elle examine l'écart de chaque compteur, et ensuite déforme la matrice des T_{ij} et P^{kl}_{ij}.

La nouvelle matrice sera jugée par une analyse de corrélation avec les indicateurs socio-économiques des zones étudiées. Une bonne corrélation conduit les processus à la phase suivante et la matrice sert à calibrer les modèles de l'initialisation.

2.4. Réalisation informatique

Ce modèle **REMODE** est donc constitué de processus différents mais cohérents car tous ses sous-modèles ont été écrits de façon continue.

Chaque sous-modèle (modules) est donc un sous-programme. Chaque module est indépendant, mais peut tourner interactivement avec les autres. Cela confère une grande souplesse au modèle.

Une telle tâche ne pourra pas aboutir sans avoir recours aux outils informatiques.

2.4.1. Développement des équations

La fonction objectif et l'initialisation de la matrice permettent de développer l'ensemble des équations mathématiques.

Combinons les équations (7), (8) et (9) et faisons les dérivées de Z sur E_i , A_j , F_{ij} , U_{ij} , K et P^{kl}_{ij}. Nous obtenons une série d'équations. Elles sont assez complexes et ne présentent pas de grand intérêt à 'être reproduites ici.

La résolution de ces équations se fait par itération.

2.4.2. Diagramme des processus

Le diagramme de résolution de toutes ces équations est présenté dans la **Figure 1.**

Notons que les critères d'arrêt sont la précision souhaitée des résultats et le nombre d'itérations maximal du programme. Si ces critères sont satisfaits, le programme s'arrête. Sinon, l'itération continue avec la nouvelle matrice calculée et les nouveaux chemins de parcours.

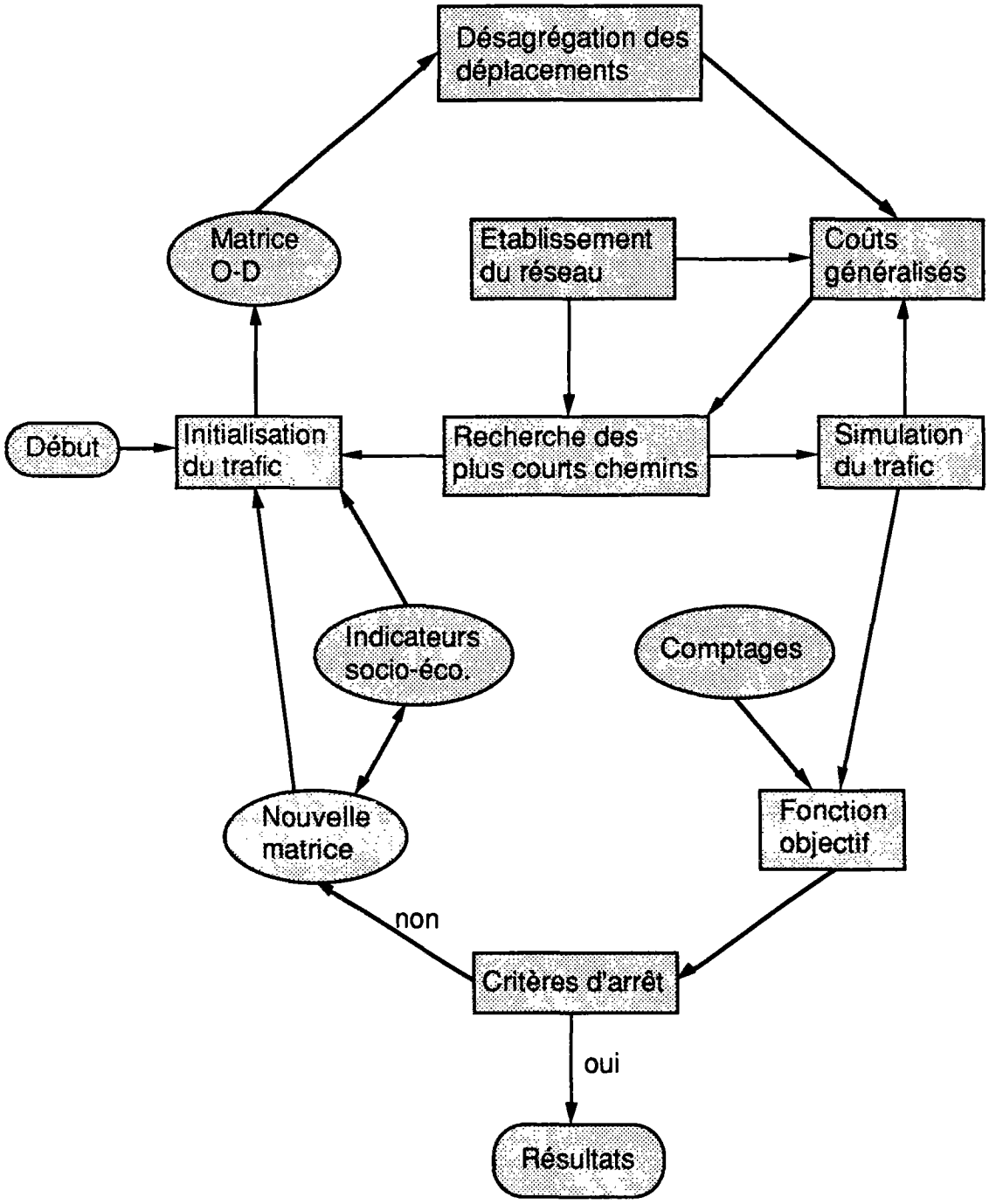
2.4.3. Résultats provisoires du modèle

Le modèle **REMODE** donne une matrice O-D reconstituée et les trafics O-D décomposés d'un comptage.

Les résultats provisoires montent déjà quelques points intéressants:

1. Le trafic total correspond à peu près au chiffre statistique et reste stable pendant les itérations;
2. Les compteurs retrouvés par la méthode d'affectation sont autour de 85%, dont 95% ont été bien "réconciliés";
3. Les trafics O-D sont interprétables du point de vue socio-économique routier.

Figure 1 - Diagramme du modèle REMODE



3. CONCLUSION

Une nouvelle méthode a été développée pour reconstituer une matrice O-D à partir des comptages. Cette méthode, par rapport aux méthodes existantes, ne demande pas une matrice a priori et des matrices de fraction de trajets. En effet, elles sont modélisées et deviennent une partie intégrante de la méthode développée.

Cette conception rend la méthode beaucoup plus complète et souple. Les modélisations de la matrice O-D a priori et des matrices de fraction permettent de décrire tous les processus de façon continue, ce qui nous offre des résultats plus réalistes.

La modélisation de tous les processus et surtout leur calibrage quasi autonome ouvre une voie intéressante dans les domaines du transport.

Les premiers résultats de l'application sur le réseau français ont montré que la matrice reconstituée est interprétable des points de vue mathématique et économique du réseau.

4. BIBLIOGRAPHIE

1. CHEN Y.S., "Analyse des modèles existants de génération-distribution pour la reconstitution d'une matrice O-D de trafic routier Origine-Destination". Rapport de Stage, INRETS, Décembre 1990.
2. WILSON A.G., "A statistical theory of spatial distribution models". Transp. Res. Vol. 1, pp.253-269, 1967
3. VAN ZUYLEN H.J., "A method to estimate a trip matrix from traffic volume counts". PTRC, Proceedings, pp.305-311, 1978
4. HAMERSLAG Rudi and IMMERS H.Ben, "Estimation of trip matrices: Shortcomings and possibilities for improvement". Transp. Res. Rec. 1203, pp.27-39, 1988
5. CASCCETTA Ennio and NGUYEN Sang, "A unified framwork for estimating or updating Origine/Destination Matrices from traffic counts". Transp. Res. -B, Vol. 22B No.6, pp.437-455, 1988
6. SPIESS Heinz, "A maximum likelihood model for estimating Origine-Destination matrices". Transp. Res. -B, Vol. 21B No.5, pp.395-412, 1987
7. NGUYEN Sang, "Estimating Origine-Destination matrices from observed flows". Amalfi, Italy, October, 1982

TA13.02 - **Calibrage autonome des modèles de demande de trafic**
(Recherche Transport Sécurité, Mars 1993)

RESUME : Dans le domaine de la modélisation de trafic, le calibrage des modèles pose souvent des problèmes sérieux. D'une part, le calibrage demande un lourd travail ; d'autre part, les données sont souvent incomplètes ou peu fiables. L'utilisation de ces données peut conduire à des erreurs.

Au cours des travaux de thèse[1], une nouvelle méthode a été développée en utilisant des données indirectes mais courantes. Cette méthode est inspirée de la méthode du "maximum de vraisemblance". Une fonction exprime la différence entre une estimation initiale et des résultats issus des observations. La minimisation de cette fonction implique que l'estimation initiale fondée sur des enquêtes partielles peut être améliorée au fur et à la mesure des itérations. Le calcul de cette fonction est fondé sur des processus continus, qui décrivent le système "voyageur-véhicule-route", c'est à dire l'action des lois de l'offre et de la demande. Le calibrage initial évolue jusqu'il devienne cohérent avec les données observées.

Les modèles présentés dans l'article sont ceux de génération, de distribution et d'affectation du trafic routier. Ils sont calibrés en même temps et sur les mêmes données de comptages, ce qui garantit la totale cohérence entre eux et ce qui rend la procédure robuste face à des données incomplètes ou peu fiables.

[1] Thèse de doctorat de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, sous la responsabilité de M. DOBIAS et avec le suivi permanent de M. MORELLET.

CALIBRAGE AUTONOME DES MODELES DE DEMANDE DE TRAFIC

INTRODUCTION

Les études de prévision de trafic sont généralement complexes en raison du grand nombre de variables à expliquer, de la multiplicité des paramètres susceptibles d'intervenir et de l'absence de "lois" physiques régissant les phénomènes clairement établies.

Face à cette difficulté, de nombreuses études ont été entreprises pour modéliser ce monde de trafic. La modélisation, en tant que représentation schématique d'un système, permet d'une part d'en décrire simplement les structures et les propriétés, d'autre part d'analyser les effets consécutifs à des modifications internes ou externes.

Dans le domaine des transport, les modèles sont des représentations abstraites de la réalité, faisant appel à des hypothèses socio-économiques, et ils peuvent être décrits en termes de fonctions mathématiques ou d'algorithmes.

Tous les modèles, que ce soient les modèles de l'offre ou les modèles de la demande, doivent être capables de reproduire ou d'approcher les "réalités". Cela exige que ces modèles doivent être fondés et calibrés sur les données existantes.

Le problème est que ces données sont souvent très limitées et même indisponibles. Par exemple, pour établir une matrice origine-destination sur 20 zones, il faut compter 400 trafics inter-zonaux différents. Supposons que nous utilisons les enquêtes par relevé de numéros minéralogiques des véhicules pour déterminer cette matrice et un poste pour enquêter un trafic o-d. Selon le SETRA [Mai 1992], le coût de cette enquête par poste pendant une journée est de 5 KF. Pour une matrice o-d de 20 zones, les 400 cases coûtent 2 millions de francs par jour. C'est trop coûteux, même sans parler de l'exploitation délicate des résultats et des problèmes de redressement et de fiabilité.

Certes, pour calibrer un modèle d'une matrice o-d, il n'est pas nécessaire de fournir une matrice complète. Une matrice partielle peut être suffisante du point de vue strictement mathématique. Cela permet de faire économie sur le recueil de données mais peut détériorer les résultats. C'est le cas lorsque les structures de trafic sont différentes d'une zone à l'autre. Une matrice partielle ne peut pas être totalement représentative de l'ensemble de la situation.

Le calibrage est certes nécessaire pour un modèle de trafic, mais les données directes sont rarement connues ou fiables. C'est dans ce contexte qu'une nouvelle méthode a été

développée. Les deux idées originales de cette méthode sont d'éviter les calculs trop compliqués qui peuvent amplifier l'incohérence possible dans les données (toutes les données d'enquêtes sont limitées dans le temps et l'espace), et de se caler dans le même temps à la fois sur les données et les modèles, ce qui rend les résultats interprétables non seulement du point de vue mathématique, mais aussi de celui socio-économique du transport. La méthode est donc particulièrement intéressante pour un modèle complet régissant en même temps l'offre et la demande. Elle se situe à mi-chemin entre les méthodes qui font principalement confiance aux données et celles qui font confiance aux modèles.

1. LES METHODES COURAMMENT UTILISEES POUR LE CALIBRAGE

1.1 - Définition des modèles de trafic

Dans une étude de trafic, la superficie étudiée est souvent divisée en zones qui génèrent un trafic significatif et qui sont composées de générateurs ou attracteurs élémentaires de déplacements. Par simplification, chaque zone peut être assimilée à un "centroïde" unique. Les modèles de demande décrivent et prévoient plus particulièrement les flux de trafics globaux entre deux zones géographiques. Ils affectent ensuite des parties de ces flux aux différents modes intervenant sur la liaison. Lorsque les zones géographiques sont nombreuses, une dernière partie est réservée à l'affectation de ces flux sur l'ensemble du réseau. C'est ainsi que quatre étapes successives peuvent être distinguées :

- la génération de trafic qui a pour objet le calcul du nombre de déplacements effectués (émis ou reçus) dans une zone ;
- la distribution de trafic qui correspond à la répartition spatiale de ces déplacements entre deux zones ;
- le choix modal qui permet d'affecter ces déplacements aux divers modes en présence ;
- l'affectation sur le réseau qui consiste à répartir le flux par mode de façon réaliste sur les différents itinéraires possibles entre ces deux zones.

1.2 - Les méthodes existantes du calibrage

La méthode la plus souvent utilisée est celle des "moindres carrés". Elle est souvent employée dans le contexte où les données disponibles sont incomplètes.

La fonction objectif de cette méthode consiste à minimiser la somme des erreurs d'estimation pour obtenir de meilleurs résultats.

Prenons l'exemple du calibrage du modèle de distribution : il s'agit d'estimer une matrice o-d. Pour cet exemple, les données utilisées dans cette méthode sont généralement les suivantes :

(a) les indicateurs socio-économiques de chaque zone d'origine i et de chaque zone de destination j, notés A_i et B_j ,

(b) les séparations entre zone i et zone j, D_{ij}, qui peuvent être simplement les temps de parcours,

(c) les flux observés entre certaines zones T^0_{ij} .

La fonction de demande peut être écrite comme la suivante :

$$T^0_{ij} = f(A_i, B_j, D_{ij}, ß) + \varepsilon_{ij} \qquad (1)$$

où : ß — l'ensemble de paramètres à déterminer,
ε_{ij} — terme d'erreur.

La fonction objectif peut être exprimée comme suit :

$$\text{Min } Z(T,\beta) = \sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{N}[T^0_{ij} - f(A_i, B_j, D_{ij}, \beta)]^2 \qquad (2)$$

La résolution de cette fonction revient à la régression simple entre T^0_{ij} et (A_i, B_j, D_{ij}). Les paramètres ß sont donc faciles à déterminer.

Les avantages de cette approche de régression sont les suivants :

(a) les données incomplètes ou agrégées peuvent être utilisées ;

(b) les formulations sont flexibles ;

(c) l'analyse des résidus de la régression permet de contrôler la qualité de l'ajustement.

Lorsque les flux T^0_{ij} ne sont pas directement observés, on doit estimer la matrice o-d (T^0_{ij}) avant calibrer les modèles. Cette estimation de la matrice est souvent faite à partir de comptages, qui paraissent comme les données les plus appropriées dans ce domaine.

WILLUMSEN [1978] a comparé différentes sortes de méthodes. Il a ensuite classé le calibrage des modèles par les équations communes comme suit :

(a) T_{ij} suit une loi gravitaire :

$$T_{ij} = K * A_i * B_j * D^c_{ij} \qquad (3)$$

où: K -- coefficient,
A_i -- population ou emploi dans la zone i,
B_j -- population ou emploi dans la zone j,
D_{ij} -- distance ou temps de parcours entre i et j,
c -- exposant.

(b) La relation entre les comptages et une matrice o-d (distribution) ainsi que l'affectation du trafic est la suivante :

$$R_e^{kl} = \sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{N}(P_{ij}^{kl} * T_{ij}) \qquad kl=1,2,\ldots,M \qquad (4)$$

où : T_{ij} = trafic de i à j, i, j=1, 2,..., N,
R_e^{kl} = trafic estimé sur l'arc *ab* équipé d'un compteur kl,
P^{kl}_{ij} = pourcentage de T_{ij} passant par l'arc *ab* équipé d'un compteur kl,
N = nombre de centroïdes,
M = nombre de compteurs.

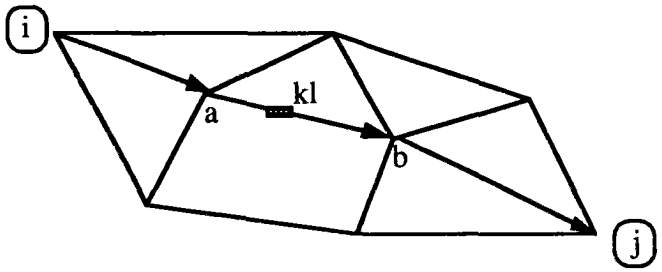


Figure 1 - Représentation de l'équation fondamentale

(c) La différence entre les comptages mesurés et estimés est minimisée.

$$\text{Min } [R^{kl} - \sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{N}(P_{ij}^{kl} * T_{ij})]^2 \qquad (5)$$

Les méthodes de résolution de ces trois équations diffèrent ensuite par les trois aspects : (a) le nombre de variables indépendantes ; (b) la forme de la fonction D^c_{ij} ; (c) le type d'affectation. Nous allons présenter les principales méthodes existantes.

1.2.1 - Solution par la régression linéaire

Cette méthode suppose qu'il n'y ait qu'une seule variable K dans l'équation (3). C'est dire que l'exposant c dans D^c_{ij} et l'affectation P^{kl}_{ij} soient connus,. c étant une valeur négative (e. g. : -2) et P^{kl}_{ij} étant donné souvent par l'affectation de 'tout-ou-rien' (1 ou 0). Sous ces simplifications, les équations ci-dessus deviennent linéaires. La résolution de K ne pose pas de problème particulier.

1.2.2 - Solution par la régression non-linéaire

En fait, les temps de parcours ou coûts D_{ij} évoluent en fonction du trafic sur le réseau. Les équations ci-dessus deviennent donc non-linéaires.

Pour résoudre ce problème, une relation entre D_{ij} et T_{ij} doit être établie. Cette relation prend souvent une forme de "débit-vitesse". En plus, l'affectation de 'tout-ou-rien' ne peut plus être utilisée.

L'affectation proportionnelle, appelée également "méthode des potentiels" [MORELLET, 1980], calculant la répartition du trafic d'une relation entre les itinéraires selon les coûts de voyages, peut être utilisée dans ce cas là :

$$P(i) = D(i)^{-a} / (\sum_{j=1}^{n} D(j)^{-a}) \qquad (6)$$

où : P(i) = la proportion de trafic affecté sur l'itinéraire i,
D(i) = le coût (e. g. : temps de parcours) sur l'itinéraire i calculé en moyenne sur l'ensemble des voyageurs de la relation (que ceux-ci prennent ou non l'itinéraire i),
j = tous les itinéraires possibles (n) pour la relation,
a = un exposant de valeur fixe.

Le processus est itératif, à partir d'une situation initiale (P(i)=1/n) avant le calcul des coûts, on recalcule, à chaque itération, les coûts D(i) en fonction des trafics au moyen de courbes débits-vitesse de façon à approcher de la solution des équations ci-dessus.

NGUYEN [1977] calcule l'affectation en utilisant les deux principes de **WARDROP** [1952][1]. En fait, les deux principes correspondent à des problèmes de programmation non-

[1] En 1952, **WARDROP** a défini deux principes d'affectation, généralement exclusifs l'un de l'autre.
- Premier principe : pour chaque relation origine-destination (relation O-D), les temps de parcours sur tous les itinéraires effectivement utilisés sont égaux entre eux, et inférieur (ou égaux) à ceux que ressentirait un véhicule sur toute route non utilisée.
- Deuxième principe : la somme des temps de parcours est minimale.

linéaire (PNL), très difficiles à résoudre. Une méthode de linéarisation doit être utilisée pour trouver une solution.

Dans ces conditions, **NGUYEN** a traité deux cas extrêmes : l'un correspondant à des comptages cohérents et disponibles sur tous les arcs ; l'autre correspondant à des coûts connus de toutes les paires o-d, les comptages n'étant alors pas explicitement sollicités. Le cas correspondant à des comptages partiels et éventuellement peu fiables n'est pas traité.

1.2.3 - Solution par l'entropie

L'introduction de l'entropie dans l'analyse du système de transport a été faite en premier par **A.G. WILSON** en 1967. Il a associé à la distribution T_{ij} le plus grand nombre de façons $W(T_{ij})$ grâce auxquelles les individus peuvent produire la totalité de la distribution. Le problème peut être écrit comme suit :

$$\text{minimise} \sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{N} \ln(T_{ij}*\ln T_{ij}-T_{ij}) \qquad (7)$$

L.G. WILLUMSEN [1978] a introduit le modèle de Maximisation d'Entropie (M.E.) pour l'estimation de la matrice O-D à partir de comptages. En même temps, **Van ZUYLEN** [1977] a conçu le modèle de Minimisation d'Information (M.I.) en incorporant l'information supplémentaire disponible (une matrice a priori). Ces deux modèles sont équivalents [HAMERSLAG, BELL]. La seule différence entre eux est que le modèle de M.I. utilise quelques informations initiales sur la matrice probable (e. g. : matrice o-d a priori). le modèle de M.I. est donc une généralisation du modèle de M.E.. En outre, il peut être vu intuitivement qu'un état du maximum de désordre est aussi celui contenant un minimum d'information [WILLUMSEN].

L'incorporation d'une matrice O-D a priori permet d'aboutir à une estimation nettement plus réaliste. Donc la matrice O-D a priori joue un rôle important pour l'estimation de la matrice O-D actuelle.

Selon la théorie de Minimisation d'Information [ZUYLEN, HAMERSLAG et al.], la matrice la probable T_{ij} satisfait l'équation suivante :

$$L = \text{Minimise} \sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{N} [T_{ij}*\ln(T_{ij}/T_{ij}^{\dagger})] \qquad (8)$$

$$\text{Soumise à: } R^{kl} = \sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{N}(P_{ij}^{kl} * T_{ij}) \qquad kl=1,2,\ldots,M \qquad (9)$$

où : L = "distance" entre matrices,

$T^{\dagger}_{ij}$ = matrice O-D a priori,

si $T^{\dagger}_{ij}=1$, l'équation (8) est équivalente à la formulation de M.E.

T_{ij} = nombre de trajets de i à j (à estimer),

R^{kl} = contrainte kl (e. g. : comptages),

P^{kl}_{ij} = fraction des trajets ij soumis à la contrainte R^{kl},

(e. g. : nombre de trajets qui utilise la relation kl)

La minimisation de l'information (8) soumise à la contrainte (8) donne une estimation pour T_{ij}. Cette solution peut être dérivée pour minimiser le Lagrangien (si les conditions de Kuhn-Tucher sont remplies) :

$$L=\min\{\sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{N}[T_{ij}*\ln(T_{ij}/T^{\dagger}_{ij})]-\sum_{kl=1}^{M}(\mu_{kl}*[\sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{N}(T_{ij}*P_{ij}^{kl})-R^{kl}])\} \qquad (10)$$

$$\text{par } \frac{\partial L}{\partial T_{ij}} = 0 \quad \forall_{ij} \qquad \text{et}$$

$$\frac{\partial L}{\partial \mu_{kl}} = 0 \quad \forall_{kl}$$

$$\text{on a : } \frac{\partial L}{\partial T_{ij}} = 1+\ln(T_{ij})-\ln(T^{\dagger}_{ij})-\sum_{kl=1}^{M}(\mu_{kl}* P_{ij}^{kl})=0$$

$$\text{suppose que : } \ln(X_0)=-1, \quad \ln(X_{kl})=\mu_{kl} * P_{ij}^{kl} \qquad (11)$$

$$\text{On a : } T_{ij}= T^{\dagger}_{ij} * X_0 * \prod_{kl=1}^{M} X_{kl} \quad \forall\, i,j \qquad (12)$$

$$\text{où : } \sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{N}(T_{ij}*P_{ij}^{kl})=R^{kl} \qquad \forall\, kl \qquad (13)$$

L'équation (12) indique que la matrice o-d a priori est multipliée par un nombre de coefficients X_a (multiplicateur Lagrangien). Chaque comptage R^{kl} ajoute une contrainte pour

l'estimation, contrainte qui se traduit par un multiplicateur Lagrangien supplémentaire X_a, et par conséquent, par un coefficient de plus dans le modèle. **Van ZUYLEN** et **WILLUMSEN** ont indiqué qu'ils n'ont pas encore trouvé une interprétation adéquate pour ces variables X_a [ZUYLEN, WILLUMSEN].

Ce modèle a quelques caractéristiques :

(a) L'équation (8) n'est pas définie dans le cas où $T^{\dagger}_{ij} = 0$. Donc toutes les relations de $T^{\dagger}_{ij}$ qui ne figurent pas dans la matrice a priori ne peuvent être estimées. Cela peut devenir un problème sévère si une matrice a priori n'est que partielle ou si, avec l'amélioration du réseau, de nouvelles relations voient le jour ;

(b) Si l'ensemble de contraintes dans l'équation (9) contient des contradictions, alors, le sens de la solution produite par le modèle n'est pas garanti, car l'équation (7) a été fondée sur l'hypothèse que les éléments de la matrice a priori $T^{\dagger}_{ij}$ sont indépendants et consistants.

(c) Les comptages permettent d'ajuster les trafics des seules paires O-D observées qui les rencontrent. Les trafics ne sont pas modifiés pour les autres paires O-D dont les itinéraires ne sont pas enquêtés.

Remarque, **HAMERSLAG et al.** [1988] a montré par des exemples numériques que la matrice o-d estimée par l'entropie diffère considérablement de la matrice a priori, ce qui entraîne la perte de beaucoup d'information a priori. Ils ont expliqué que cette perte pourrait être causée par trois facteurs principaux : (1) une matrice o-d a priori incorrecte ; (2) les propriétés spéciales du modèle de Minimisation d'Information ; (3) des données inconsistantes. Nous pensons que que dans ce cas il ne faut pas poursuivre les itérations jusqu'à un ajustement rigoureux avec les contraintes de comptages.

Pour faire tourner ce modèle, il faut fournir trois sources principales de données : (1) les comptages, qui doivent être consistants et bien distribués dans le réseau ; (2) la matrice O-D a priori, la meilleure possible ; (3) des matrices de fractions des trajets qui sont normalement le produit de l'étape d'affectation.

L'auteur de ce modèle de Minimisation d'Information **Van ZUYLEN** a indiqué que ces modèles d'entropie semblent convenir spécialement pour actualiser une ancienne matrice O-D [ZUYLEN , 1977].

Nous avons effectué également les calculs pour ce genre de modèle (e. g. : le modèle **OEDIPE** [DANECH-PAJOUH]), Cf : le rapport d'étude [CHEN, 1992]. Nous reprenons les principales conclusions comme suit :

La matrice O-D estimée est fortement déformée par rapport à la matrice O-D de référence. L'absence de validation de la matrice de référence comme de la matrice estimée ne nous permet pas d'interpréter ce résultat, notons toutefois que la matrice de référence n'est pas obtenue à partir de comptages, sa structure peut être incompatible avec ceux-ci, la remarque formulée plus haut s'applique alors. La distribution multinomiale (le noyau dur d'OEDIPE) demande une cohérence totale de tous les éléments : la matrice a priori, les entrées, etc.

La solution d'entropie est donc plutôt destinée pour actualiser une matrice o-d a priori complète et fiable, quand ce n'est pas le cas, la matrice risque d'être trop fortement déformée et de ne plus être interprétable du point de vue socio-économique.

2. CALIBRAGE AUTONOME DES MODELES

Dans le cas de données incomplètes, la théorie (modèle gravitaire par exemple) peut compléter les données. Il faut donc faire appel à cette théorie, justement là où les données manquent ; là se réflète l'intérêt d'un calibrage global "autonome" des modèles. La régression linéaire ne prend pas en compte de l'offre. La régression non-linéaire devient un problème de programmation non-linéaire, qui est difficile à résoudre et qui ne s'applique que sous certaines conditions de comptages et du réseau. La méthode d'entropie conduit à des calculs compliqués qui necessitent, pour être robustes, une bonne fiabilité des données de départ, et donc est plutôt destinée à actualiser une matrice o-d a priori. Elle ne prend pas en compte de changement de l'offre dans le temps. Elle ne peut non plus tolérer l'inconsistance dans les données.

L'interaction entre l'offre et la demande n'a pas été traitée dans ces trois méthodes. En fait, non seulement la demande est fonction de l'offre, mais aussi l'offre est également fonction de la demande. L'oubli de ce simple principe entraîne souvent les résultats non-interprétables.

2.1 - Principes de modélisation

En fait, dans l'équation (4), les $\{T_{ij}\}$ représentent les voyageurs. Les $\{R^{kl}\}$ enregistrent les trafics sur les routes. Les $\{P^{kl}{}_{ij}\}$ interprètent la relation entre les $\{T_{ij}\}$ et les $\{R^{kl}\}$. Ces trois variables décrivent donc un système de transport " voyageur-trafic-route".

La résolution de cette équation suppose donc la modélisation de ce système. Elle découle des principes ci-dessous :

2.1.1 - Une relation explicative entre le trafic et les caractéristiques socio-économiques des zones étudiées.

Le trafic, en tant qu'activité humaine, est bien évidemment en étroite relation avec les autres facteurs liés aux personnes. La génération du trafic dépend donc de l'occupation de l'emploi, du revenu, du nombre d'équipement, de la consommation du carburant et éventuellement de l'offre de transport (e. g. : la longueur des routes et la condition de la circulation, etc.). Le trafic obtenu après la résolution des différentes équations devrait également être lié à ces caractéristiques socio-économiques des zones étudiées.

2.1.2 - La désagrégation des différents profils des voyageurs

Un voyageur est différent d'un autre, et est marqué par sa valeur du temps, son motif de déplacement, etc. Son comportement pendant le voyage sera de plus caractérisé par sa profession, ses attitudes personnelles. La population totale des voyageurs est donc composée de différents profils de voyageurs. La prise en compte des différences entre voyageurs est un pas de plus vers la compréhension de déplacements.

Cette désagrégation est beaucoup plus réaliste qu'une simple représentation des voyageurs en un seul profil. De nombreux documents ont insisté sur ce fait [SETRA, 1987].

2.1.3 - Une description de l'offre en fonction de la demande

L'offre de transport désigne ici le réseau routier. Mais elle ne peut pas être séparée des conditions de circulation. Si la demande change sur le réseau, les conditions de la circulation changent et l'offre change également. Ceci peut être décrit par les lois débit-vitesse ou débit-temps. Nous avons indiqué ci-dessus que la demande est désagrégée en certain nombre de segments. L'offre suivra donc cette même logique.

2.1.4 - La traduction de la relation entre l'offre et la demande

Le même voyageur réagit différemment sur les différentes offres ou/et les différents voyageurs ne réagissent pas de la même façon face aux mêmes offres. Il est nécessaire d'établir cette relation en fonction de l'offre et du voyageur. Signalons à nouveau que la cohérence entre l'offre et la demande sera totalement et automatiquement assurée.

2.1.5 - La simulation de l'écoulement du trafic.

La segmentation des voyageurs et la description de l'offre nous permettent de simuler l'écoulement de la circulation. Cette simulation recherche d'une part les chemins parcourus par les voyageurs, d'autre part affecte directement les voyages sur le réseau. Cela nous donne les premier résultats sur le système "voyageur-trafic-route".

Nous allons utiliser ces principes pour résoudre les équations (3), (4) et (5). En fait, ces principes doivent nous permettent de trouver les solutions explicatives, non seulement du point de vue mathématique, mais aussi de celui socio-économique.

2.2 - Données du calibrage

Il nous reste à savoir quelles données seront utilisées pour calibrer ces modèles.

Reprenons les deux principales difficultés évoquées ci-dessus : la première étant l'indisponibilité et/ou l'insuffisance des données ; la seconde la fiabilité des données. Face à ces difficultés, il est préférable de développer une nouvelle méthode.

La manque de données directes représentatives handicape évidemment le calibrage simple et efficace d'un modèle. Mais il reste la possibilité d'utilisation des données indirectes comme les comptages.

Un des bons exemples réside dans l'exploitation des comptages de circulation, les comptages qui contiennent des éléments importants de trafic et qui font depuis longtemps l'objet de statistique annuelle, et ils sont aujourd'hui les moyens quasi-standardisés pour l'acquisition des données routières.

Nous allons d'abord décrire les relations entre les comptages et les modèles souvent utilisés dans le domaine de transports : modèles de génération, de distribution et d'affectation. Nous montrerons ensuite comment calibrer ces modèles de manière "autonome".

2.3 - Fonction objectif

L'objectif consiste à minimiser la différence entre le comptage et la valeur reconstituée sur tous les compteurs. On peut l'exprimer comme suit :

$$\text{Min } Z = \text{Min } \left(\sum_{kl=1}^{M} | R_e^{kl} - R_m^{kl} | \right) \qquad (14)$$

$$\text{Soumise à : } R_e^{kl} = \sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{N}(P_{ij}^{kl} * T_{ij}) \qquad kl=1,2,...,M \qquad (4)$$

où : R^{kl}_e = trafic estimé sur l'arc *ab* équipé d'un compteur kl,
R^{kl}_m = trafic mesuré sur l'arc *ab* équipé d'un compteur kl,
P^{kl}_{ij} = pourcentage de T_{ij} passant par l'arc *ab* équipé d'un compteur kl.

La fonction objectif dépend non seulement de T_{ij}, mais aussi de P^{kl}_{ij}. Nous découvrons à nouveau que les P^{kl}_{ij} doivent être des variables (et non des valeurs prédéterminées et inchangées) comme les T_{ij} pendant les processus de résolution.

Notons que T_{ij} n'est plus une valeur prédéterminée d'une matrice O-D a priori, mais sera initialisée par un sous-modèle (voir le chapitre ci-après) fondé sur les caractéristiques socio-économiques. La fonction objectif a donc non seulement un sens mathématique mais aussi celui de l'économie.

Le développement de la fonction objectif est reporté au paragraphe **§2.5** après l'introduction de l'initialisation du trafic.

Tous les processus dans ce modèle seront organisés autour de cette fonction objectif, ce qui assure non seulement le calibrage autonome du modèle mais aussi l'intégrité, la cohérence et la souplesse dans tous ces processus. Cela fait l'originalité du modèle.

2.4 - Application des principes

La résolution de P^{kl}_{ij} demande une simulation de l'écoulement de circulation si l'on veut tenir compte de la capacité de la route. Il faut aussi développer une série de méthodes : désagrégation des déplacements, recherche des plus courts chemins, etc.

En fait, la relation entre T_{ij} et les comptages n'est pas directe. Elle est décrite par l'intermédiaire de différentes étapes : composition du trafic, établissement du réseau, écoulement du trafic, etc. Une bonne reconstitution sans connaissance de ces étapes n'aura pas de sens.

Nous allons montrer dans ce paragraphe comment mettre en oeuvre les principes évoqués ci-dessus, et expliquer les principaux algorithmes utilisés.

2.4.1 Initialisation du trafic

Cette initialisation du trafic par O-D est fondée sur les indicateurs socio-économiques des zones étudiées, avec l'aide d'un modèle de génération-distribution. Le calibrage de ce modèle se fait à partir de certains trafics O-D connus et plus tard par le programme lui-même pendant le calcul.

Le modèle d'initialisation de matrice {Tij } est comme suit :

$$T_{ij} = K * O_i * D_j * F_{ij} \qquad (3b)$$

où : K — constante,

O_i — émission de zone i,

D_j — attraction de zone j,

F_{ij} — facteur de séparation entre i et j, fonction du réseau et d'effet de l'offre. F_{ij} prend souvent la forme comme :

$$F_{ij} = \exp(C_{ij} * \alpha) \qquad (3c)$$

où : C_{ij} -- coût généralisé entre zone i et zone j,

α -- paramètre

L'utilisation du modèle gravitaire n'a aucune prétention de fixer les trafics o-d. Au contraire, ce modèle a une forme simple. Les O_i et D_j sont liés directement aux caractéristiques des zones étudiées et les F_{ij} sont fonction décroissante des coûts généralisés tels qu'ils sont connus à cette étape (Cf. §2.4.4 ci-après). La matrice ainsi initialisée reflète notre connaissance primaire. Elle a au moins un sens économique.

2.4.2 Désagrégation des déplacements

La résolution de P^{kl}_{ij} demande des affectations fines des déplacements. Dans ce cas, les déplacements trop agrégés ne conduiront pas à de bons résultats.

Nous avons désagrégé les déplacements selon les motifs et les valeurs du temps de chaque motif [MARCHE, PAPON, MORELLET, 1991]. Grâce à la connaissance des partages entre les différents motifs [SETRA, 1987], les désagrégations par motif ne posent pas de problèmes particuliers. Citons ici les résultats faits dans [MARCHE, PAPON, MORELLET, 1991] comme la **Table 1**.

Table 1 - Composition de déplacements interurbains

motif	pourcentage(%)	valeur du temps (Frs/h)	Ecart-type*
voyage personnel	60	60	0,8
voyage professionnel	13	185	0,6
autres	27	70	0,7

(Nota : * — voir point (3) ci-dessous)

La désagrégation des déplacements pour un motif donné est un peu plus complexe. Nous faisons l'hypothèse que les valeurs du temps des voyageurs pour chaque motif suivent une loi log-normale [MARCHE]. Nous obtenons ainsi les différentes tranches des déplacements selon la finesse souhaitée.

L'application de cette loi log-normale aux distributions statistiques des valeurs horaires du temps a été commentée dans [MARCHE]. Nous reprenons les principales conclusions comme suit :

(1) Il faut, à une date donnée, justifier l'approximation des distributions statistiques des valeurs horaires du temps par des lois log-normales et en apprécier la dispersion relative ;

(2) Il faut aussi, pour des projections à moyen terme et à long terme, justifier l'évolution des valeurs horaires moyennes du temps en fonction de l'évolution du PIB par tête ou des revenus (ou de la consommation) des ménages par habitant.

(3) L'écart-type de la **Table 1** est issu de la distribution normale. Il faut le multiplier par la valeur du temps pour approcher l'écart-type de la loi log-normale correspondante.

Nous avons un certain nombre de segments de déplacements. En simulant l'écoulement de circulation, nous ne connaissons pas la priorité d'un segment particulier à se déplacer. Tous les segments de déplacements seront donc réorganisés sous deux dimensions : l'espace de toutes les origines-destinations, et l'ensemble des segments des voyageurs selon une loi aléatoire, afin d'approcher les incertitudes de déplacements dans l'espace et l'ensemble des profils des voyageurs, et de garantir leur cohérence totale avec l'offre.

2.4.3 Etablissement du réseau

Un réseau routier est nécessaire pour la modélisation du trafic. Ce fichier du réseau doit comporter le numéro de la zone étudiée, le type (ou éventuellement la largeur, la rampe et la capacité), les coordonnées et les intitulés de ses deux extrémités (noeuds), la longueur de chaque route.

L'échelle du réseau dépendra du niveau d'étude. Pour une étude du trafic national, le réseau sera composé de routes nationales et autoroutes, et quelques routes départementales si nécessaire.

2.4.4 Calcul des coûts généralisés

Le coût généralisé est un paramètre important, car il est relié à la fois aux usagers et à l'offre. Il est donc fonction de la valeur du temps de l'usager, du type et de la géométrie de la route. Il traduit éventuellement le sentiment des voyageurs sur le niveau de service des routes.

La formule pour ce coût généralisé est donnée comme suit :

$$G(a,l)=v(l)*t(a)+(Cc+Cp+Ce+Cm)*d(a) \qquad (15)$$

où : G(a,l) = Coût généralisé du tronçon a pour l'usager l,
v(l) = valeur du temps de l'usager l,
t(a) = temps de parcours sur tronçon a,
d(a) = longueur du tronçon a,
Cc = consommation du carburant sur a,
Cp = péage sur a,
Ce = frais d'usure et d'entretien du véhicule,
Cm = malus d'inconfort.

Le coût généralisé entre zone i et zone j est donc calculé par :

$$C_{ij} = \sum_{a=1}^{nl} G(a,l) \qquad (16)$$

dont nl est le nombre d'arcs sur la liaison de zone i à zone j.

Le temps de parcours est fondé sur une loi temps-débit [SETRA, 1984], et sera actualisé après chaque chargement du réseau.

Ce coût généralisé est comparable à celui indiqué dans l'instruction [1986] du **SETRA** (précisément dans le programme **ARIANE** [SETRA]). Il sera actualisé, comme le temps de parcours, après chaque chargement du réseau.

2.4.5 Recherche des plus courts chemins

La recherche des plus courts chemins est déduite d'un algorithme de la théorie des graphes, celui de **DIJKSTRA** [TAO, DIJKSTRA]. Avec cet algorithme, nous pouvons réaliser cette recherche pour une paire O-D ou pour l'ensemble des O-D selon le cas.

Cet algorithme est schématisé dans la **Figure 2** ci-après. Les calculs se font comme suit (cas de recherche du plus court chemin entre le point 1 et le point j_0) :

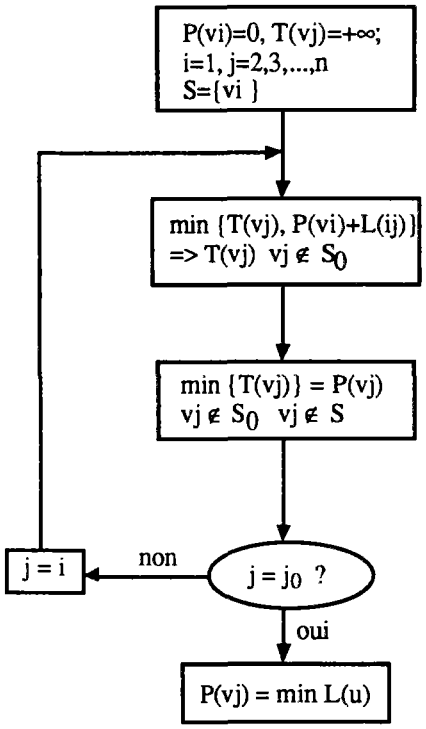


Figure 2 - Diagramme simplifié de l'algorithme de **DIJKSTRA**

(a) Commençons par v1 et notons P(v1) = 0 (signe fixe). Ensuite donnons une valeur infinie pour les autres noeuds et l'extrémité et notons T(vj) = +∞ (signe temporaire).

(b) Calculons selon le diagramme de la **Figure 2** jusqu'au plus court chemin entre v1 et vj_0 soit obtenu, dont u désigne tous les chemins possibles entre ces deux points.

2.4.6 Simulation de l'écoulement du trafic

Nous rejetons les méthodes traditionnelles pour l'affectation du trafic, car ces méthodes ont des caractères fortement mathématiques et manquent d'analyses sur les comportements des voyageurs. En plus les résolutions des formules dans ces méthodes sont souvent simplifiées et transformées, ce qui dénaturent les hypothèses faites au début.

La nouvelle méthode développée ne fait pas appel aux formules mathématiques, mais est fondée sur un algorithme des théories de graphes et les comportements des voyageurs. Cela rend la nouvelle méthode non seulement explicative mais aussi très souple, ce qui permet d'approcher les observations pratiques.

L'autre avantage est dû au calcul informatique. L'utilisation de l'algorithme au lieu de formules complexes rend le temps de calcul informatique beaucoup plus bref.

2.4.7 Reconstitution du trafic

Le processus de recherche des plus courts chemins et se répète plusieurs fois selon le nombre de segments des déplacements et le nombre des paires origine-destination. A chaque étape, une simulation de trafic est effectuée, ce qui entraîne un changement des coûts généralisés en fonction des nouveaux états du trafic.

Après le chargement de l'ensemble du trafic sur le réseau, la fonction objectif est calculée. Un écart important d'un compteur provoque, via le gradient de cette fonction, une déformation de la matrice des T_{ij} et des P^{kl}_{ij}.

La pertinence de nouvelle matrice est vérifiée par une analyse de corrélation avec les indicateurs socio-économiques des zones étudiées. La matrice obtenue remplace la matrice précédente et sert à améliorer le modèle de l'initialisation, notamment les paramètres K et α dans les formules (3b) et (3c).

2.5 - Développement du modèle

Nous reprenons les équations (3b) et (4) évoquées plus haut :

$$T_{ij} = K * O_i * D_j * F_{ij} \qquad (3b)$$

$$R_e^{kl} = \sum_{i=1}^{N} \sum_{j=1}^{N} (P_{ij}^{kl} * T_{ij}) \qquad kl=1,2,\ldots,M \qquad (4)$$

Les paramètres (K, F_{ij}) ont donc des liens avec les trafics R^{kl}_e. Les relations entre R^{kl}_e et (K, F_{ij}) ont surtout un sens physique, expliqué par les caractéristiques socio-économiques des zones, le réseau routier et la situation de circulation.

Pour que cette modélisation présente mieux la réalité, nous utilisons la méthode "maximum de vraisemblance" en établissant une fonction objectif comme suit :

$$\text{Min } Z = \text{Min } \left(\sum_{kl=1}^{M} | R_e^{kl} - R_m^{kl} | \right) \qquad (14)$$

$$\text{Soumise à: } R_e^{kl} = \sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{N}(P_{ij}^{kl} * T_{ij}) \qquad kl=1,2,\ldots,M \qquad (4)$$

où : $R^{kl}{}_e$ = trafic estimé sur le compteur kl,
$R^{kl}{}_m$ = trafic mesuré sur le compteur kl,
$P^{kl}{}_{ij}$ = pourcentage de Tij passant par le compteur kl.

Combinons les équations (3), (4) et (14) et faisons les dérivées de Z sur O_i, D_j, F_{ij}, K et $P^{kl}{}_{ij}$. Nous obtenons une série d'équations. Elles sont assez complexes et les détails sont renvoyés dans l'ANNEXE de la thèse [CHEN, 1993]. Nous reprenons seulement quelques formules finales ici.

$$O_i = \frac{\sum_{kl=1}^{M}(R_m^{kl} - RSO_i) * TSO^{kl}}{\sum_{kl=1}^{M}(TSO^{kl})^2} \qquad \forall i \qquad (17)$$

$$\text{où} \quad RSM^{kl} = \sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{N} P_{ij}^{kl} * K * O_i * D_j * F_{ij}$$

$$RSO_i = RSM^{kl} - O_i * TSO^{kl} \qquad (18)$$

$$TSO^{kl} = \sum_{j=1}^{N} P_{ij}^{kl} * K * D_j * F_{ij}$$

$$D_j = \frac{\sum_{kl=1}^{M}(R_m^{kl} - RSD_j) * TSD^{kl}}{\sum_{kl=1}^{M}(TSD^{kl})^2} \qquad \forall j \qquad (19)$$

$$\text{où} \quad RSD_j = RSM^{kl} - D_j * TSD^{kl}$$

$$TSD^{kl} = \sum_{i=1}^{N} P_{ij}^{kl} * K * O_i * F_{ij} \qquad (20)$$

$$F_{ij} = \frac{\sum_{kl=1}^{M} (R_m^{kl} - RSF_{ij}) * TSF^{kl}}{\sum_{kl=1}^{M} (TSF^{kl})^2} \qquad \forall\, i, j \qquad (21)$$

$$\text{où} \quad RSF_{ij} = RSM^{kl} - F_{ij} * TSF^{kl}$$
$$TSF^{kl} = P_{ij}^{kl} * K * O_i * D_j \qquad (22)$$

$$K = \frac{\sum_{kl=1}^{M} (R_m^{kl} * RSK^{kl})}{\sum_{kl=1}^{M} (RSK^{kl})^2} \qquad (23)$$

$$\text{où} \quad RSK = \sum_{i=1}^{N} \sum_{j=1}^{N} P_{ij}^{kl} * O_i * D_j * F_{ij} \qquad (24)$$

$$P_{ij}^{kl} = \frac{R_m^{kl} - RSPijkl}{Tij} \qquad (25)$$

$$\text{où} \quad RSPijkl = RSM^{kl} - P_{ij}^{kl} * Tij$$
$$Tij = K * O_i * D_j * F_{ij} \qquad (26)$$

Dans l'encadré ci-contre, les parties droites se réfèrent aux anciennes valeurs des variables. Les nouvelles estimations d'une variable dans la formule (3b) est fonction des comptages et de son ancienne valeur ; nous appelons "**règle 1**" ce mécanisme de calibrage.

Ces formules peuvent paraître un peu complexes, mais toutes ont un sens physique très clair. Prenons l'exemple de O_i dans (17). Cette O_i est fonction de la différence entre la valeur réelle et la valeur estimée de chaque compteur, différence pondérée par la contribution du trafic de ce compteur du trafic venant de l'origine i.

Une O_i (ou D_j) est donc reconstituée à partir de tous les compteurs du réseau. C'est important, car nous sommes souvent confiants dans les résultats de comptage pris dans leur ensemble. Cela veut dire que l'estimation de O_i ne devrait pas être trop biaisée même s'il existe quelques compteurs aberrants.

L'estimation de K suit la même logique que O_i. Ainsi sa valeur devrait être assez exacte. Selon les formules ci-dessus, les paramètres (K, F_{ij}) peuvent être estimés sur l'ensemble du réseau ou par une ou plusieurs zones selon le cas.

L'analyse sur des D_j, F_{ij} et R^{kl}_{ij} est identique.

L'autre paramètre de la matrice o-d (distribution) est incorporé dans F_{ij}. En fait, F_{ij} est exprimé par la formule (3c) :

$$F_{ij} = \exp (C_{ij} * \alpha) \qquad (3c)$$

où : C_{ij} -- séparation (e. g. : coût généralisé) entre zone i et zone j,
α -- paramètre

Une fois F_{ij} déterminé, α peut donc être obtenu par régression à partir d'un modèle correspondant à l'inverse de la formule (3c).

2.6. Conduite du calibrage

Ce nouveau modèle s'appelle **REMODE** (**R** Econstitution d'une **M**atrice **O**rigine-**DE**stination). La Figure 3 montre l'enchaînement des différentes étapes à respecter :

(a) Nous commençons par l'initialisation du trafic (par le sous-programme **MOGET**). Selon la **règle 1**, la résolution des équations ci-dessus demandent l'initialisation des variables dans la formules (3) : K, O_i, D_j, F_{ij} (ou C_{ij} et α) et dans la formules (4) : P^{kl}_{ij}. Cette initialisation, comme nous l'avons déjà indiqué plus haut, est fondée directement sur les caractéristiques socio-économiques des zones étudiées. Les O_i et D_j sont calculés par ces caractéristiques avec l'aide de l'équation (28) ci-dessous. La forme de cette équation peut être déterminée par les données connues et bien sûr par le modèle lui-même plus tard.

$$Y_i = a + \sum_{j=1}^{n} b_j * X_j \qquad (28)$$

Où : Y_i - nombre de déplacements (e. g. : O_i et D_j) de la zone i,
X_j - facteur socio-économique j,
a, b_j - constante,
n - nombre de facteurs.

(b) Ensuite nous calculons la matrice o-d (par le sous-programme **MODIT**) par ces O_i, D_j et les F_{ij}, qui sont initialisés par le module de la recherche des plus courts chemins **MOREC**, avec la formule de (15). K et α sont fixés dans la première itération, par exemple, K=5,77E-06 et α=-5,51E-04 selon les résultats de [CHEN, 1993].

(c) Chaque trafic o-d (i, j) sera désagrégé en certain nombre de segments S_n selon les motifs et les valeurs du temps de ces motifs (par le sous-programme **DESAG**). Un segment T(i, j, S_n) est choisi par le tirage au sort sur l'ensemble de deux dimensions : nombre de segments S_n par paire o-d et nombre total ($i \leq N$, $j \leq N$) des paires o-d par le sous-programme **ALEAT**).

(d) En même temps, nous établissons le réseau en format du graphe (par le sous-programme **DONNE**).

(e) Nous pouvons calculer maintenant les coûts généralisés pour chaque segment de voyageurs pour toutes les relations o-d sur toutes les routes (par les sous-programmes **TEDEP** et **COUTS**).

(f) Puis nous recherchons les plus courts chemins pour toutes les o-d (par le sous-programme **MOREC**).

(g) Une fois les chemins trouvés, nous effectuons la simulation de l'écoulement du trafic (par les sous-programmes **MODAT** et **REPAR**).

(h) Répétons (e), (f), (g) jusqu'à ce que tous les segments de trafic de toutes paires o-d soient chargés sur le réseau.

(i) Calculons la fonction objectif et son gradient pour obtenir une nouvelle matrice o-d (par le sous-programme **MODEM**).

(j) Si les comptages sont bien reconstitués, arrêtons (**ARRET**). Sinon, continuons.

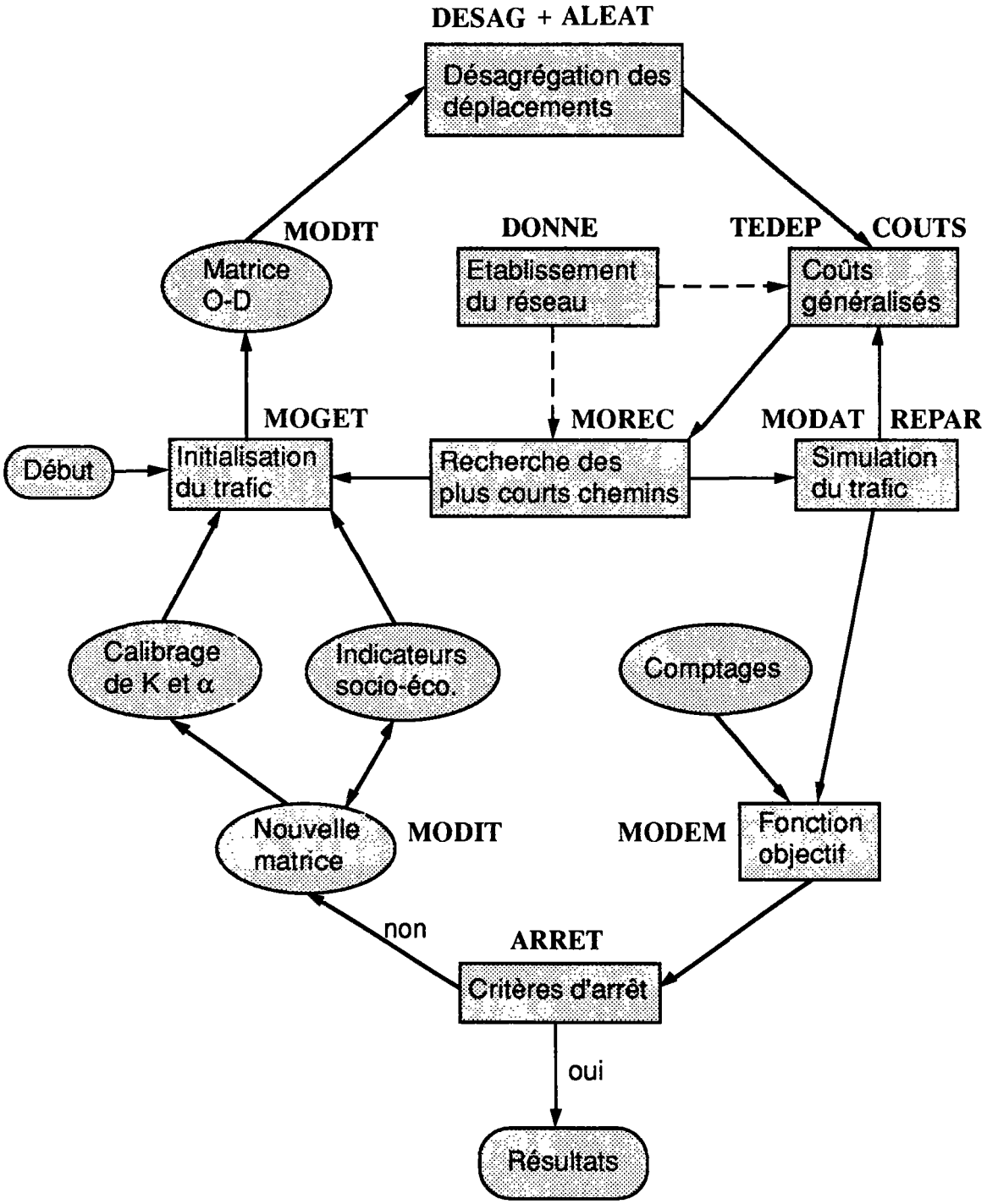
(k) La cohérence de la nouvelle matrice avec les caractéristiques socio-économiques des zones est vérifiée. La nouvelle matrice remplace la matrice précédente et sert à calibrer le modèle de 'l'initialisation (par le sous-programme **MODIT**).

(l) Recommençons par l'étape (c) jusqu'à ce que les critères d'arrêt soient atteints.

Chacune de ses étapes fait l'objet d'un sous-modèle. Chaque sous-modèle est fait pour résoudre un problème spécial et est conçu indépendamment. Il peut tourner tout seul ou interactivement avec les autres.

L'ensemble du modèle **REMODE** est donc constitué de processus différents mais cohérents car tous ses sous-modèles ont été écrits de façon continue. Cette conception modulaire confère une grande souplesse au modèle.

Figure 3 - Diagramme du modèle **REMODE**



2.7. Mécanisme du calibrage autonome

Nous reprenons la **règle 1** : les nouvelles estimations d'une variable dans la formule (3b) sont fonction des comptages et de ses anciennes valeurs. De ce fait, nous comprenons que les estimations ont des liens entre les nouvelles valeurs et leurs anciennes valeurs. Ainsi en appliquant la fonction objectif dans chaque itération, un message de ces liens est retourné afin que chaque nouvelle estimation (y compris les paramètres) soit plus proche de la réalité que son ancienne valeur. Cette technique est analogue à celle de la commande optimale en boucle fermée. On peut commencer par une connaissance partielle du trafic généré (O_i , D_j par exemple), mais on arrive toujours à mieux approcher la réalité avec l'aide de la fonction objectif (voir la **Figure 4**).

Tous les composants dans les modèles de distribution et d'affectation sont exprimés par la même série d'équations, ce qui garantit la continuité des modèles. Les paramètres ainsi calibrés sont en totale cohérence avec les valeurs observées (e. g. : comptages). Cela permet de surmonter les deux principales difficultés évoquées plus haut : l'indisponibilité des données directes et l'incohérence dans les enquêtes partielles. De plus, la nouvelle méthode permet de calibrer les modèles sur l'ensemble du réseau ou sur une ou plusieurs zones.

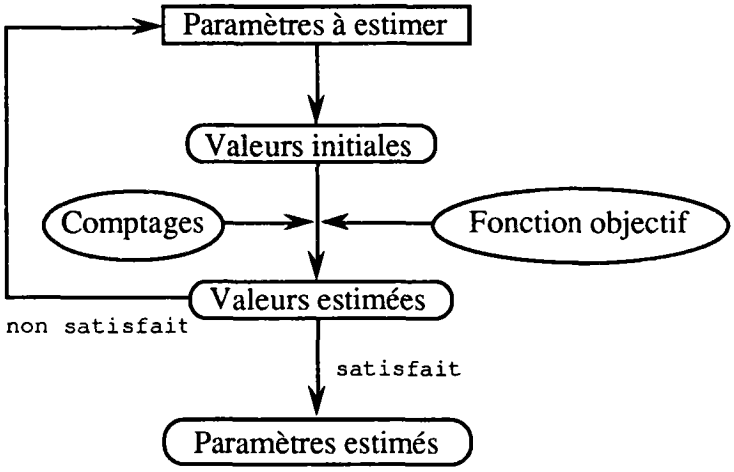


Figure 4 - Mécanisme du calibrage autonome

2.8. Résultats des calculs

Nous avons appliqué **REMODE** sur le réseau routier français, avec les données de comptages recensées par le sondage de circulation en 1990[1]. Les plaques minéralogiques

[1] Ce sondage manuel, effectué en 450 points du réseau national (RN et Autoroutes) recueille les données comme (a). pourcentage du trafic étranger; (b). décomposition par

nous ont permis de déterminer le trafic de transit et le trafic local ; le trafic local est défini comme les véhicules immatriculés dans la zone en question et le trafic de transit comme les véhicules immatriculés en dehors de la zone en question. Le zonage de calcul pour ce réseau est de 40*40 (voir la **Figure 5**). Nous allons examiner quelques aspects importants des résultats : (1) le trafic de transit total ; (2) la structure de la matrice ; (3) les trafics individuels entre quelques paires o-d. Ensuite, nous présenterons les résultats de calibrage des modèles.

2.8.1 - Le trafic de transit total

REMODE a été appliqué sur l'ensemble du réseau des compteurs. Il prend en compte également l'interaction de déplacements entre les différentes zones. Tout cela permet à **REMODE** de retrouver des résultats globaux assez stables.

Ceci est confirmé par les calculs. En fait, le trafic total (en véhicule TJMA -- Trafic Journalier Moyen Annuel) reste stable sous différentes hypothèses de calculs (voir la **Table 2**). Il est de 0,45 million de véhicule TJMA environ. L'année de référence de ce trafic total est 1990.

Table 2 - Le trafic total calculé par REMODE

		Nbsup		
		0	14	17
lapr	0	0,440	0,440	0,441
	1	0,450	0,440	0,424
	2	0,463	0,472	0,473

Source : REMODE

Nota : (a) : Le trafic est en million de véhicule TJMA, y compris le trafic étranger en transit (10 ~ 15% sur le total) ;
(b) : Nbsup est le nombre de compteurs supprimé (test de sensibilité) ;
(c) : *lapr* désigne le calcul effectué
— sans utiliser la matrice a priori,
— sans utiliser la matrice a priori mais avec l'affectation du trafic,
— avec la matrice a priori,
pour *lapr* égale à 0, 1 ou 2 respectivement.

catégories de véhicules ; (c). répartition des véhicules par département d'immatriculation.

Selon l'enquête de transports 1981-1982 [DOBIAS, complété par un travail de MORELLET], le trafic total est de 0,35 million (toujours en véhicule TJMA) en 1981. Cela veut dire que le trafic croît au rythme de 3% environ par an depuis 10 ans. C'est plausible.

Si nous faisons une régression linéaire entre le trafic total dans chaque zone et les caractéristiques socio-économiques sur l'ensemble du réseau, nous obtenons le coefficient R=0,73, ce qui présente une bonne relation entre eux. Ces résultats sont donc correlés aux indicateurs socio-économique.

Nous constatons aussi que la suppression de quelques compteurs n'a pas de grande influence sur les résultats, notamment sur le trafic total. Cet aspect est important. D'une part, nous pouvons contrôler la sensibilité des compteurs afin de détecter les erreurs dans les comptages ; d'autre part, nous pouvons étudier le nombre nécessaire et les emplacements des compteurs pour pouvoir obtenir des meilleurs résultats.

2.8.2 - La structure de la matrice o-d

Nous examinerons ensuite la structure ou la distribution des trafics o-d en comparaison avec les résultats de la dernière enquête de transports 1981-1982. Les résultats sont présentés dans la **Table 3** et par la **Figure 6**.

Les distributions de trafic de ces deux matrices o-d sont, d'une certaine façon, comparables. Ce qui marque le plus est l'augmentation du trafic dans la tranche de distance comprise entre 250 et 499 kilomètres. Cette augmentation de 8% est quasiment égale à la diminution du trafic dans la tranche de distance entre 100 et 249 kilomètres.

Table 3 - Comparaison des matrices REMODE 90 et de l'Enquête 81-82

Zonage 40*40	REMODE 90		Enquête 81-82	
Distance (km)	Trafic	%	Trafic	%
≤ 100,0	16381	3,7		
100,0 ~ 249,0	199512	45,2	203000	58,0
250,0 ~ 499,0	158112	35,8	97000	27,7
500,0 ~ 749,0	51199	11,6	33000	9,4
≥ 750,0	15903	3,6	17000	4,9
Somme	441108	100,0	350000	100,0

Source : "Enquête de transports 81-82" (exploitation INRETS) et REMODE

Figure 5 - Zonage 40*40 en France

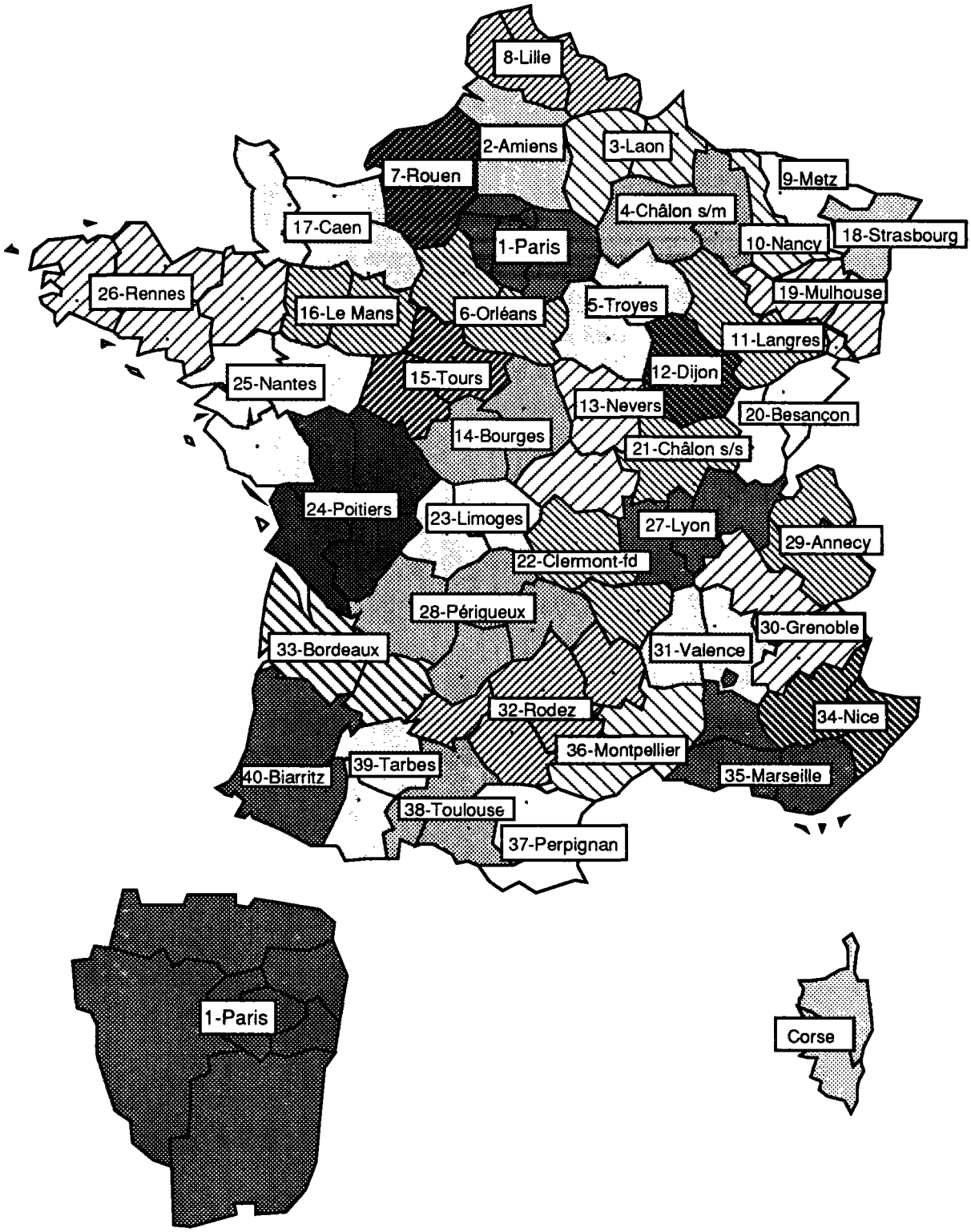
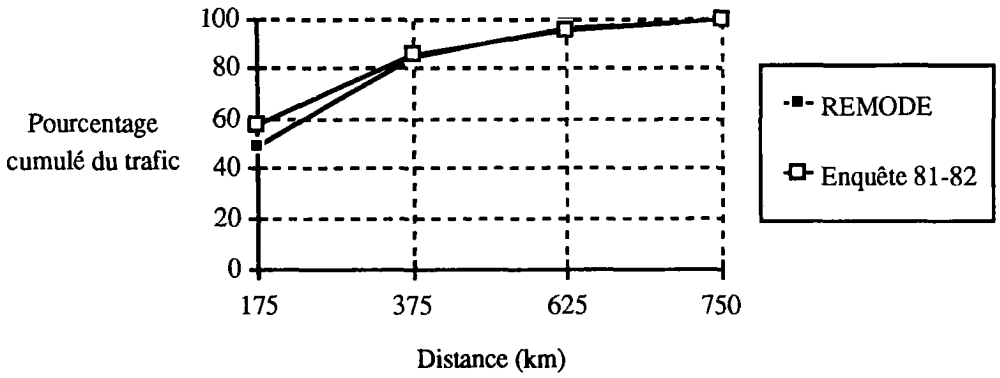


Figure 6 - Comparaison des matrices o-d de REMODE et de l'Enquête 81-82



Source : "Enquête de transports 81-82" (exploitation INRETS) et REMODE.

Cela signifie qu'une partie de voyageurs qui faisaient les déplacements inférieurs à 250 kilomètres font actuellement les trajets un peu plus longs mais ne dépassent pas 500 kilomètres. Ce phénomène est intéressant et surtout est constaté également par une étude réalisée par le **SETRA** [1992]. Cette étude a montré que les déplacements supérieurs à 200 kilomètres ont augmenté plus rapidement que les autres, et ont enregistré une croissance d'environ 8% sur autoroutes entre 1984 et 1989.

2.8.3 - Les trafics de quelques paires o-d

Continuons d'examiner la matrice o-d en considérant quelques Tij pour apprécier plus en détail la matrice reconstituée.

Nous prenons les relations entre Paris-Lyon, Troyes-Poitiers et Rouen-Châlon sur Saône, en comparant la matrice de **REMODE** avec la matrice obtenue par le modèle **MATISSE** (remarque : l'Enquête de Transport 81-82 ne donne pas les trafics entre zones). Les résultats de la comparaison sont donnés dans la **Table 4** ci-après.

Table 4 - Comparaison des trafics TJMA inter-zones pour les différentes matrices

	Paris-Lyon	Troyes-Poitiers	Rouen-Châlon S/S
MATISSE	3344	39	60
REMODE	2010	46	27

Source : INRETS et REMODE

Nous avons souvent l'impression que la distribution suit une loi gravitaire. Par cette préoccupation, nous aurons quelques difficultés pour expliquer les trafics entre certaines

zones. Par exemple, le trafic entre Paris et Grenoble est très faible par l'estimation de **REMODE**, notamment comparé à une estimation gravitaire.

Douter est plutôt une bonne chose. Il est toujours utile de trouver les réponses possibles par les différentes approches, ensuite de les comparer. Si les écarts sont importants, il faut chercher les causes.

Nous avons constaté que le trafic total et la structure de la matrice reconstituée restent très stables pour les différentes hypothèses. Ce n'est pas toujours le cas pour la distribution détaillée de trafics entre zones. Cela pourrait être expliqué par le fait que le trafic total est lié surtout à la totalité des compteurs mais la distribution détaillée de trafics entre zones est liée principalement aux compteurs rencontrés sur les chemins reliant ces zones et est donc assez sensible à chaque compteur (Cf. Thèse de CHEN).

2.8.4 - Les comptages reconstitués

La **Table 5** indique le nombre de compteurs bien reconstitués sous différentes hypothèses de calcul. La présentation est la même que celle de la **Table 2** dans §2.8.1.

Table 5 - Le pourcentage de compteurs reconstitués sous différentes hypothèses (seuil de reconstitution à 10%)

		Nbsup		
		0	14	17
lapr	0	80	83	81
	1	75	83	71
	2	37	40	41

Source : REMODE

Nota : (a) : Cette table correspond à la table 2 ;
(b) : Nbsup est le nombre de compteurs supprimés ;
(c) : *lapr* désigne le calcul effectué
— sans utiliser la matrice a priori,
— sans utiliser la matrice a priori mais avec l'affectation du trafic,
— avec la matrice a priori,
pour *lapr* égale à 0, 1 ou 2 respectivement.

Pour *lapr* =1 et 0, le pourcentage de compteurs reconstitués est environ de 80%.

Nous avons également le rapport entre le comptage reconstitué et le comptage réel. La moyenne arithmétique de ces rapports est de 1,13 avec une valeur maximale égale à 15,0.

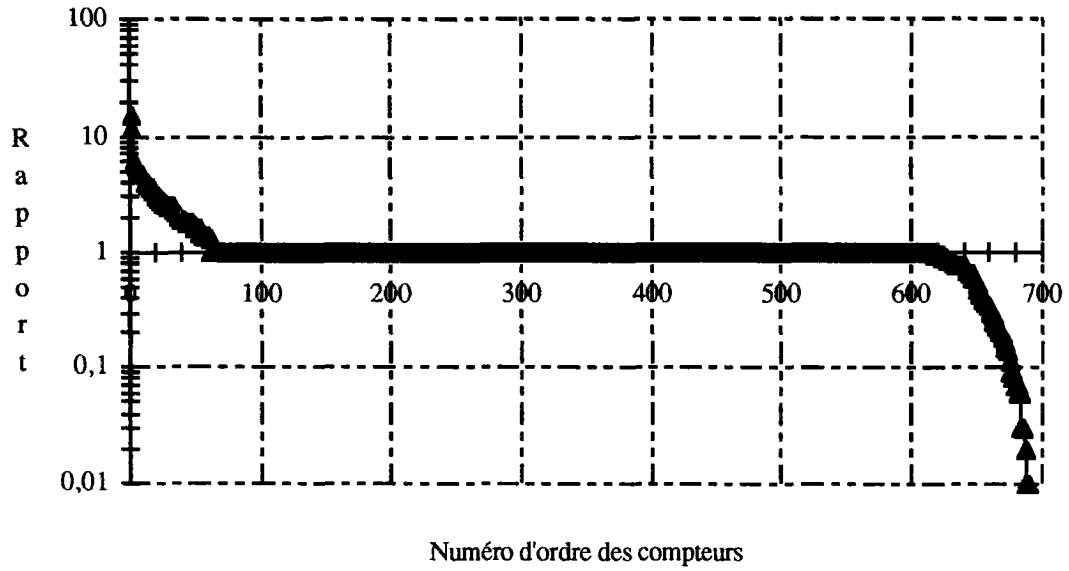
Il faut rapporter ce résultat au fait que 450 arcs seulement ont été enquêtés sur les 1200 arcs .

Pour *lapr* =2, le pourcentage de compteurs reconstitués n'est qu'environ de 40% et les résultats de trafics reconstitués sont assez différents de ceux pour *lapr*=1. Cela montre que l'imposition d'une structure de matrice o-d au modèle satisfait moins bien les comptages. Ceci confirme notre analyse de §1.2.3, portant sur le fait qu'une matrice o-d a priori doit être cohérente avec les comptages sinon il faut laisser faire le modèle.

Ces résultats nous conduisent à une remarque simple mais importante : une matrice o-d a priori doit être beaucoup déformée pour satisfaire bien les comptages. Dans le cas des modèles de l'Entropie et de la distribution probabiliste, ses noyaux durs (une distribution multinomiale) permettent de nombreuses combinaisons possibles. Une matrice o-d a priori ainsi déformée par ces modèles échappe à notre explication du point de vue économique des transports.

La distribution de ce rapport entre les comptages reconstitués et les comptages mesurés, est présentée dans la **Figure 7**. Nous avons trié ces rapports par ordre décroissant. Dans la première section de la courbe, se regroupent les comptages reconstitués supérieurs aux comptages mesurés avec une valeur maximale égale à 15,0. Ceci représente 10% des compteurs totaux utilisés. Au milieu de la courbe, les compteurs bien reconstitués occupent une part majoritaire de 81%. Le reste des compteurs, situés à l'extrême droite de la courbe, n'occupe qu'une part de 9% avec la valeur minimale de 0,01.

Figure 7 - Présentation graphique du rapport entre les comptages reconstitués et les comptages mesurés



Source : Résultats du Modèle REMODE

2.8.5 - Résultats de calibrage des modèles

Nous avons présenté les résultats obtenus par **REMODE** dans les paragraphes précédents : la robustesse de la matrice o-d reconstituée et la bonne reconstitution des comptages. Cela nous montre que non seulement l'ensemble d'algorithmes est bien fondé sur les lois "offre-demande", mais aussi les simples modèles d'initialisation du trafic sont également capables d'expliquer les phénomènes complexes du trafic.

Présentons les valeurs des paramètres issus du calibrage :

(a) pour le modèle de génération de trafic dont l'équation (28), les facteurs pris en compte et les coefficients sont dans la **Table 6** ci-dessous :

Table 6 - Calibrage du modèle de génération de trafic

X_j	Emploi	Voiture	Carburant	Route	Population	Ensemble
b_j	-26,75	-3,90	32,47	-23,42	7,54	17145,87
R_j	-2,418	-0,339	2,648	-1,049	1,568	0,732

Source : Résultats du modèle REMODE

Nota : Emploi, Voitures et Population en milliers, Carburant (essence+super) en milliers m^3 et Routes (Route+Autoroute) en km. Tous ces facteurs sont exprimés en 1990.

Dans la **Table 6**, la constante "a" est égale à 17145,87 et le coefficient de la corrélation R_0 est égal à 0,732, ce qui indique la bonne relation entre les trafics et les facteurs socio-économiques dans les zones étudiées. R_j exprime la relation entre le trafic et la variable j ; il y a forte correlation quand R_j est grand en valeur absolue.

(b) pour le modèle de distribution de trafic dont les équations (3b) et (27), les coefficients sont K=2,674E-06 et α=-3,979E-03. K est un facteur d'ajustement et α une constante pour mesurer l'influence des coûts généralisés sur les trafics.

Les résultats ainsi obtenus ont des utilisations pratiques. Ces coefficients peuvent être appliqués pour trouver les premières estimations de trafic de transit entre les zones d'étude en France.

Les matrices origine-destination reconstituées par les données de sondage de circulation en 1990, avec celles obtenues par **MATISSE** [MORELLET, 1990], peuvent être adoptées par le **SETRA** pour une utilisation officielle.

3. CONCLUSION

La méthode présente ici prend toute sa valeur si l'on cherche à calibrer l'ensemble de ses étapes constitutives "génération-distribution-affectation". Ce calibrage simultané garantit une certaine cohérence entre toutes ces étapes. Nous avons cherché ici rester à mi-chemin entre le respect des données et le respect des modèles de trafic, à éviter les calculs mathématiques trop compliqués pour assurer la robustesse des résultats face à des données peu fiables.

Remerciements : Un remerciement particulier s'adresse à un des référés M. Maurice ARON pour de nombreuses discussions intéressantes et la mise en forme de cet article.

BIBLIOGRAPHIE

BELL M.G.H., "The estimation of Origine-Destination Matrix from Traffic Counts", University College London, 1983.

CHEN Yu-Sen, "L'utilisation conjointe d'un modèle de génération-distribution et de comptages de circulation pour la reconstitution d'une matrice de trafic origine-destination", Thèse de Doctorat de l'ENPC, en cours, 1993.

CHEN Yu-Sen, "Reconstitution d'une matrice O-D du trafic interurbain par les comptages de circulation 1990", Rapport d'Etude, INRETS, 1992.

DANECH-PAJOUH A.M., "Estimation des matrices Origine-Destination par les comptages et la théorie d'information", Rapport d'Etude no. 126, INRETS, 1990.

DOBIAS G., "Les transports interrégionaux de personnes", Presses de l'ENPC, 1989.

HAMERSLAG Rudi and IMMERS Ben H., "Estimation of trip matrices : Shortcomings and possibilities for improvement", Transp. Res. Rec. 1203, 1988.

MARCHE R., "Propriétés de la loi log-normale et application aux distributions statistiques des valeurs horaires du temps", Rapport d'expertise, INRETS, Mars 1991.

MORELLET O. et al., "Un modèle de choix des usagers entre itinéraires concurrents", SETRA, 1980.

MORELLET O., "Estimation des valeurs moyennes du temps des voyageurs à l'aide du modèle MATISSE", Note du 29 octobre 1991.

MORELLET O., JULIEN H., "Le modèle MATISSE - Modèle d'analyse du transport international pour des scénarios de services en Europe", Rapport d'Etude no. 129, INRETS 1990.

NGUYEN Sang, "Estimating an O-D Matrix from network data: a network equilibrium approach", Centre de Recherche sur les Transports, Université de Montréal, Publication No. 87, 1977.

PAPON F., "Les réactions de la demande face au péage sont insuffisamment connues et méritent des études approfondies", Chapitre 5 de la thèse soutenue en septembre 1991.

SETRA, "Guide des études de trafic interurbain — Guide méthodologique", Mai 1992.

SETRA, "Instruction relative aux méthodes d'évaluations des investissements routiers en rase campagne", 1986.

SETRA, "Les déplacements automobiles interurbains des ménages". Document de synthèse, Juin 1987.

SETRA, "Préparation des données ARIANE 04".

SETRA, "Temps de parcours des véhicules sur itinéraires interurbains", Note de synthèse, Septembre 1984.

SETRA, "Trafic échangeur à échangeur", janvier 1992.

TAO Qian-Kan, "Operations Recherches", Presse de l'Université de Jiao-Tong à XiAn, 1987.

VAN ZUYLEN H.J., "A method to estimate a trip matrix from traffic volume counts", PTRC Summer Annuel Meeting, University of Warwick, july 1978.

WILLUMSEN L.G., "Estimation of an O-D Matrix from traffic Counts -a Review", Institute for Transportation Studies, University of Leeds, August, 1978.

WILSON A.G., "A statistical theory of spatial distribution models", Transp. Res. Vol. 1, pp253-269, 1967.

TA13.03 - **Assigning Traffic to Interurban Networks by a Simulation of Traffic Flow and Traffic Counts**

(Transportation Research, Février 1993)

Abstract — Many traffic assignments techniques are founded on complicated mathematical formulations, which are difficult to solve and have to be simplified by linear programmation. This simplification changes the original meanings of formulations, and the mathematical equations can no longer describe the behavioural characteristics of travellers.

This paper presents an alternative approach to simulate the traveller's route choice decision and taking into account network traffic situations. A traveller's trip is characterised by his travel motive and his value of time, and the set of all possible trips is then disaggregated into population segments according to these two parameters. These segments are then considered over all origin-destination pairs. Each segment on an origin-destination pair is chosen at random and then assigned to the network according to the least generalised cost solution and traffic conditions of the routes involved. Road capacities are also taken into account. The relation between travellers and routes, interpreted by a generalised cost, integrates traveller's parameters, expense, discomfort and the route's geometry. The assignment results are then controlled by traffic counts. The application of this approach on the French national network has shown that the results are interpretable from the point of view of transport economy.

1. INTRODUCTION

During the last 20 years, much of the research in traffic assignment techniques has been undertaken. One of the most predominant themes of this research has been an effort to develop comprehensive models, having both behavioural richness and computational tractability. The two approaches most often used among the recent techniques have been : (1) equilibrium assignment models, and (2) stochastic models. Some of them have significant computational advantages; the others permit richer modelling of user behaviour. There are also some other approaches such as dynamic models, which integrate one more temporal dimension than the two previous approaches.

1.1. Equilibrium Assignment Models

Equilibrium assignment models [MATSOUKIS, 1986] are based on or make use of Wardrop's first principle, which can be stated as "an equilibrium exists when a driver (i.e. an increment of flow) cannot reduce his travel time by switching to another route between his origin and destination". Beckman et al. were the first who showed that assignment according to the Wardrop's equilibrium principle can be expressed as a convex minimisation problem with linear constraints, provided that the cost of travel on each link of the network is a suitably increasing function of the traffic flow on the link. In its simplest form, this problem can be stated as follows:

Let V_a = number of vehicles per unit time on link a of the network,
$S_a(V_a)$ = generalised travel cost on link a, which is a function of flow V_a.

X_{ij}^r = number of vehicles from i to j on path r; and

δ_{ij}^{ar} = 1 if link a belongs to a path from i to j; 0 otherwise.

If the trip matrix $[T_{ij}]$ is given, then the equilibrium assignment of trips to links may be found by solving the following non-linear programming problem:

$$\min \Sigma \int_0^{V_a} S_a(X)dX$$

$$\text{subject to} \quad V_a = \sum_i \sum_j \sum_r \delta_{ij}^{ar} X_{ij}^r \qquad (1)$$

$$\sum X_{ij}^r = T_{ij}$$

$$X_{ij}^r \geq 0$$

for all links in the network; i=1 ...N; j=1...N; and N = number of zones (see **Fig. 1** below).

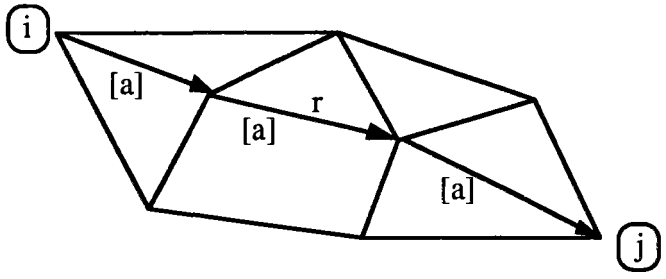


Fig. 1 - Representation of Equilibrium Equation in the Network

This is a non-linear programming (NLP) problem and is very much harder to solve than, for example, simulation models. In this case, the Frank-Wolfe decomposition algorithm can be used to solve the problem.

The main disadvantage of the equivalent optimisation formulation is behavioural. The "user equilibrium principle" consists of a sound behavioural assumption, in urban areas with a relatively dense and limited network. This is not the case, however, in interurban travel with a vast network because the origin-destination distances are variable and relatively long, thus permitting commuters many more possibilities and often preventing the critical situations of the equilibrium.

Moreover, the transformation of the above NLP problem into a linear programming (LP) problem changes the original sense of Wardrop's first principle. The formulation is thus very difficult to explain.

1.2. Stochastic Models

Wardrop's first principle is based on the assumptions of traveller omniscience and rationality. This is commonly used to describe idealised behaviour and is not realistic.

For this reason, the random utility theory is used to describe user stochastic perception of performance. It can be expressed algebraically in the following general way [Gommers and Bovy, 1986] :

$$U_{ij} = V_{ij} + \varepsilon_{ij} \qquad (2)$$

where : U_{ij} = total utility of route j to traveller i,

V_{ij} = observable utility of route j to traveller i (systematic utility component),

ε_{ij} = unknown utility component (random utility part).

The relationship of V_{ij} with measurable route attributes is postulated in the utility function, while the random term ε_{ij} is supposed to obey a joint probability distribution having certain characteristics.

The second important hypothesis of the random utility theory is utility maximisation: the traveller always chooses the alternative that gives him maximum utility. This principle thus presupposes some form of rational choice, given the information, perception and preferences of the travellers.

"This procedure is limited in practice because it requires substantial computational effort for even modestly sized problems" [SAFWAT and MAGNANTI, 1988].

1.3. Purpose of the Present Study

Previous studies can be categorised into two groups. The first group includes those models that incorporate the broadest set of behavioural assumptions and the second group includes those that have the attractive computational features of equivalent optimisation formulation. Few of these studies has, however, combined the behavioural richness with the computational advantages.

The objective in this paper, therefore, is to develop a model that satisfies both aspects of the problem. In effect, by creating a system of Traveller-Trip-Route , the model simulates the traffic flow in network. The combination of traveller's route choice and assignment of traffic to network prevents the calculation burden of complicated mathematical formulations.

2. ASSIGNING TRAFFIC TO THE NETWORKS BY A SIMULATION OF TRAFFIC FLOW

The original idea of this alternative assignment method is to describe the traffic flow as it looks on the network. By simulation, we will obtain the traffic passing on each route and know the assignment results. We will also verify the results by traffic counts on certain routes. The simulation requires, therefore, a detailed description of a "Traveller-Trip-Route " system, and their interactions. We will try to describe this system from the mechanism of traffic and transportation engineering and the available statistics.

2.1. Description of Travellers

The following three questions must be answered for all travellers who make a trip in the interurban highway network.

(1) Why take a trip,

(2) Which itinerary to take, and

(3) When to start the trip.

The travel motive could be professional, personal or others (such as shopping, visiting, etc.). The itinerary to take depends on traveller's motive and his personal characteristics. For an interurban traveller, he often takes into account traffic situation on the road in determining when to depart.

Each traveller is different. His choice of travel, his destination and his reactions when driving are seldom as same as the others. But all travellers can be characterised by a value of time.

The value of time is an important indicator of traveller's behaviour. It is something that has a strong relationship with traveller's personal income [MARCHE, 1990]. The distribution of the value of time of all travellers is given by a log-normal distribution [MARCHE, 1990], which is to be discussed in the following sections.

2.2. Description of Trips

A trip means a voyage from an origin to a destination. A trip matrix (an origin-destination matrix) gives quantitative and spatial information on travel.

But this matrix does not give all relevant information ; motive, departure time and itinerary are not included. Moreover, the traffic in the matrix is so-called transit traffic. There is no local traffic information in the trip matrix.

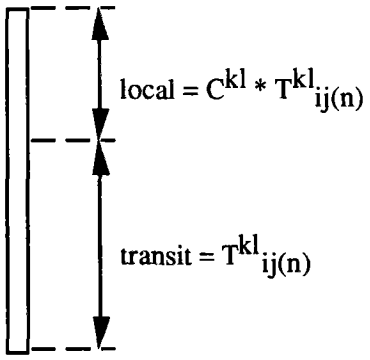
These defaults can be overcome by the combination of traveller-trip in the "Traveller-Trip-Route " system and by information contained in the traffic counts.

2.3. Description of Routes

The routes designate here the main roads, including freeways, state roads and some local roads. Each road should contain the type(freeway, state road or local road), its two extremities (nodes), the width, the length, the slope, the toll and the traffic counts if any.

Traffic counts contain transit traffic and local traffic. Transit traffic is defined as the traffic passing through the zone, while local traffic is defined as the traffic remaining in the zone.

From a traffic census carried out in France in 1990, we obtain not only the traffic counts but also the coefficient of local traffic by transit traffic, noted as C^{kl}. If the transit traffic passing by route kl is T_{ij}^{kl} , then the total traffic is $T_{ij}^{kl} * (C^{kl}+1)$ (see the **Fig. 2** below).



C^{kl} --- coefficient of local traffic by transit traffic, known from the traffic census in 1990

$T^{kl}_{ij(n)}$ --- segment n of transit traffic T_{ij} passing by route kl

Fig. 2 - Traffic Composition of Segment n on Route kl

Though coefficients C^{kl} are often available for certain routes of the networks, they can be classified according to zone and type of route, and can be thus generalised to give a value for each remaining route.

This is interesting, because it permits us to take into account the real traffic situation by a transit matrix and traffic counts, which are often easily available. Moreover, the traffic counts are also useful in verifying the assignment results as will be discussed.

2.4. System of "Traveller-Trip-Route "

After the description of three main factors of the system, we can combine them and try to establish their interactions. For example, We can disaggregate trips by traveller's value of time and trip matrix. We can also establish the relation between traffic and routes by a generalised cost.

2.4.1. Disaggregation of Trips

Combining traveller's motive and value of time [MARCHE, MORELLET, PAPON, 1990] with a trip matrix, we have the distribution of trips by motive and value of time.

According to a study taken in France, the results of this distribution [SETRA, 1987] are given in **Table 1**:

Table 1 - Trip distribution according to motive and value of time

Motive	Percentage (%)	Value of time (FF/h)	Standard deviation
Personal	60	60	0.8
Professional	13	185	0.6
Others	27	70	0.7

(FF represents the French Franc in 1990)

We can disaggregate trips for a given motive by its percentage. For example, the personal motive represents 60% of total trips. If we want to disaggregate this motive into 5 segments, the each segment accounts for 12% of the total trips. Supposing that the value of time for each motive follows a log-normal distribution [MARCHE, 1990], we can obtain these values for the different segments of personal trips.

We recall here some basic definitions of a log-normal distribution. A statistic unimodal distribution establishing towards X's great values takes a symmetric form of Laplace-Gauss type if X is arranged by logX. We say that X follows log-normal distribution.

An elementary normal distribution can be expressed as follows:

$$dp = \frac{1}{\sigma * \sqrt{2\pi}} * \exp(-\frac{(z-m)^2}{\sigma^2}) * dz \qquad (3)$$

Here m designates the mean and σ the standard deviation. The normal distribution depends on these two parameters (m and σ).

Thus an elementary log-normal distribution is as follows:

$$dp = \frac{1}{\sigma_g * \sqrt{2\pi}} * \exp(-\frac{(\log x - m_g)^2}{\sigma_g^2}) * d(\log x) \qquad (4)$$

The principal characteristics of a log-normal distribution are:

$$m_g = \exp(m + \frac{\sigma^2}{2})$$

$$\text{and } \sigma_g = m_g * \sqrt{\exp(\sigma^2) - 1)} \qquad (5)$$

Where m_g and σ_g represent the mean and the standard deviation respectively.

A standardised normal distribution is often used to calculate the elementary probability. Note this distribution as $X_0 \sim N(0,1)$.

For another distribution with mean m and standard deviation σ, noting $Z \sim N(m, \sigma^2)$. If its relation with $X_0 \sim N(0,1)$ is :

$$Z = m + X_0 * \sigma \qquad (6)$$

Then we can say that Z has the same probability as X_0. This is also true for X=exp(Z) while X follows a log-normal distribution:

$$X = \exp^{(Z)} = \exp^{(m + X_0 * \sigma)}$$

$$= \frac{\exp^{(m+\frac{\sigma^2}{2})}}{\exp^{(\frac{\sigma^2}{2})}} * \exp^{(X_0 * \sigma)} = \frac{m_g}{\exp^{(\frac{\sigma^2}{2})}} * \exp^{(X_0 * \sigma)} \qquad (7)$$

Where m_g is the mean of a log-normal distribution and σ represents the standard deviation of the corresponding normal distribution.

Now we can show how to disaggregate the trips for a given motive.

For a given motive i, we know its value of time H_i and its standard deviation σ_i as well as its percentage P_i. We want to disaggregate the trips forming this motive into a certain number of segments S_i.

For each population segment j of motive i, we have its percentage $P(i,j)=P_i / S_i$. According to the log-normal distribution, we can calculate the value of time (the median) for this segment. The calculation of the median is the following:

(a) calculate first the probability corresponding to this median:

$pmc(i,j)=1.0 / S_i*0.5*(2*j-1)$

where $1 \leq j \leq S_i$,

(b) find the value $X_0(i,j)$ (ordinate) corresponding to pmc(i,j)

by the distribution N(0,1),

(c) calculate then the median X(i,j) by the above formula (7).

For other segments of motive i and other motives (other than motive i), the calculations are the same. We can then find all the values of time (medians) and the percentages for all the segments.

The number of population segments (S_i) that we want to obtain for each motive (i) depends on the desired precision of our simulation. The larger S_i is, the more precise the results and the heavier the calculations are. An experimentally-obtained value of P(i,j)=5% for each segment has been shown to be viable [CHEN, 1992].

2.4.2. Generalised Cost

A generalised cost is an important parameter, as it draws a relationship between the travellers and the possible routes. It is a function of traveller's value of time and the road type and geometry. It links the sensibilities of travellers to the service levels of routes.

The formula is given by :

$$G(i,l)=v(l)*t(i)+(Cc+Cp+Ce+Cm)*d(i) \qquad (8)$$

where
- G(i,l) = generalised cost on arc i for traveller l,
- v(l) = value of time for traveller l,
- t(i) = travel time on arc i,
- d(i) = length of arc i,
- Cc = fuel consumption on arc i,
- Cp = toll on arc i,
- Ce = vehicle maintenance and wear expense for traveller l,
- Cm = discomfort factor.

Values for Ce and Cm were given by an independent study [SETRA, 1987]. For example, for a car on a two-lane road, Cm = 0,21 FF/km and Ce = 0,27 FF/km.

The variables t(i) and Cc are functions of traffic flow and are recalculated after each assignment of a segment of trips.

2.5. Simulation of Traffic Flow

So far, we have established the "Traveller-Trip-Route " system. This system forms the basis of our traffic simulation model.

The simulation is developed from the following three assumptions :

(1) a particular trip can be considered independent of all others in the set of interregional trips;

(2) travellers choose in advance their itinerary with the minimum generalised cost;

(3) in case of congestion on their itinerary, travellers take new routes from the entry of the congested route to their destination, which give them a new minimum generalised cost.

The random selection of segments is an element often used in simulation, which relies on the independence of the trips made. As for a particular traveller in the set of interregional trips, he could perhaps know when to travel. But for all the travellers between all the origins and destinations, everyone is independent. So everyone has an equal chance to be selected. This is thus a reasonable assumption.

An interurban traveller can often inform himself before travelling. With the help of a route map, radio-traffic service or even a telephone-line-connected data base (called Minitel in France), a traveller often chooses his itinerary in advance. This prechoice is based on the current road conditions and available information as well as his previous experience of travels, and could also be changed during his travel.

The itinerary with the the minimum generalised cost for a segment of trips in an origin-destination pair is calculated by the generalised cost formula and the algorithm of **DIJKSTRA** [1959]. As mentioned before, if a traveller encounters congestion, he will modify his choice of routes based on the same principles.

The mechanism is as follows :

(1) prepare the total set of trips;

The set of interregional trips is composed of all O-D pairs. Each O-D pair (with traffic T_{ij}) is disaggregated into a certain number of segments K. A particular segment can then be written as T(i,j,k).

(2) initialise traffic situation in the network;

The initial traffic situation in the network can be fixed at a certain level. For example, the travel time can be 80% ~ 100% of free travel time (with little traffic).

(3) select a segment;

The attribution of a segment n with a traffic T(i,j,k) for simulation is selected at random in the total set of trips.

(4) assign a segment;

The itinerary with the minimum generalised cost for segment n is chosen after the loading of segment n-1 on the network. If travellers of segment n encounter a route where the traffic (with or without a part of travellers of this segment n) just reaches its capacity, this group (part 1) of the travellers continue on their preselected itinerary to their destination. The rest of the travellers of this segment (part 2) take no more the routes from the entry of the congested route to their destination, but search for routes of new minimum generalised costs with a new situation of traffic flow on network (see **Fig. 3**).

This algorithm is applied even for those travellers who have passed the preceding link where some routes had been congested and who could encounter again the congestion in the following links.

(5) recalculate the generalised costs for the whole network;

(6) repeat from (3) until all the segments (T(i,j,k)) are assigned to the network.

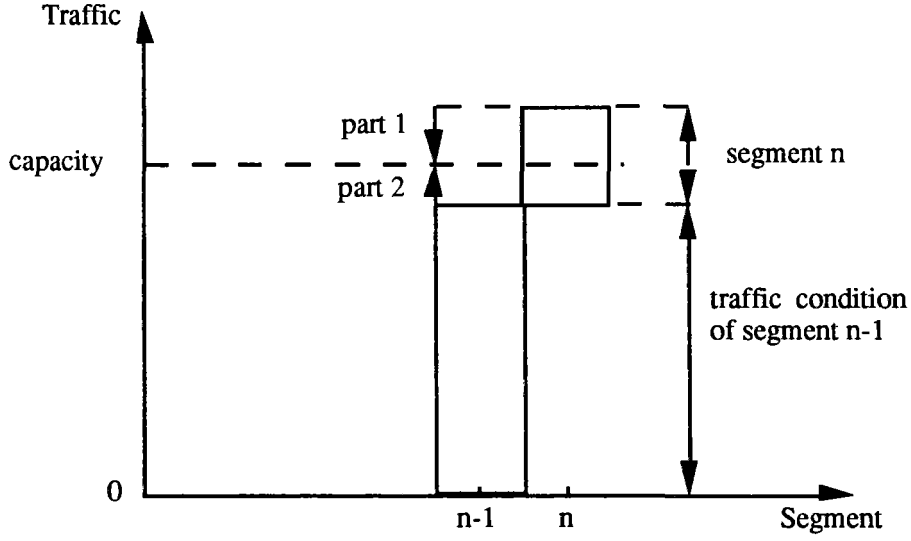


Fig. 3 - Simulation of traffic Flow

We specify again that the traffic in a trip matrix for the simulation is the transit traffic. But the loading traffic on routes is the transit traffic plus the local traffic, as we know the relations between them in each zone by the information contained in traffic counts (see paragraph 2.3. before).

This method of simulation of traffic flow is therefore efficient. It is behavioural and without any calculation difficulties. The application of this method to the French national network has given very encouraging results [CHEN, 1992].

3. CONTROLLING THE SIMULATION RESULTS BY TRAFFIC COUNTS

We often doubt about the assignment results, not only because of the assignment method but also because of the trip matrix used. Assignment methods are often not so much behavioural and unable to explain the traffic reality. A trip matrix is the basis of the assignment. But this matrix is difficult to obtain. Even though such a matrix does exist, it is often asked whether it is coherent with the assignment and the network.

In the preceding sections, we have shown that the simulation of traffic flow reflects traveller's behaviour well. In another paper [CHEN, 1992], the author presented an efficient method to reconstitute an origin-destination matrix by traffic counts and the simulation of traffic flow. We will present here a method to ensure the coherence of the assignment results and the trip matrix with traffic counts, thus making the assignment results not only behavioural but also realistic.

The relation between traffic counts, traffic assignment and the trip matrix is given by:

$$R_e^{kl} = \sum_{i=1}^{N} \sum_{j=1}^{N} (P_{ij}^{kl} * T_{ij}) \qquad kl=1,2,...,M \qquad (9)$$

where : R_e^{kl} = estimated traffic on counter kl,

T_{ij} = traffic between zone i and zone j,

P_{ij}^{kl} = percentage of T_{ij} passing by counter kl.

M = number of counters,

N = number of zones.

In order that the estimated counts R_e^{kl} are as close as the measured counts R_m^{kl}, we establish an objective function that minimises the difference between them :

$$\text{Min } Z = \text{Min } (\sum_{kl=1}^{M} | R_e^{kl} - R_m^{kl} |) \qquad (10)$$

Combining equations (9) and (10) and taking the derivative of Z over P_{ij}^{kl} and T_{ij}. we obtain the following equations:

$$P_{ij}^{kl} = \frac{R_m^{kl} - RSPijkl}{Tij} \qquad (11)$$

Where: $RSM^{kl} = \sum_{i=1}^{N} \sum_{j=1}^{N} P_{ij}^{kl} * k * O_i * D_j * F_{ij}$

$$RSPijkl = RSM^{kl} - P_{ij}^{kl} * Tij$$
$$Tij = K * O_i * D_j * F_{ij} \qquad (12)$$

$$T_{ij} = \frac{\sum_{kl=1}^{M} (R_m^{kl} - RSPijkl) * P_{ij}^{kl}}{\sum_{kl=1}^{M} (P_{ij}^{kl})^2} \qquad (13)$$

This means that the new values of P_{ij}^{kl} and T_{ij} are a function of their previous values. So for a given matrix T_{ij}, we can obtain the first estimate of P_{ij}^{kl}. Then by the application of the objective function (10), we obtain P_{ij}^{kl} and T_{ij}, which are coherent with traffic counts. In this case, if we like, we can use new P_{ij}^{kl} and T_{ij} to simulate the traffic flow again, which often gives better results.

The application of this new method to the French national highway network has shown that the method is quite efficient and the results are interpretable from the point of view of transportation economy.

4. SUMMARY

An alternative method has been developed for assigning traffic to interurban networks by a simulation of traffic flow and traffic counts. This method simulates the traveller's route choice taking into account network traffic situations. The assignment results are then controlled by traffic counts. The trip matrix and the assignment results correspond completely with traffic counts. This makes the method much more behavioural and realistic.

Acknowledgments : This study was carried out as part of a doctoral dissertation at INRETS (French National Research Institute of Transportation). The author is grateful to his Ph.D. supervisor Mr. DOBIAS,

and his research advisor Mr. MORELLET, for the financial support, helpful comments and stimulating discussions.

REFERENCES

1. CHEN Y.S., "Reconstitution d'une matrice o-d du trafic interurbain par les sondages de circulation 1990", INRETS, Study Report, March 1992.
2. CHEN Y.S., "Reconstitution de matrices origine-destination du trafic routier interurbain par les comptages et la simulation de circulation", Proceedings of 6th WCTR, Lyon, July 1992.
3. DIJKSTRA E.W., "A Note on Two Problems in Connexion with Graphs", Numerische Mathematik 1, pp269-271, 1959.
4. GOMMERS M.J.P.F. and BOVY P.H.L., "Calibration of the stochastic multiple-route assignment model", PTRC, July 1986.
5. MARCHE R., "Propriété de la loi log-normale et application aux distributions statistiques des valeurs horaires du temps", INRETS, 1991.
6. MATOUSKIS E.C. and MICHALOPOULOS P.C., "Road traffic assignment — A review, Part II: Equilibrium Methods", Transp. Planning and Techn., Vol. 11, PP117-135, 1986.
7. MORELLET O., "Estimation des valeurs moyennes du temps de voyageurs à l'aide du modèle MATISSE", INRETS, 1991.
8. PAPON F., "Les réactions de la demande face au péage sont insuffisamment connues et méritent des études approfondies", INRETS, 1991.
9. SATWAT K.N.A. and MAGNANTI T.L., "A combined trip generation, trip distribution, model split, and trip assignment model", Transp. Scien., Vol. 18, No.1, February 1988.
10. SETRA, "Les déplacements automobiles interurbains des ménages", Note de synthèse, 1987.

"Utilisation conjointe d'un modèle de génér[illegible] des comptages de circulation pour la reconstitution d'une matrice de trafic routier origine-destination"

De l'analyse des méthodes existantes à la recherche d'une méthodologie, du raisonnement au développement, de la réalisation à l'application, nous pouvons conclure qu'une nouvelle méthode (**REMODE**) a été développée pour reconstituer une matrice origine-destination de trafic interurbain à partir des comptages. Cette méthode, inspirée de la programmation dynamique et des théories des graphes, modélise les comportements des voyageurs d'une part, et tire avantage du calcul mathématique d'autre part. Le but de la fonction objectif est de minimiser la différence entre le comptage et la valeur estimée sur les compteurs. A partir de cela, tous les processus, notamment ceux de génération, distribution et affectation, sont conçus d'une façon continue afin de garantir leur cohérence ainsi que le sens global de chaque élément concerné. Les principales nouveautés de cette nouvelle méthode sont : (1) Le calibrage autonome du modèle est assuré par le programme lui-même. (2) La simulation de l'écoulement du trafic est fondée sur la désagrégation des voyageurs et l'offre du transport. (3) Les définitions des priorités au calcul ont été également entreprises dans le développement de la fonction objectif. Cette méthode a été calibrée et appliquée au réseau routier français et les données de comptages en 1990. Les principales matrices origine-destination reconstituées (matrices régionale, départementale et intermédiaire) sont interprétables du point de vue mathématique et socio-économique du transport.

Mot-clés : modélisation, trafic routier, reconstitution, matrice origine-destination, comptages, théories des graphes, désagrégation, simulation, système, réseau, transport, voyageur, socio-économie, génération, distribution, affectation.

ABSTRACT

"Conjoint Utilization of a Generation-Distribution Model and Traffic Counts for the Reconstitution of an Origin-Destination Matrix"

From the analysis of existing methods to the research of a methodology, from the reasoning to the development, from the realisation to the application, we can say that a new method (**REMODE**) has been developed for the reconstitution of interurban origin-destination matrices from traffic counts. This method, inspired by dynamic programming and graph theories, models the traveller's behaviour on the one hand, and takes the advantage of mathematic calculations on the other hand. The objective function minimises the difference between the traffic counts and the estimated values. From this function, all the processes, especially those of generation, distribution and assignment, are made in a consistent manner in order to guarantee their coherence and global sense of each concerned element. The main features of this new method are : (1) The automatic calibration of the model is assured by the programme itself. (2) The traffic simulation is based on the disaggregation of travellers and the supply of the network. (3) The definitions of the priorities of calculation have also been considered in the development of the objective function. This method has been calibrated and applied to the French highway network and traffic census data in 1990. The main reconstituted origin-destination matrices (regional, departmental and intermediate matrices) are interpretable from the mathematical and economical points of view.

Key-words : modelling, road traffic, reconstitution, origin-destination matrix, traffic counts, graphs theories, disaggregation, simulation, system, network, transport, traveller, socioeconomy, generation, distribution, assignment.