

Les Cahiers Scientifiques du Transport  
pp. 27-51 N° 24/1991

Robert CHAPLEAU

*La planification et l'analyse des systèmes  
de transport urbain : un bilan des méthodes  
et modèles disponibles  
avec l'approche désagrégée*

**La planification et l'analyse  
des systèmes de transport urbain :  
un bilan des méthodes et modèles disponibles  
avec l'approche désagrégée**

**Robert CHAPLEAU**

Ing., Ph. D., Professeur titulaire  
Section des Transports  
Département de Génie Civil  
Ecole Polytechnique

*Le développement actuel du système MADITUC est particulièrement redevable du soutien et des problèmes de ses partenaires. Il faut spécialement remercier les sociétés de transport S.T.C.U.M., Toronto Transit Commission, Winnipeg Transit, C.T.C.U.Q., S.T.L. ainsi que le M.T.Q., la C.U.M. et la ville de Montréal.*

Communication présentée au 25ème congrès annuel  
de l'Association Québécoise du Transport et des Routes

Montréal, 8 au 11 avril 1990

## I. INTRODUCTION

Les années 1980 ont vu véritablement l'émergence, dans tous les domaines du savoir et de l'intervention humaine, de nouveaux instruments analytiques autorisant une approche renouvelée dans la prise de décision. La planification du transport urbain a subi cette influence. Elle est passée, grâce à l'informatique et à la micro-informatique, d'un stade artisanal fondé sur l'utilisation de modèles synthétiques sommaires (procédure séquentielle classique ou Chaîne Globale Transport, méthode dont les insuffisances ont été confirmées par le GRETU (1) et Atkins (2), (3)) jusqu'à un stade "professionnel" reflété par le développement et l'utilisation de systèmes fondés sur une approche informationnelle (anti-synthétique a priori) comme celle de MADITUC --Modèle d'Analyse Désagrégée des Itinéraires de Transport Urbain Collectif--.

MADITUC est essentiellement un **environnement** qui intègre, autant que faire se peut, les cinq composantes d'un système d'information dédié à la planification des transports, à savoir:

- le personnel technique, professionnels (ingénieurs, urbanistes, économistes, géographes, sociologues) qui réalisent l'arbitrage et l'évaluation de tout fait ou connaissance qui peuvent contribuer à la clarification d'un problème de transport; son rôle est d'"interfacer" le preneur de décision avec la base de connaissances; sa responsabilité de manipulation (des instruments), de validation et d'interprétation (des données) est totale; ses limitations résident dans sa capacité à se soustraire aux problèmes de tutelle politique et de tutelle intellectuelle;
- les procédures, ensemble de savoirs, de méthodes et de processus relevant de la tradition technique (ou scientifique) de l'entreprise lorsqu'elle aborde des questions particulières de court, moyen et long termes; son rôle s'assume par sa transparence; ce qui en fait un élément éminemment culturel, en ce sens que la

"pratique souhaitable" relève surtout de comportements et de manières de faire qui vont souvent s'inscrire dans des réseaux multi ou inter-institutionnels;

- le matériel, ensemble des équipements, souvent informatiques, qui réalisent le support attendu -dans le temps et dans l'espace- nécessaire au traitement des méthodes d'analyses et des bases de données associées; à l'heure actuelle, les ordinateurs IBM (en macro et microinformatique) constituent, malgré leurs faiblesses reconnues, la norme la plus répandue;

- les logiciels, ensemble des instruments "génériques" ou d'application spécialisée, instruments qui cristallisent les meilleures méthodes disponibles et maîtrisées de traitement, d'exploration et d'analyse des bases de données; comme les problématiques, les questionnements et la technologie disponible évoluent toujours selon les nouvelles exigences continues du "bouillon de culture" qu'est notre collectivité; nos "savoir-faire" que sont les logiciels vieillissent rapidement et se doivent d'être constamment redéfinis;

- les bases de données, ensemble des faits connus et quantifiables à propos des diverses composantes de la problématique de l'offre/demande de transport urbain; on y distingue les données (périssables) sur les besoins spatialisés de transport (enquêtes Origine-Destination), les données sur l'offre (dimension géométrique des réseaux, niveaux de service, tarifs) et les diverses perspectives spatio-temporelles (regroupement territorial et effets de pointe) examinées; de plus en plus, les niveaux de résolution considérés exigent une envergure et une cohérence qu'aucun organisme ne peut assumer individuellement; d'où l'utilisation de systèmes de référence et de normes de plus en plus rigoureux (Statistiques Canada, Poste Canada, géocodage selon U.T.M., Area Master File, etc...).

Dans un tel contexte, les éléments les plus importants à

décrire relèvent plutôt de la philosophie d'approche sous-jacente à la conception et au développement du système MADITUC, que sa description technique sommaire qui est explicitée dans les références suivantes: (4, 5, 6, 7, ...).

Les paragraphes suivants rappellent les concepts fondamentaux relatifs au design du système, les principaux champs d'application connus ainsi que les principales problématiques auxquelles font face les partenaires intéressés.

## II. CONCEPTS FONDAMENTAUX

L'appellation "désagrégée" associée au système MADITUC se réfère, d'une part, au **traitement systématique d'informations de caractère individuel** (déplacement et les caractéristiques de la personne ou du ménage impliqué) spécifiées par de multiples variables, et, d'autre part, au **traitement d'informations à caractère spatial n'exigeant pas ou peu de système territorial** défini a priori (sans système zonal). Ces éléments de base ont permis de remettre totalement en question l'approche traditionnelle de modélisation, afin de bénéficier des meilleurs instruments tant méthodologiques qu'informatiques devenus disponibles dans les années 1980.

### A. Système d'information vs modèle

L'approche du système MADITUC se veut résolument fondée sur les bases de connaissances et d'informations disponibles plutôt que sur des modèles algébriques simplistes, lesquels étaient les seuls disponibles avant les investissements faits dans les bases de données que sont les enquêtes régionales Origine-Destination, par exemple. Les modèles de distribution de déplacements, de type proportionnel ou gravitaire, ou encore, les modèles agrégés de répartition modale de type "logit" ne résistent plus à une confrontation sérieuse à des données observées. Toute analyse structurée autour de catégories judicieusement définies, faite avec des outils statistiques modernes tels que SAS ou SPSS, développera une information plus crédible. Dans cet esprit, on conviendra facilement que les études comportementales de mobilité basée sur les caractéristiques socio-démographiques

ont un meilleur pouvoir descriptif et explicatif des phénomènes de transport urbain. Ainsi, émergeant d'analyses désagrégées, de tels modèles peuvent refléter des situations plus complexes.

## **B. Evolution technologique**

Le potentiel analytique d'aujourd'hui est fortement conditionné par les nouveaux matériels et surtout les nouveaux logiciels génériques disponibles. Le traitement de texte, le traitement des nombres, le traitement des bases de données structurées, le traitement des données graphiques ainsi que diverses facilités de télécommunication -tous des instruments interactifs- font partie de la nouvelle culture technique des planificateurs. Tout modèle d'analyse de transport doit reconnaître cette réalité et tenter de structurer et d'adapter son environnement en conséquence. Sur ce point, MADITUC est considéré comme branché sur les nouveaux logiciels qui se sont imposés comme normes: dBASE, LOTUS 1-2-3, EXCEL, AutoCAD, SAS. Le design du système, évolutif et adaptatif, bénéficie constamment des derniers développements et de la synergie micro-informatique.

## **C. Modularité et intégration**

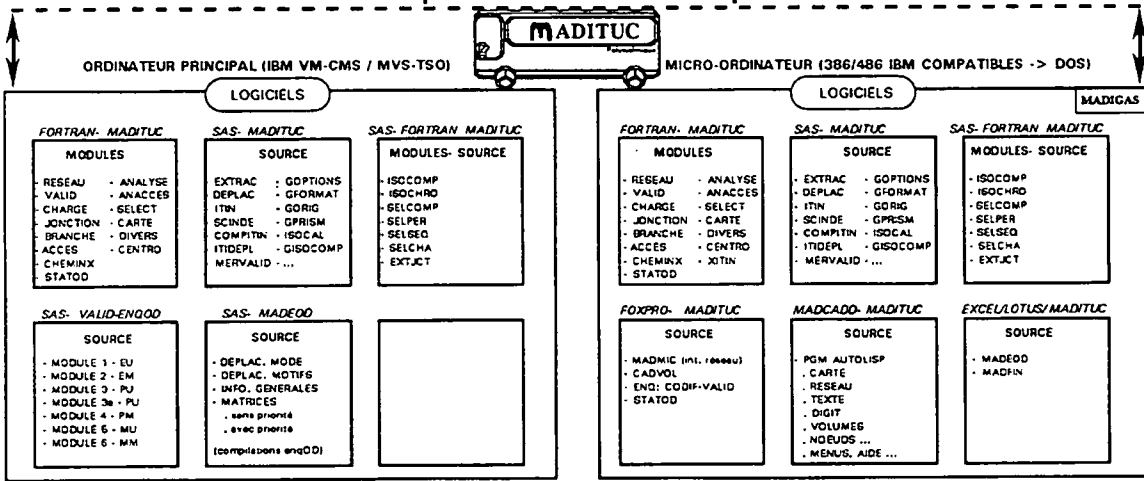
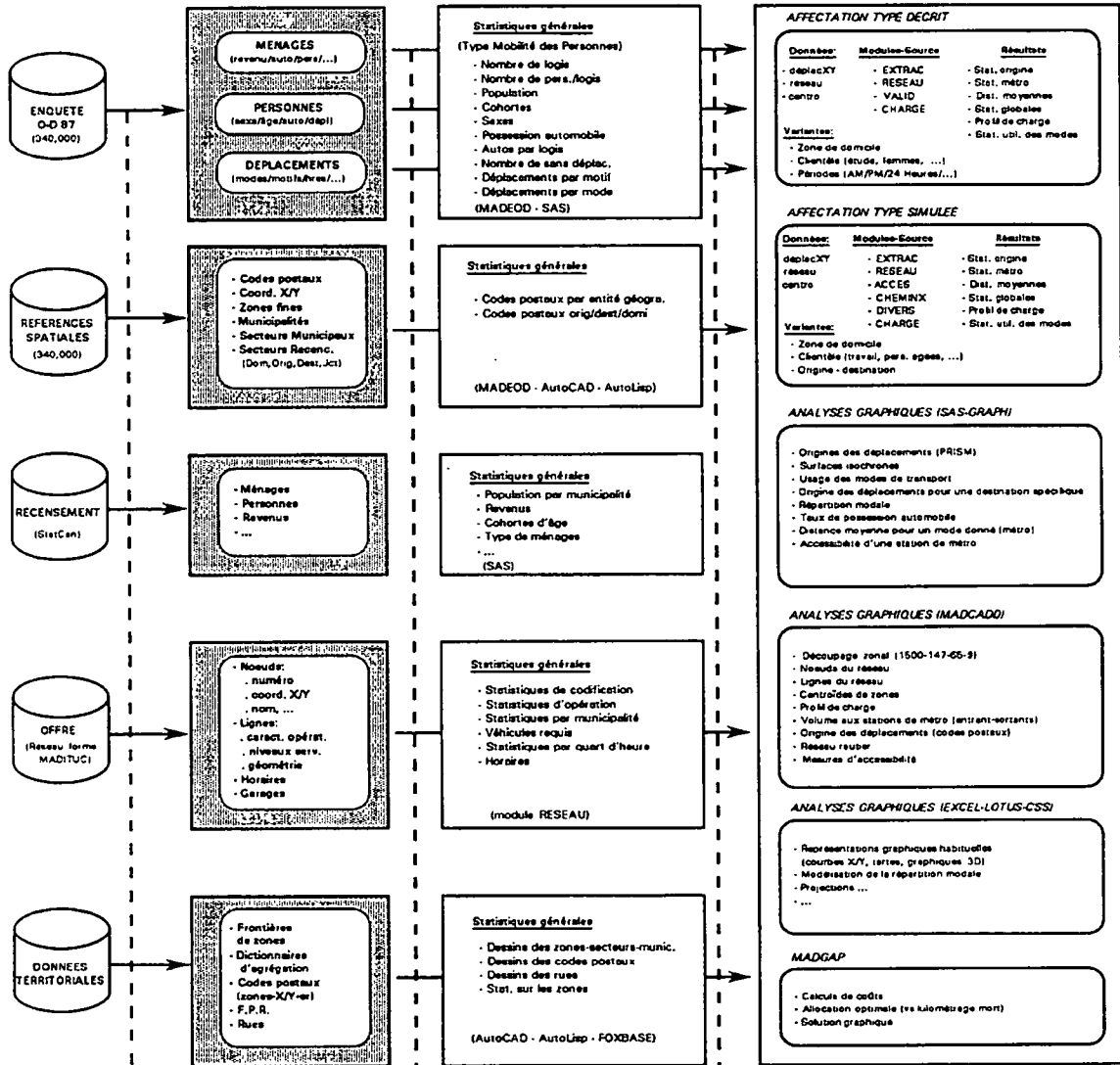
Comme la figure 1 l'illustre, l'architecture du système MADITUC est très modulaire, tout en fonctionnant avec des fichiers d'information ouverts -accessibles et modifiables par l'utilisateur-. Lorsque travaillant avec des coordonnées géographiques selon la norme U.T.M. (système Mercator choisi par Statistiques Canada) pour le traitement des données à référence spatiale, il est relativement aisé d'intégrer différentes bases de données territoriales externes. Plusieurs systèmes d'information, avec leurs procédures de valorisation associées, peuvent ainsi être intégrés.

## **D. Caractérisation des territoires**

Lors d'une étude de transport urbain, plusieurs perspectives peuvent être empruntées selon la signification de l'agrégation territoriale des résultats. Ainsi, on distingue

COMPILATIONS CLOISONNEES

COMPILATIONS INTEGREES



différents niveaux:

- la *coordonnée x-y UTM*, comme référence de localisation des points d'origine et de destination des déplacements effectués par les usagers de transport; en pratique, l'adresse précise ou le code postal -côté d'îlot- sont les entités les plus fines utilisées; cette précision est surtout importante pour modéliser l'accès -par la marche- à un réseau de transport collectif; dans le contexte de l'enquête O-D de la STCUM de 1987, on dénote environ 70,000 codes postaux dans la grande région de Montréal;
- la *zone fine*, petite entité géographique devant correspondre à une fonction homogène d'activité; ce système sert notamment à la représentation thématique des résultats de niveau de service, tels les surfaces isochrones fort utiles pour apprécier l'accessibilité moyenne d'un territoire; lors de l'enquête O-D de la STCUM en 1982, on dénombrait 1496 zones pour la grande région de Montréal;
- le *secteur de recensement*, entité de base pour le recueil des données socio-démographiques servant à la validation ou à la pondération des données de transport;
- la *municipalité*, entité territoriale politique normalement formée de plusieurs zones fines; il en existe plus d'une centaine dans le territoire d'enquête du Grand Montréal;
- la *sous-région*, correspondant à des entités significatives au niveau géopolitique; pour la région de Montréal, un minimum de 9 districts permettent de segmenter les territoires de desserte des plus importants organismes publics de transport que sont la S.T.C.U.M., la S.T.R.S.M., la S.T.L ainsi que les C.I.T. environnants.

Le traitement de ces données, en particulier pour son agrégation, s'effectue soit à partir de dictionnaires

d'appartenance, soit à partir de procédures mathématiques de repérage spatial; cette deuxième technique exige cependant la digitalisation des frontières de zones à une très grande précision.

### **E. Caractérisation des réseaux**

Dans l'environnement MADITUC, le réseau de transport en commun est approché de manière globale, donc multi-modale. Pour la région de Montréal, une simulation T.C. implique le train, le métro, les réseaux de surface des O.P.T. (STCUM, STRSM, STL) et des C.I.T.. Ces réseaux sont spécifiés en termes géométriques (tous les tracés de lignes) et de niveau de service (vitesses commerciales, longueurs, intervalles, type de service, division). A Toronto, entre autres, plus de 350 lignes sont spécifiées.

L'expérience de Winnipeg (le Winnipeg Transit Department) nous enseigne qu'il est possible de définir la géométrie du réseau avec un minimum d'intervention humaine. En effet, la combinaison d'un fichier municipal de toutes les adresses des résidences -spécifiées avec numéros et noms de rue- avec un fichier d'arrêts d'autobus définis pour le système Teleride -intersections de rues-, a permis de dériver automatiquement un réseau MADITUC de noeuds et de lignes référencés spatialement (par l'usage du code postal et la fusion des arrêts aux points de correspondance). Ici, le réseau 24 heures est totalement défini, avec ses 4652 arrêts et de nombreuses lignes avec des branches multiples.

### **F. Caractérisation de la demande**

La raison d'être du système MADITUC tient au traitement intégral de toutes les informations et données disponibles dans le fichier structuré (ménage-personne-déplacement) des déplacements de l'enquête ORIGINE-DESTINATION. Toutes les VARIABLES disponibles, socio-économiques ou spatiales, peuvent être interfacées avec des variables construites à partir des modèles de calcul sur le



réseau; ainsi, l'identification du passage sur un lien ou à un noeud, couplé aux diverses mesures de niveau de service (temps de parcours, d'attente, nombre de correspondances), autorise des analyses sophistiquées.

### **III. CHAMPS D'APPLICATION**

La figure 2 illustre l'agencement, dans MADITUC, des trois systèmes d'information cités plus haut, auxquels correspondent:

- des fichiers respectifs de DONNEES,
- des PROCEDURES spécialisées de traitement,
- des exemples typiques d'APPLICATIONS directes ou combinées.

#### **A. Planification des réseaux de transport en commun**

Les applications de type planification opérationnelle d'un réseau de transport en commun sont traditionnelles et bien connues. Elles sont axées vers le développement du meilleur compromis "bénéfices des usagers/coût de l'exploitant", dans un contexte d'évaluation multicritère. Comme système d'aide à la planification, on y distingue les applications suivantes.

##### **1. Modèle d'évaluation des ressources**

A l'aide du seul module RESEAU, et des données correspondantes de géométrie et du niveau de service, des modèles de coûts peuvent être développés, à condition d'être basés sur le nombre maximum de véhicules requis (en pointe), le nombre de véhicule-heures et le nombre de véhicules-kilomètres; ces statistiques sont établies pour chaque ligne du réseau et peuvent être compilées selon plusieurs types de lignes ou divisions. Ces données peuvent servir de base pour imputer des coûts à la consommation respective -exprimée en passagers au point de charge maximum ou en passagers-kilomètres- de divers types d'usagers; la mesure des effets financiers des déplacements interréseaux peut s'en trouver simplifiée. La référence 7 en décrit le fondement.

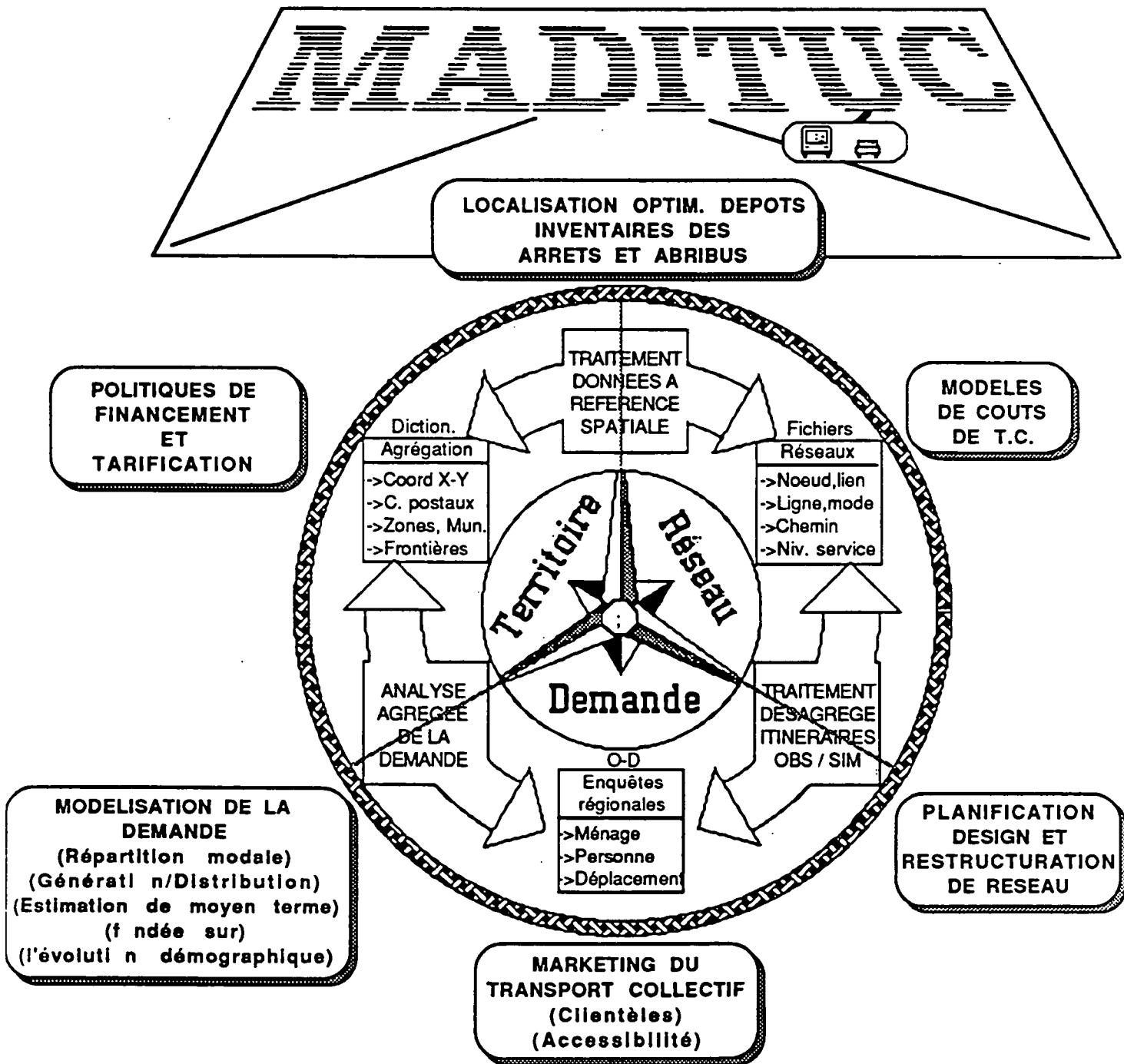


Figure 2 Le MADITUC

Avec les dernières facilités micro-informatiques disponibles, les fonctions de digitalisation et de codification de réseaux peuvent être opérées dans un environnement interactif; les programmes MADCADD et MADNET sur IBM PS/2 modèle 80 accélèrent le travail et sa validation.

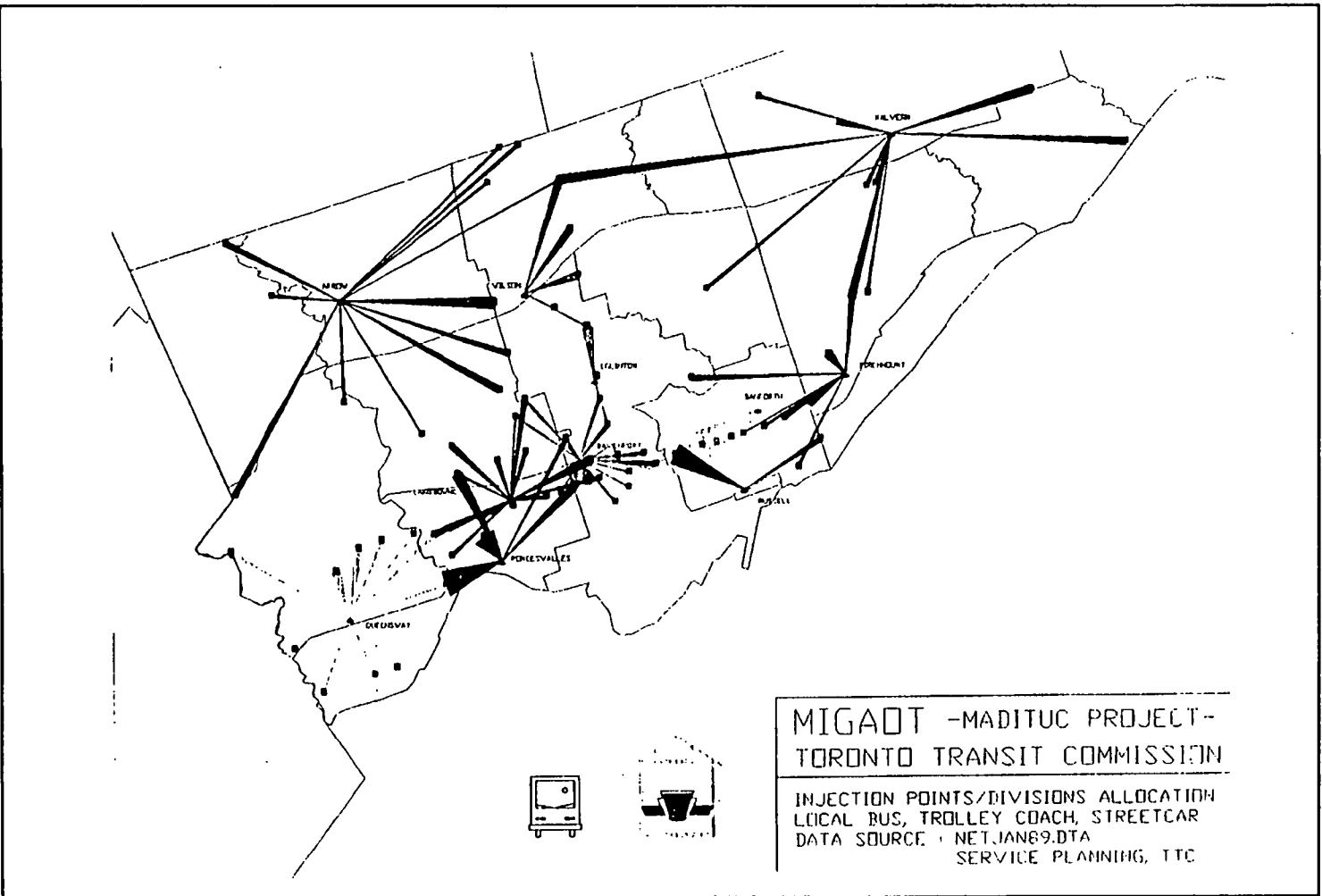
## **2. Localisation des garages: MIGAOT**

Afin de démontrer comment il est facile de créer de nouveaux environnements autour des bases de données de MADITUC, le problème de l'allocation optimale des lignes aux garages afin de minimiser le kilométrage mort est abordé et formulé, dans son approche simple, selon le modèle d'Hitchcock. A l'aide des données à référence spatiale pour la localisation des terminus et le nombre de véhicules requis en période de pointe, et en ajoutant la localisation géographique des garages ainsi que leur capacité, il est possible de développer un programme spécial, appelé MIGAOT (8) -Modèle Interactif Graphique pour l'Allocation Optimale en Transport-, sur micro-ordinateur. L'interface usager se fait sous AutoCAD et FoxBase tandis que la résolution s'effectue par un programme écrit en FORTRAN. La figure 3 illustre une solution préliminaire relative au réseau de la TTC.

## **3. Calibration des fonctions d'impédance**

L'emploi d'un quelconque modèle de simulation nécessite une reproduction raisonnable du comportement réel des usagers de transport. Dans le seul contexte du transport en commun, les dernières enquêtes O-D faites à Montréal, Toronto et Winnipeg ont comporté la description des chemins empruntés (itinéraires déclarés) par les usagers de transport. Ainsi, la calibration des paramètres de la fonction d'impédance -poids des temps d'attente, pénalité de correspondance, perception des modes, tarifs modaux- s'opère avec une mesure directe, d'où l'analyste tire

Figure 3 Allocation des lignes aux garages: cas de la TTC



une très bonne connaissance des biais ou sources d'erreurs du système d'information à sa disposition. La pratique ancienne consistant à comparer les résultats de simulation avec des comptages s'est avérée nettement insuffisante pour la validation des algorithmes et hypothèses utilisés dans les modèles. En outre, la pratique souhaitable d'utiliser une validation MADITUC au moment de l'enquête est maintenant reconnue.

#### 4. Simulation et affectation des déplacements

C'est la fonction la plus fréquemment utilisée, lorsque des variantes de réseaux doivent être évaluées et comparées. Le module de CHARGEMENT de MADITUC est aussi utilisé dans de nombreux contextes.

Lors d'une simulation classique, on procède préalablement à la génération automatique des liens d'accès, au calcul des chemins les plus courts avec ou sans diversion dont sont dérivés les itinéraires simulés, par opposition aux itinéraires décrits (résultats de la validation des réponses de l'enquête). Le chargement du réseau, avec compilation des statistiques relatives à la circulation du flot sur le réseau ainsi qu'aux caractéristiques des déplacements pour les zones d'origine, peut s'effectuer distinctement sur tout segment de la clientèle, ou encore, peut résulter de la fusion de clientèles ayant des comportements différents (modes différenciés de tarification).

La méthode actuelle d'affectation des déplacements s'opère à partir de fichiers de déplacements où les points d'origine et de destination sont définis de manière très précise: coordonnées x-y quelconques, coordonnées des codes postaux, etc... Au niveau de l'accès, on peut permettre jusqu'à 6 noeuds à l'origine tandis que le nombre de liens d'accès à la destination est illimité. Ainsi, les sources d'erreur dues à l'agrégation spatiale sont fortement diminuées. Avec cette procédure, les itinéraires déclarés

peuvent être parfaitement reproduits dans une grande proportion (selon les expérimentations faites à Winnipeg (9)).

## **B. Analyse des comportements en transport urbain**

### **1. Modélisation de la répartition modale**

L'amélioration du niveau de service d'un réseau de transport en commun est censé engendrer une demande accrue, voire un achalandage accru. Les planificateurs avaient l'habitude, fort critiquée au vu des prévisions passées, d'utiliser des modèles agrégés synthétiques -tels le modèle logit- pour estimer l'ampleur de la nouvelle clientèle prévue; la plupart du temps, une erreur systématique d'estimation était introduite.

Pour rester cohérent avec les observations obtenues des enquêtes, l'approche désagrégée s'appuie d'abord sur une demande de transport réelle, déclarée: celle des usagers de l'automobile. De manière incrémentale (10), on calcule le niveau de service AVANT --alors que le réseau T.C. n'apparaissait pas attrayant-- et APRES --suite à l'intervention sur le réseau--. Enfin, on applique un modèle fondé sur le changement appréhendé du mode de transport, pour un usager ayant des caractéristiques bien précises, consécutif à une modification du niveau de service d'une ampleur donnée. Cette approche discrète rend plus difficile la prévision fantaisiste de la future demande.

### **2. Chargement utopique (auto-conducteurs)**

On a l'habitude d'exprimer la demande de transport en termes de personnes déplacées par mode, par exemple. Cette perspective a eu pour effet, dans le passé, de camoufler une grande partie des phénomènes qui ont conduit à la croissance très forte

de la congestion. Dans un contexte d'augmentation de la mobilité personnelle et d'étalement urbain, il est arrivé que certains focalisent sur l'accroissement de l'achalandage du transport en commun et s'en trouvent satisfaits. Or, simultanément, un oeil averti voyait non seulement chuter la répartition modale (part du T.C.), mais observait aussi que l'étalement urbain occasionnait un allongement des distances réalisées en automobile.

Ces facteurs nous amènent à proposer une meilleure mesure du rôle du transport en commun, et de son évolution: comparer la demande T.C. --en passagers-kilomètres-- avec la demande automobile "utopique" (affectation des auto-conducteurs sur le réseau de transport en commun). Ainsi, une répartition modale plus caractéristique peut être établie. En outre, obtenant aussi un fichier d'itinéraires simulés des usagers de l'auto, une analyse des diverses clientèles auto peut s'avérer pertinente à une approche marketing renouvelée.

### **3. Etude de segments de clientèles**

Le véritable intérêt de l'approche désagrégée réside dans sa capacité à analyser une infinité de combinaisons de variables. Exemple typique: demande d'identification des meilleurs endroits, dans un réseau de transport en commun, pour une campagne de publicité s'adressant aux personnes âgées; réponse: chargement segmenté des 55-64 et 65 et plus pour analyser les principaux points de correspondance; simultanément, une amélioration de l'accessibilité et de la sécurité de ces endroits devient une suite logique de l'analyse. Ceci a été une utilisation de MADITUC par la Toronto Transit Commission en 1989.

## **C. Etude agrégée du système de transport**

### **1. Analyse des effets de "débordement"**

L'analyse des effets financiers des déplacements interréseaux nécessite le calcul des consommations respectives des modes de transport (train, métro, surface) par les RESIDANTS des divers territoires. L'approche désagrégée permet, en effet, la rétroaction selon toute variable définie dans l'enquête O-D. Si l'on ajoute à ces statistiques un système de règles permettant l'imputation des coûts unitaires (moyens ou marginaux, d'amortissement des infrastructures et d'exploitation) d'utilisation des divers modes et facilités, on en dérive aisément l'ordre de grandeur des contributions locales équitables à être assumées par les partenaires d'un système de transport régional. La référence 11 en décrit les principes fondamentaux.

### **2. Mesure d'impact d'un corridor autoroutier**

Tous les avantages de l'approche désagrégée devraient pouvoir être disponibles pour l'évaluation de projets de transport autoroutiers majeurs. En effet, l'identification des principaux bénéficiaires d'un lourd investissement collectif est essentiel à l'établissement de politiques saines de développement économique ou de compensation tarifaire ou fiscale. Dans le traitement de réseaux routiers soumis à la congestion, des difficultés théoriques subsistent lorsqu'on utilise une méthode d'équilibre selon le premier principe de Wardrop. Des méthodes d'affectation alternatives sont actuellement investiguées, telles que présentées dans la référence 12.

### **3. Mesure d'impact de l'étalement urbain**

La prise en compte de données désagrégées provenant d'enquêtes O-D effectuées à des moments différents, mais selon un cadre compatible de données



à référence spatiale, permet de considérer les variations de population et d'attraction d'emplois, ainsi que les caractéristiques propres de sa mobilité, consécutives à la modification d'un réseau de transport.

D'une part, on peut tenter de mesurer directement le phénomène d'évasion socio-fiscale, en examinant la progression des déplacements faits par les non-résidents des territoires des O.P.T.; d'autre part, on peut comparer les consommations spécifiques des ménages suburbains et urbains, et quantifier, en termes de mobilité, modes utilisés, distances parcourues, les conséquences collectives de l'étalement: congestion, consommation énergétique, impacts environnementaux.

## **D. Prévision à moyen terme de la demande de transport**

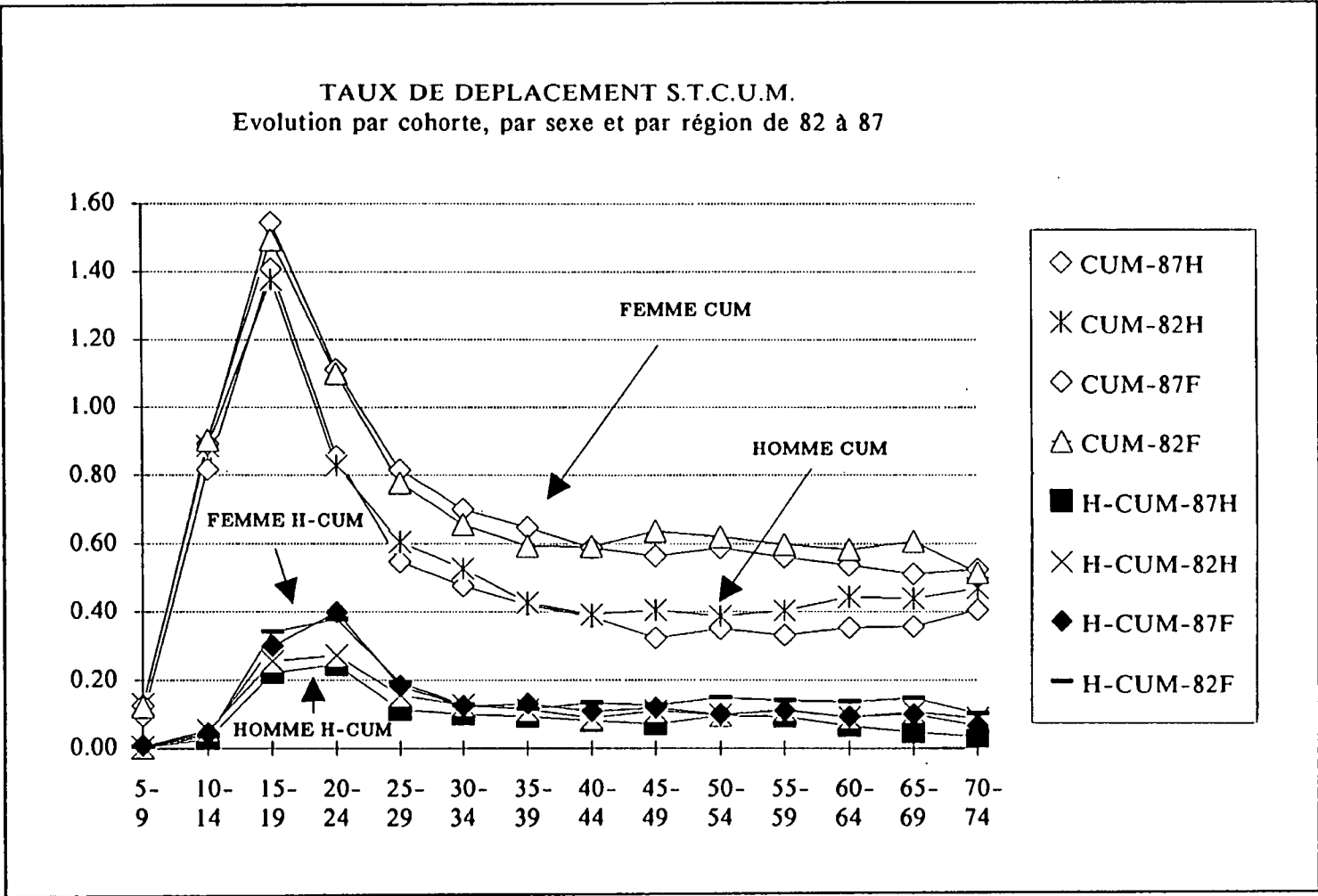
### **1. Estimation fondée sur l'évolution démographique**

La figure 4 décrit la composition de la clientèle S.T.C.U.M., selon les enquêtes O-D de 1982 et 1987. Le léger déclin s'explique principalement par l'effet conjugué de la disparition des cohortes du "baby-boom", de la progression de la participation des femmes au marché du travail et de la désaffection relative des hommes par rapport au transport en commun, la situation économique aidant. Comme illustré à la référence 13, cette approche segmentée explique mieux l'usage du T.C., et devrait faciliter l'estimation future de la demande de transport.

### **2. Estimation basée sur les facteurs de croissance**

Dans les cas d'études où le temps manque, ou encore, lorsqu'on ne dispose pas de prévisions démographiques suffisamment désagrégées spatialement, le recours à des données historiques spatialisées s'impose. Ceci constitue un cadre propice à l'utilisation des méthodes de projection dites à

Figure 4 Usagers de la S.T.C.U.M.



facteurs de croissance, basées strictement sur les déplacements anticipés d'origine et de destination à un moment donné, pour un secteur donné ainsi que sur les patrons de déplacements actuels.

La méthode a été expérimentée, dans le cadre d'une étude sur le réseau routier de la CUM (14); la projection des tendances les moins fortes observées entre 1978, 1982 et 1987, a servi de base pour l'estimation des matrices O-D auto pour 1992 et 1997. L'utilisation d'un modèle agrégé pour l'expansion de données désagrégées ne pose aucune difficulté technique.

#### **IV. LES PARTENAIRES ET LEURS POINTS FORTS**

Lorsqu'un système devient mature, son développement doit moins dépendre de sa dynamique interne que de ses interactions avec son "environnement culturel". Le réseau MADITUC est actuellement source d'une plus grande complexification (ou maillage des expériences, besoins, approches, contextes). Quelques mots-clés peuvent identifier les préoccupations et moyens adaptés des divers partenaires.

##### **A. La S.T.C.U.M.**

Leader des enquêtes Origine-Destination; initiateur de la collaboration université-industrie; responsable de la planification d'un réseau de transport devant naviguer dans un espace politico-administratif très mouvant. La qualité de ses systèmes d'information (personnel professionnel, procédures traditionnelles, moyens d'analyse et d'intervention) est cruciale à son développement. Noyau du GROTRAM (GROUpe de TRavail sur l'AMélioration des Systèmes d'Information relatifs à la Planification de Transport dans la Grande Région de Montréal), la gestion partagée, de manière harmonieuse et ouverte, du patrimoine informationnel sur les systèmes de transport, représente un défi "éthique" important auquel MADITUC, en tant que révélateur, est associé.

## **B. Le M.T.Q.**

Comme organisme assurant des responsabilités de coordination, de financement, d'intégration, de planification des équipements régionaux, ses problèmes bénéficient bien des approches analytiques systémiques propres aux modèles et systèmes d'information associés. La planification des investissements lourds (autoroutiers ou métro), le développement de politiques de financement ou de tarification, la prévision à long terme de l'étalement urbain et de ses conséquences, sont toutes des applications typiques envisagées par l'approche MADITUC.

## **C. La S.T.L.**

Un exploitant de transport collectif désirent bénéficier des meilleures informations disponibles pour faciliter sa planification sans devoir se monter une infrastructure analytique trop lourde. Une approche collaborative avec la S.T.C.U.M., fondée sur MADITUC, lui permet de réaliser de nombreuses études qui lui sont pertinentes tout en enrichissant les systèmes collectifs d'information d'un suivi attentionné pour les données relatives à son territoire et son réseau.

## **D. La C.U.M.**

Les besoins de la C.U.M. étant intermunicipaux, voire régionaux, et multimodaux, ainsi qu'axés sur des mesures d'impacts de type aménagement du territoire, développement économique (accessibilité), financement, étalement urbain, l'approche du GROTRAM lui est essentielle: regroupement de toutes les facilités d'analyse disponibles, provenant tant du M.T.Q. (réseaux routiers régionaux) que de la S.T.C.U.M. (réseaux T.C. et caractérisation de la demande de transport). Dans ce contexte, le groupe MADITUC joue le rôle de moteur méthodologique et de facilitateur institutionnel.

## **E. La V. de M.**

Malgré son envergure et son intéressement obligé à la dimension transport, même selon une perspective régionale, la ville demeure sous-équipée, techniquement et administrativement, pour faire face à ses responsabilités. Sans qu'il ne soit nécessaire de faire de la Ville de Montréal un partenaire conscient de MADITUC, il faut avouer que les systèmes économique et démographique de Montréal constituent un laboratoire incontournable pour le développement des problématiques de l'approche MADITUC. L'examen des dimensions socio-démographiques de la mobilité ainsi que des effets redistributifs des équipements collectifs démontre la non-indifférence de l'approche désagrégée à cet égard. Voir la référence 16.

#### **F. La C.T.C.U.Q.**

Exploitant modèle eu égard à son approche planificatrice. Habitude des enquêtes Origine-Destination: 1977, 1981, 1986. Instauration de nombreuses innovations de service: voies réservées, points focaux, services express à arrêts limités, environnement administratif exemplaire (données de la C.U.Q.). Recherche d'une intégration informatique moderne: ordinateur principal VAX, micro-informatique IBM classique et micro-informatique Macintosh. Tous ces aspects exigent une intégration adaptive des facilités MADITUC.

#### **G. La T.T.C.**

La Toronto Transit Commission est un organisme de transport exemplaire en Amérique du Nord. Son intégration multi-institutionnelle est remarquable; collaboration intense et apparemment harmonieuse tant avec le Ministère des Transports de l'Ontario qu'avec le Metropolitan Toronto Planning, la City of Toronto, le GO Transit, etc... Participation continue (depuis près de 20 ans) à un comité sur la cueillette de données (comptes cordons, enquêtes O-D), aide à la formation d'un Transportation Data Management Group installé à l'université de Toronto, etc... Les besoins courants de planification s'inscrivent dans des pratiques très

rigoureuses relatives au processus de prise de décision, telles le Service Standards Review. L'utilisation de MADITUC y a été intégrée (voir la référence 15). Les problèmes futurs: modélisation avancée de la répartition modale, préparation de l'enquête de 1991, intégration des données de comptage à l'enrichissement des données d'enquête O-D.

#### H. Le W.T.D.

Le service de la planification et du marketing du Winnipeg Transit ont entrepris l'effort substantiel de reviser complètement la desserte du transport en commun au centre-ville. La période la plus critique est la pointe du soir. On a d'abord réalisé une enquête Origine-Destination à bord des autobus, faite selon l'approche la plus désagrégée possible (coordonnées x-y UTM des adresses, informations socio-économiques, informations sur les lignes empruntées et les points de correspondances), à un taux échantillonnal final de l'ordre de 25%. On a implanté MADITUC sur ordinateur principal IBM, avec interface avec le logiciel statistique SPSS-X. On a monté une station micro-informatique de travail, selon l'environnement des facilités MADITUC: PS/2 modèle 80 avec co-processeur mathématique, AutoCAD, DBASE et même SAS PC. Plusieurs étapes méthodologiques ont été franchies avec aisance: codification quasi-automatique du réseau, traitement spécial des lignes avec antennes, validation des déplacements enquêtés, rédaction d'une documentation d'utilisateur, expérimentation d'un nouveau modèle de traitement de l'accès, développement d'une procédure rigoureuse et documentée de calibration du modèle, mise à contribution de l'approche MADITUC pour le rendu graphique des données sur les comptes, etc...

Il faut souligner que cette collaboration avec Winnipeg, tout comme le cas de la C.T.C.U.Q., se fait selon un suivi technique soutenu, --exigence due à la complexité et la sophistication de la modélisation analytique ainsi que de l'environnement informatique--, strictement téléphonique et postal (maximum d'une visite par an). Le grand mérite en revient au savoir-faire informatico-planificatif des planificateurs

impliqués (MM. Menzies et Cheryan).

### I. L'E.N.I.T.

Une collaboration MADITUC existe aussi avec les professeurs de transport du département de génie industriel de l'Ecole Nationale d'Ingénieurs de Tunis; en plus d'actions de formation, la coopération a engendré une série d'activités techniques (projets de fin d'étude) faites en concertation avec les sociétés de transport. Les thèmes privilégiés ont été:

- la codification des réseaux de transport collectif;
- le développement de facilités micro-informatiques pour le traitement des enquêtes Montées-Descentes;
- l'estimation de matrices Origine-Destination à partir des comptes;
- le développement de techniques adaptées d'enquête-ménage;
- la recherche de modèles de prévision de la demande de transport fondée sur les caractéristiques socio-démographiques spatialisées.

### V. CONCLUSION

Le présent article a fait état du bilan des préoccupations méthodologiques actuelles associées au système MADITUC, soi-disant Modèle d'Analyse Désagrégée des Itinéraires de Transport Urbain Collectif. Comme on peut l'observer, sans renier ses racines, des TRANSITIONS et MUTATIONS s'opèrent aux deux extrémités de l'appellation. Le modèle MADITUC devient de moins en moins un MODELE, mais une STRUCTURE DE SYSTEMES D'INFORMATION adaptée au TRANSPORT URBAIN, préoccupation plus vaste que le seul transport en commun.

C'est un système branché tout autant sur les nouvelles données technologiques (logiciels génériques et matériels micro-informatiques) que sur l'évolution culturelle des planificateurs et preneurs de décision en transport.

\*\*\*\*\*

## BIBLIOGRAPHIE

1. GRETU (1980) "Une étude économique a montré...: mythes et réalités des études de transport", par le Groupe de Réflexion sur l'Economie des Transports Urbains. Editions Cujas, Paris.
2. ATKINS, S.T. (1977) "Transportation Planning: Is there a Road Ahead?", Traffic Engineering and Control, Feb. 1977.
3. ATKINS, S.T. (1986) "Transportation Planning Models-- What the Papers Say", pp. 460-467, Traffic Engineering and Control, September 1986.
4. CHAPLEAU, R., ALLARD, B. et M. CANOVA (1982), "MADITUC: un modèle de planification opérationnelle adapté aux entreprises de transport de taille moyenne", Roads and Transportation Association of Canada, congrès annuel, Halifax.
5. CHAPLEAU, R. (1986), "Transit Network Analysis and Evaluation with a Totally Disaggregate Approach", Proceedings of the World Conference on Transport Research, vol. 2, pp.1427-1442, Vancouver.
6. CHAPLEAU, R. (1987), "An Integrated Disaggregate Approach for the Modelling of Public Transport System", Proceedings of 3rd Canadian Seminar on Systems Theory for the Civil Engineers, Montreal, June 1987, vol. B, pp. 116-133.
7. CHAPLEAU, R. (1988), "Mesure de la redistribution des bénéfices et des coûts associés à un réseau de transport en commun", exposé des communications, 23ème congrès de l'A.Q.T.R., pp. 53-70, Montréal.
8. BERGERON, D. (1989), "MIGAOT: Modèle Interactif Graphique pour l'Allocation Optimale en Transport", projet de fin d'étude sous la direction du professeur R. Chapleau, Ecole Polytechnique, département de génie civil, hiver 1989.
9. MENZIES, W. B. (1990) Calibration Analysis at Winnipeg Transit (Rapport interne de calibration du modèle MADITUC), Winnipeg



Transit Department.

10. NOEL, M. et CHAPLEAU, R. (1987), "Modification d'un réseau de transport collectif et répartition modale", exposé des communications, pp. 237-256, 22ème congrès annuel de l'A.Q.T.R., hULL, MARS 1987.

11. CHAPLEAU, R. (1989), "A Planning Tool To Study Public Transport Financing Issues", A.R.T.C., vol. 3, Calgary, septembre 1989.

12. CHAPLEAU, R. et B. ALLARD (1990) "L'approche désagrégée appliquée aux réseaux avec congestion: esquisse méthodologique", 25ème congrès annuel, A.Q.T.R., Montréal, avril 1990.

13. CHAPLEAU, R. et D. GIRARD (1986), "Effects of Population Aging and Urban Dispersion on the Use of Urban Transport in the Future", présenté au World Conference on Transport Research, Vancouver 1986, publ. 461, Centre de Recherche sur les Transports, Université de Montréal.

14. groupe MADITUC (1990) "Etude des artères intermunicipales de l'Ouest de la CUM", rapport commandé par le service de la Planification du Territoire, Communauté Urbaine de Montréal.

15. DAWSON, B. et R. CHAPLEAU (1989), "Use of the MADITUC Model for Service Planning at the TTC", A.R.T.C., Vol. 3, Calgary, septembre 1989.

16. CHAPLEAU, R. et P. LAVIGUEUR (1989), "La demande actuelle de transport et son évolution de 1978 à 1987", document de travail pour le compte du S.H.D.U. de la Ville de Montréal.

\*\*\*\*\*