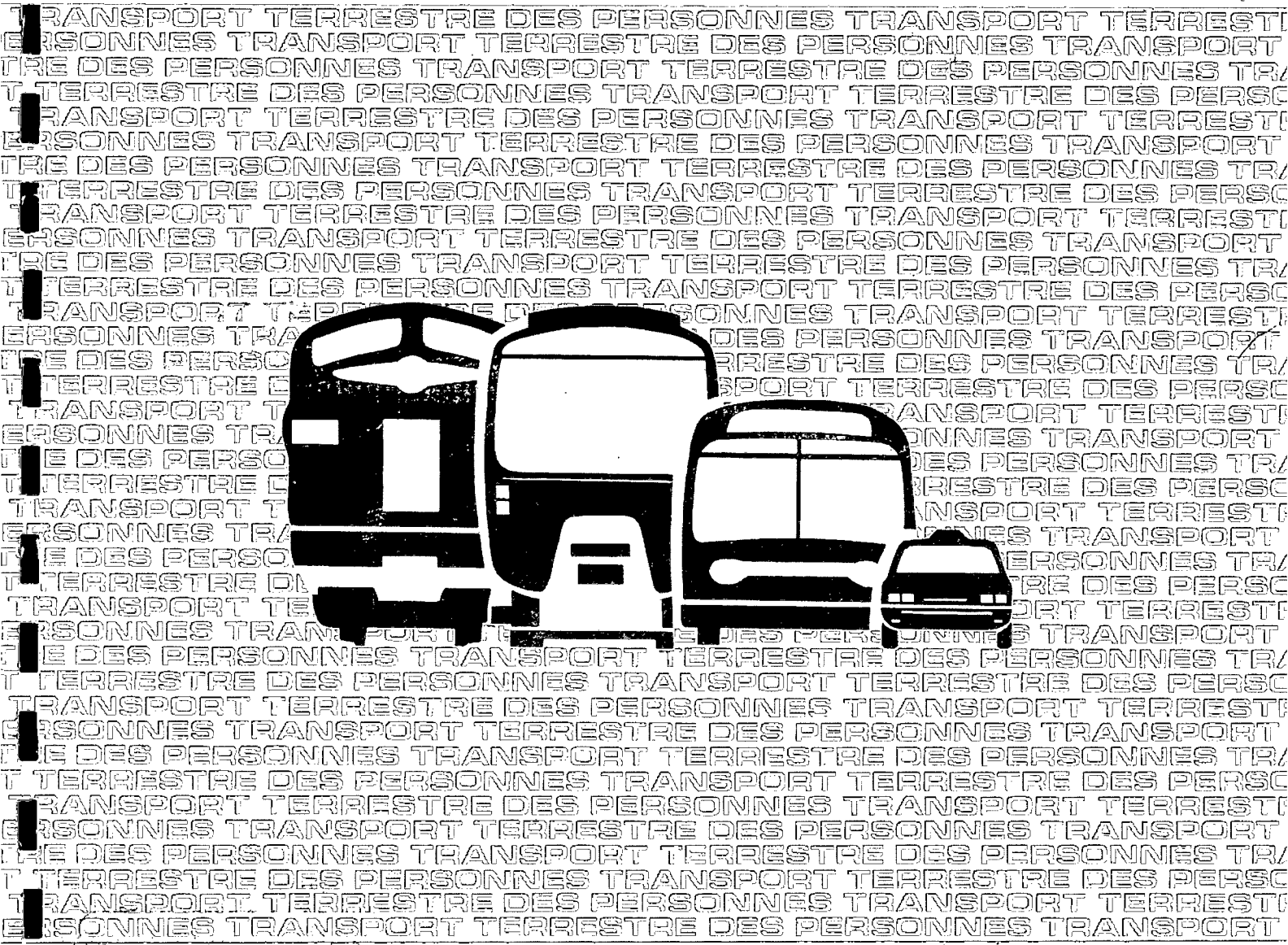


**MINISTÈRE DES TRANSPORTS**  
CENTRE DE DOCUMENTATION  
PLACE HAUTE-VILLE, 24<sup>e</sup> ÉTAGE  
700 EST, BOUL. ST-CYRILLE  
QUÉBEC, QUÉBEC, G1R 5H1

**L'INFOGRAPHIE ET  
LA MICRO-INFORMATIQUE**

**de puissants outils à la disposition des  
gestionnaires et planificateurs en transport**



CANQ  
TR  
TTP  
149



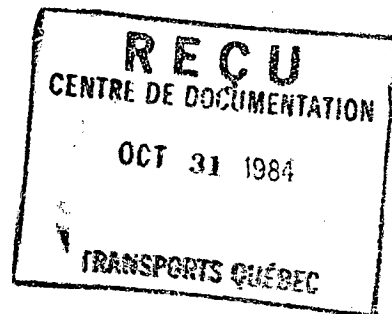
Gouvernement du Québec  
Ministère des Transports  
Direction générale du transport  
terrestre des personnes

**L'INFOGRAPHIE ET  
LA MICRO-INFORMATIQUE**

**MINISTÈRE DES TRANSPORTS**  
CENTRE DE DOCUMENTATION  
PLACE HAUTE-VILLE, 24<sup>e</sup> ÉTAGE  
700 EST, BOUL. ST-CYRILLE  
QUÉBEC, QUÉBEC, G1R 5H1

**de puissants outils à la disposition des  
gestionnaires et planificateurs en transport**

**présenté dans le cadre du  
congrès international des transports  
Montréal, 1984**



Gouvernement du Québec  
Ministère des Transports  
Direction générale du transport  
terrestre des personnes

Jean-Pierre Primeau, ing.  
directeur de projets  
juillet 1984

CANQ  
TR  
TTP  
149

DIRECTEUR DE PROJET

Jean-Pierre Primeau, Ing.

COORDINATION

Pierre Tremblay, Ing. -

RÉDACTION

Jean-Pierre Primeau, Ing. - 3 - 4264  
Martin Nathanson, Ing.  
Pierre Tremblay, Ing.

COLLABORATEURS

André Babin, C.R.T.  
Claude Desloges  
Sandra Lavoie  
Robert Martin, Ing.  
François Mongrain  
Hien Nguyen Duc

GRAPHISME

Denis Chauvette

DACTYLO

Nicole Audet  
Louise Boivin

**SOMMAIRE**

## SOMMAIRE

Le présent exposé veut décrire l'environnement informatique dont s'est dotée la Direction générale du transport terrestre des personnes, et montrer comment s'y articulent ses activités de gestion et planification.

Cet environnement se caractérise d'une part par l'emploi de micro-ordinateurs permettant, en plus de leurs capacités autonomes, l'accès à un ordinateur central de grande taille. D'autre part, une place importante est faite aux techniques infographiques, qui permettent des représentations efficaces de l'énorme masse de données en jeu dans le contexte de la gestion et planification des transports.

Ces activités peuvent s'identifier à deux grandes familles. L'analyse des données fait appel principalement aux logiciels SAS et SPSS sur l'ordinateur central, tandis que dBASEII, LOTUS 1-2-3 et Stat-Pac sont employés sur les micro-ordinateurs. L'autre volet concerne la modélisation en transport, où les logiciels EMME/2, MADITUC et UTPS sont nos principaux outils.

L'infographie et la micro-informatique se sont parfaitement intégrés à notre environnement, autant au niveau du matériel que du logiciel, et facilitent grandement la tâche des planificateurs et gestionnaires. Un tel environnement permet d'atteindre une qualité de production irréalisable selon les méthodes conventionnelles.

## TABLE DES MATIÈRES

## TABLE DES MATIÈRES

|   | PAGE |
|---|------|
| SOMMAIRE .....                          | i    |
| TABLE DES MATIÈRES .....                | ii   |
| Liste des figures .....                 | v    |
| <br>                                    |      |
| 1. INTRODUCTION .....                   | 1    |
| <br>                                    |      |
| 2. L'ENVIRONNEMENT INFORMATIQUE .....   | 3    |
| 2.1 La configuration du matériel .....  | 3    |
| 2.2 L'ordinateur central .....          | 5    |
| 2.3 Les ordinateurs locaux .....        | 7    |
| 2.3.1 Le système "5280" .....           | 7    |
| 2.3.2 Les micro-ordinateurs PC-XT ..... | 7    |
| 2.3.3 Le Tektronix 4116-B .....         | 8    |
| 2.4 Les appareils graphiques .....      | 9    |
| 2.4.1 Le Tektronix 4116-B .....         | 9    |
| 2.4.2 Le digimètre .....                | 10   |
| 2.4.3 Le traceur HP/7475-A .....        | 10   |
| 2.4.4 Les traceurs Calcomp .....        | 10   |
| <br>                                    |      |
| 3. LES ACTIVITÉS DE PLANIFICATION ..... | 11   |
| 3.1 Systèmes de zones .....             | 11   |
| 3.1.1 Découpages .....                  | 11   |

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 3.1.2 | Digitalisation .....                                | 13 |
| 3.1.3 | Procédures d'agrégation .....                       | 13 |
| 3.1.4 | Repérage de noeuds .....                            | 13 |
| 3.1.5 | Equivalence de zones .....                          | 13 |
| 3.2   | <b>Données de base</b> .....                        | 17 |
| 3.2.1 | Enquêtes Origine-Destination .....                  | 17 |
| 3.2.2 | Données socio-démographiques .....                  | 17 |
| 3.2.3 | Sondages .....                                      | 19 |
| 3.2.4 | Outils d'analyse .....                              | 19 |
| 3.3   | <b>Données auxiliaires</b> .....                    | 20 |
| 3.3.1 | Comptages routiers .....                            | 20 |
| 3.3.2 | Comptages en station .....                          | 20 |
| 3.3.3 | Comptes-à-bord .....                                | 22 |
| 3.3.4 | Voitures flottantes .....                           | 22 |
| 3.3.5 | Temps de déplacement .....                          | 22 |
| 3.3.6 | Données financières en transport<br>collectif ..... | 24 |
| 3.3.7 | Taux d'occupation automobile .....                  | 24 |
| 3.4   | <b>Demande en Transport</b> .....                   | 26 |
| 3.4.1 | Matrices de demande .....                           | 26 |
| 3.4.2 | Projections de demande .....                        | 28 |
| 3.4.3 | Répartition modale .....                            | 30 |
| 3.5   | <b>Offre en transport</b> .....                     | 31 |
| 3.5.1 | Définition des réseaux .....                        | 31 |
| 3.5.2 | Digitalisation des réseaux .....                    | 32 |
| 3.5.3 | Codification des lignes t.c. ....                   | 34 |
| 3.5.4 | Analyse des réseaux .....                           | 34 |



|       |  |    |
|-------|--|----|
| 3.6   | <b>Simulations</b> .....   | 36 |
| 3.6.1 | Débits routiers .....  | 36 |
| 3.6.2 | Temps routiers .....   | 36 |
| 3.6.3 | Débits de transport collectif .....                                  | 39 |
| 3.6.4 | Temps par transport collectif .....                                  | 39 |
| 3.6.5 | Lignes Iso-tarifaires .....  | 41 |
| 3.6.6 | Analyse désagrégée des itinéraires .....                             | 41 |
| 3.7   | <b>Calibration</b> .....   | 43 |
| 3.7.1 | Débits routiers .....  | 43 |
| 3.7.2 | Temps routiers .....   | 43 |
| 3.7.3 | Débits de transport collectif .....                                  | 44 |
| 3.7.4 | Temps par transport collectif .....                                  | 44 |
| 3.8   | <b>Autres activités</b> .....  | 46 |
| 3.8.1 | Production de figures .....  | 46 |
| 3.8.2 | SYRIC: Système de Regroupement<br>Informatisé des Covoitureurs ..... | 46 |
| 3.8.3 | Etude des transporteurs scolaires .....                              | 46 |
| 4.    | <b>CONCLUSION</b> .....  | 48 |
|       | <b>ANNEXE 1: LEXIQUE DES ACRONYMES</b> .....                         | 49 |

**LISTE DES FIGURES**

## LISTE DES FIGURES

|      |   | PAGE |
|------|---|------|
| 1 -  | Environnement informatique .....                        | 4    |
| 2 -  | Configuration du matériel .....                         | 6    |
| 3 -  | Schéma général des activités .....                      | 12   |
| 4 -  | Digitalisation des polygones de zones .....             | 14   |
| 5 -  | Agrégations zonales .....                               | 15   |
| 6 -  | Extraction de données d'enquête .....                   | 18   |
| 7 -  | Représentation de données démographiques .....          | 18   |
| 8 -  | Comptages en station .....                              | 21   |
| 9 -  | Comptes-à-bord .....                                    | 23   |
| 10 - | Temps de déplacement observées .....                    | 25   |
| 11 - | Données financières en transport collectif .....        | 25   |
| 12 - | Distribution de fréquence des totaux de génération .... | 27   |
| 13 - | Productions et Attractions de déplacement .....         | 27   |
| 14 - | Lignes de désir de déplacement .....                    | 29   |
| 15 - | Évolution de la demande en transport .....              | 29   |
| 16 - | Environnement de digitalisation .....                   | 33   |
| 17 - | Codification du réseau .....                            | 33   |
| 18 - | Lignes de transport collectif .....                     | 35   |
| 19 - | Capacité de transport collectif .....                   | 35   |
| 20 - | Flux routiers .....                                     | 37   |
| 21 - | Distribution des temps routiers simulés .....           | 37   |
| 22 - | Isochrones routiers .....                               | 38   |
| 23 - | Flux de transport collectif .....                       | 38   |
| 24 - | Profils de charge des lignes de métro .....             | 40   |
| 25 - | Embarquements en transport collectif .....              | 40   |
| 26 - | Isochrones du transport collectif .....                 | 42   |
| 27 - | Analyse des structures tarifaires .....                 | 42   |
| 28 - | Écart entre flux routiers simulés et comptages .....    | 45   |
| 29 - | Comparaison d'achalandages aux stations de métro .....  | 45   |
| 30 - | Programme de regroupement des covoitureurs .....        | 47   |

# 1 INTRODUCTION

## INTRODUCTION

Dans le contexte actuel du transport des personnes en milieu urbain, où le rôle du citoyen devient de plus en plus prépondérant, où les requêtes du public comme de leurs élus deviennent de plus en plus exigeantes et où, finalement, les coûts sont toujours à la hausse, les décisions deviennent de plus en plus difficiles à prendre.

Il est donc nécessaire de posséder des informations précises et à jour en vue de bien connaître l'état des choses. Il est également nécessaire de disposer des outils permettant d'évaluer l'impact des décisions administratives.

Alors que le dynamisme et la productivité d'un organisme public sont étroitement liés à la rapidité et à la souplesse dans le travail de ses employés, il devient contradictoire de vouloir leur faire utiliser des outils lourds, dont l'hermétisme réserve traditionnellement l'usage à des groupes très spécialisés. De plus, la quantité assommante de résultats que peuvent produire ces outils ne peut jamais être exploitée à fond et encore moins subir économiquement une transposition par le biais de l'atelier à dessin.

Afin de maintenir un haut niveau de rendement de son personnel et d'offrir le meilleur service possible aux intervenants en transport, la Direction générale du transport terrestre des personnes a décidé de se doter d'outils flexibles, ouverts aux techniques graphiques, et de les rendre accessibles à l'ensemble de son personnel.

Elle a donc mis sur pied un Service des Systèmes d'Information, qui a pour mandat:

- 1) de procéder à l'acquisition, à la mise-à-jour et à l'analyse de données pertinentes au transport des personnes;
- 2) d'élaborer ou d'implanter des modèles ou procédures permettant l'évaluation des interventions en transport de personnes;

- 3) de concevoir des systèmes d'information et d'aide à la gestion, et d'en assurer l'exploitation.

L'exposé qui suit veut montrer l'approche retenue par la D.G.I.T.P. pour atteindre ces objectifs, en insistant surtout sur le rôle des équipements de micro-informatique et des techniques graphiques.

La première partie du texte décrira sommairement l'environnement informatique dans lequel nous évoluons. On verra par la suite comment s'y articulent nos activités, en présentant de multiples exemples de réalisations. Le lecteur trouvera, en annexe, un bref lexique des acronymes utilisés dans cet exposé.

## **2 L'ENVIRONNEMENT INFORMATIQUE**

## L'ENVIRONNEMENT INFORMATIQUE

Notre environnement informatique, que nous avons tenté de schématiser par la figure 1, consiste en un éventail d'appareils (le Matériel), appuyés par divers logiciels, au sens large du mot. On a arbitrairement catégorisé le matériel sous trois entêtes:

- l'ordinateur central
- les mini- et micro-ordinateurs
- les appareils graphiques.

Pour l'aspect logiciel, beaucoup plus complexe, les familles peuvent être les suivantes:

- systèmes d'exploitation
- systèmes de communication
- les langages (haut niveau)
- les logiciels d'application.

Cette illustration n'est pas exhaustive, et nous ne voulons pas nous enliser dans un exposé technique sur les questions informatiques. Il est par contre essentiel de décrire brièvement cet environnement avant de passer aux activités "transport" proprement dites.

### 2.1 La configuration du matériel

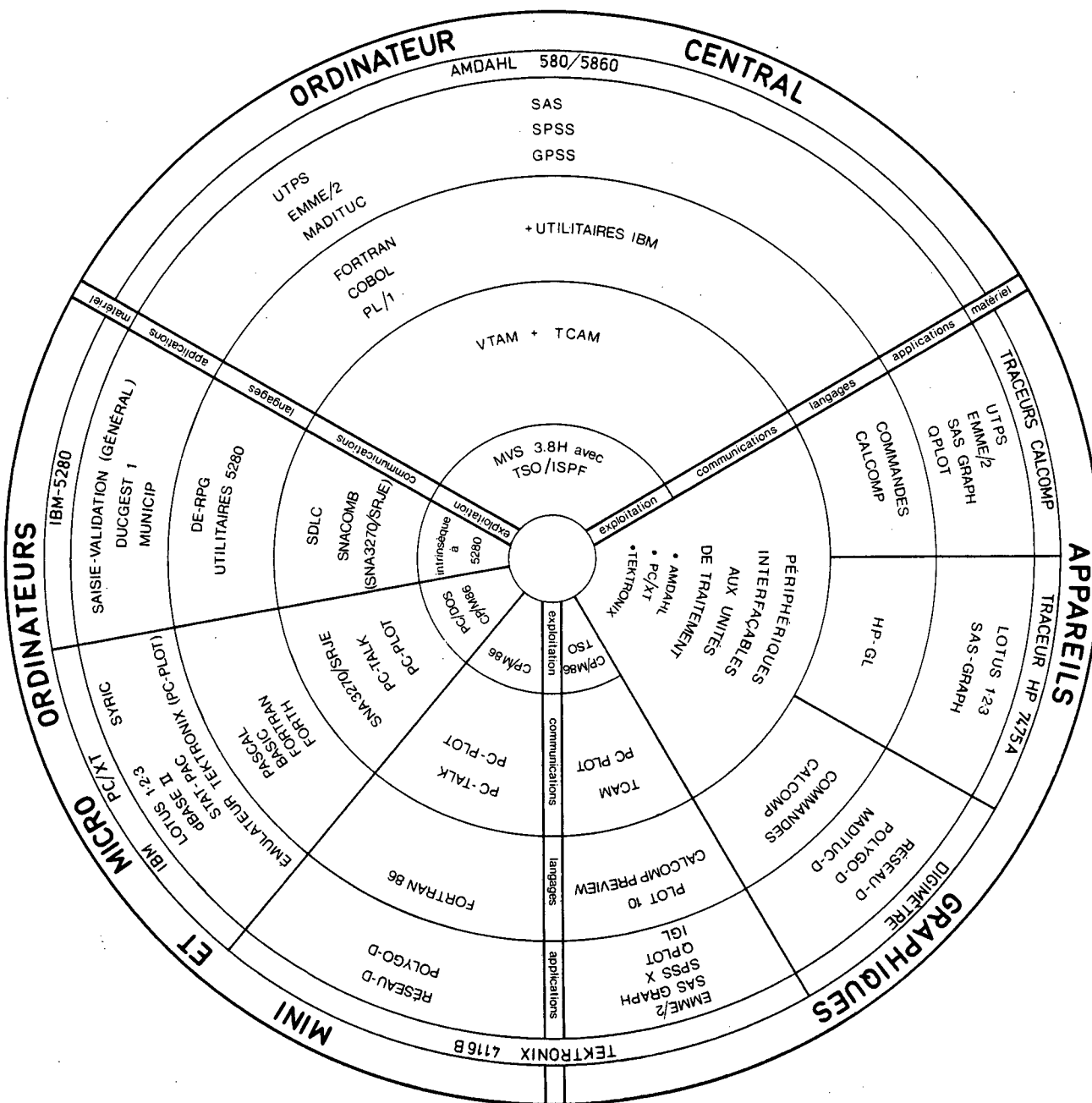
La figure 2 montre grossièrement la configuration du matériel auquel nous avons accès, sans donner de détails relativement aux "modems" et "multiplexer" qui en font partie. Le pivot du système demeure l'ordinateur central ("mainframe"), exploité à Québec par la RAAQ.

Une première ligne de télécommunication, de type VTAM, relie l'ordinateur central à notre mini-ordinateur "5280" d'IBM. Cet appareil, en plus de gérer une imprimante lourde, permet l'émulation de terminaux 3270 d'IBM. Sous VTAM, toujours en communication, une série de micro-ordinateurs PC-XT peuvent aussi émuler des terminaux 3270 auprès de l'ordinateur central.



figure 1

environnement informatique



Une autre ligne de télécommunication, de type TCAM cette fois, relie à l'ordinateur central un appareil "intelligent" Tektronix 4116B. De multiples liens de communication entre les appareils peuvent être créés à l'aide de "modems" locaux, qui permettent aussi à nos micro-ordinateurs l'accès à tout autre ordinateur ou banque de données externe, sous protocole "ASCII" (ex.: Ecole Polytechnique, CRT, micro-ordinateurs personnels des employés).

## 2.2 L'ordinateur central

Comme nous l'avons vu, l'ordinateur central est un AMDAHL 580/5860, opérant sous MVS. Nous utilisons essentiellement les systèmes d'exploitation TSO et ISPF pour y accéder, bien que d'autres options existent. De la même façon, cet ordinateur supporte plusieurs langages, mais nous utilisons presque exclusivement le FORTRAN.

Parmi les grands logiciels d'application qu'on y retrouve, les plus pertinents à nos besoins sont:

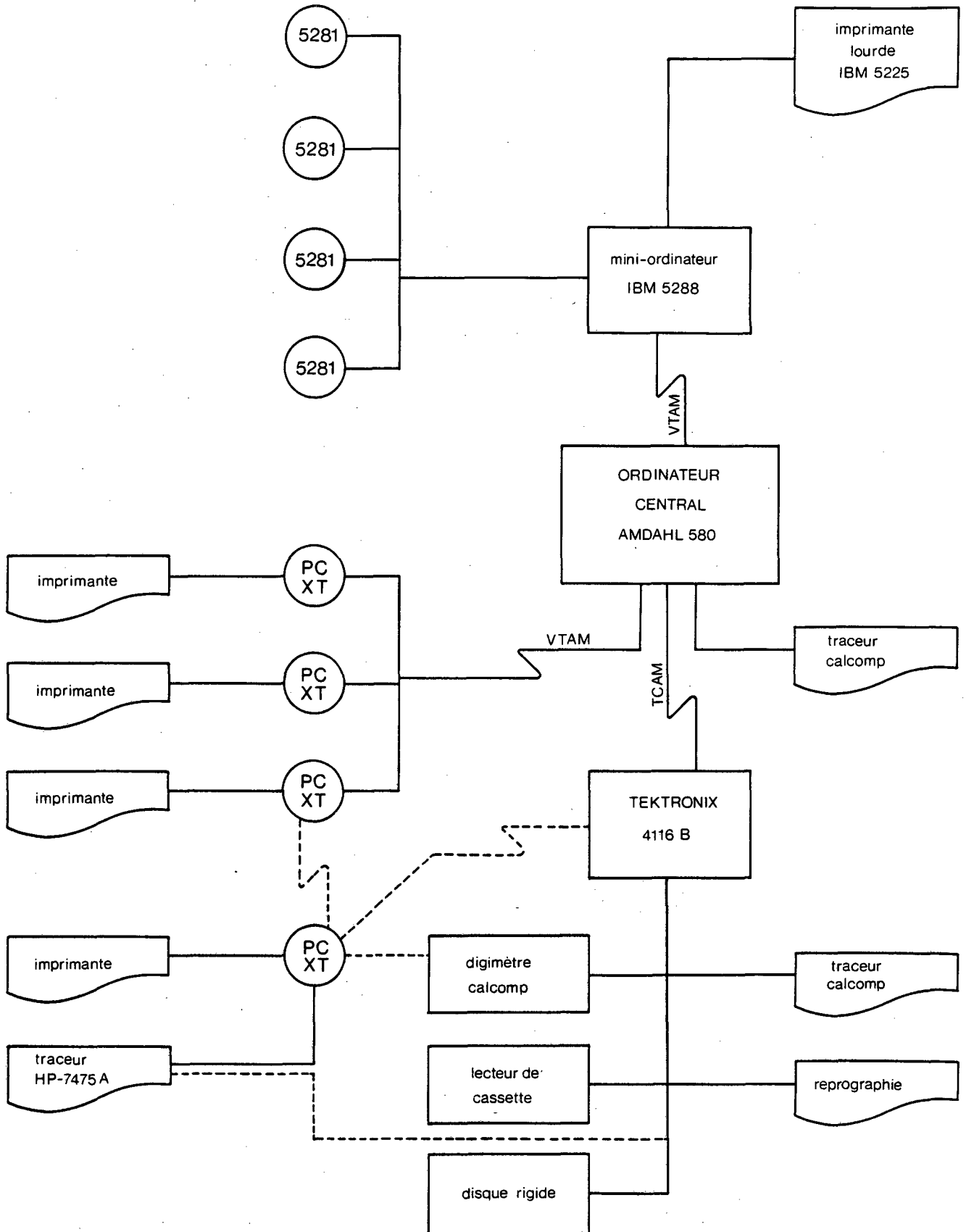
UTPS - ("Urban Transportation Planning System"), développé par l'Urban Mass Transit Administration du "U.S. Department of Transportation". Il s'agit d'un des logiciels de planification en transports les plus utilisés en Amérique.

EMME/2 - (Equilibre Multimodal - Multimodal Equilibrium) est un logiciel relativement récent, développé par le Centre de Recherches sur les Transports de l'Université de Montréal et qui vient d'être implanté chez nous, sous TSO. Ce logiciel, exploité interactivement à l'aide de menus, couvre toutes les tâches de la modélisation en transports et de l'analyse des réseaux, et est axé sur le traitement graphique-interactif des données.

MADITUC - (Modèle d'Analyse Désagrégée des Itinéraires en Transport Urbain Collectif). Ce logiciel, développé à l'Ecole Polytechnique de Montréal, couvre les tâches reliées à la planification plutôt opérationnelle des systèmes de transport collectif. Sa principale

figure 2

configuration du matériel



caractéristique réside dans l'approche désagrégée et dans ses structures de données qui permettent une pleine utilisation des renseignements provenant d'enquêtes O-D.

SAS (Statistical Analysis System) et SPSS (Statistical Package for the Social Science) - sont des logiciels très connus d'analyse et de modélisation statistique.

GPSS - (General Purpose Simulation System) sert principalement à la modélisation des phénomènes stochastiques, notamment les files d'attente dans les échangeurs congestionnés ou devant les postes de péage.

## 2.3 Les ordinateurs locaux

### 2.3.1 Le système "5280"

Nous disposons, dans nos locaux, d'un système d'information distribuée "5280" d'IBM. Ce mini-ordinateur, en plus de ses capacités autonomes, permet la communication à l'ordinateur central, sous émulation de terminaux "3270" d'IBM et contrôle sur place une imprimante lourde. Cet appareil comporte un compilateur de langage RPG, ce qui nous permet de préparer des programmes interactifs de saisie-validation de données d'enquête, par exemple. Il supporte de plus tout un système de suivi des budgets et contrôle des dépenses pour la D.G.T.T.P., ainsi qu'une banque de données sur les Municipalités québécoises, comportant plusieurs informations utiles à la D.G.T.T.P. (ex.: adresse de la mairie, évolution démographique, transporteurs publics autorisés, etc.).

### 2.3.2 Les micro-ordinateurs PC-XT

La D.G.T.T.P. a perçu depuis longtemps le potentiel des micro-ordinateurs en planification-transport et a vu à mettre à la disposition de ses professionnels des appareils

convenablement équipés de logiciels. Dès leur installation, les micro-ordinateurs se sont intégrés à l'environnement des gens et leur sont vite devenus des outils indispensables pour lesquels la demande ne cesse d'augmenter. Nous avons opté pour les appareils PC-XT, comportant un disque rigide de 10 Mo, et permettant aussi la communication à l'ordinateur central, sous émulation de terminaux "3270" d'IBM.

Pour les communications locales, nous utilisons des modems à 1200 bauds, avec des programmes de communication comme PC-Talk ou PC-Plot. Ce dernier logiciel possède le très grand avantage de permettre au PC d'émuler un terminal graphique TEXTRONIX, sous le langage Plot-10. Les PC peuvent alors servir d'outil de développement des applications graphiques, sans encombrer l'appareil TEKTRONIX, lui-même déjà fort achalandé. Le principal langage utilisé sur les PC, en plus du BASIC bien connu, est le PASCAL.

Une multitude de logiciels sont disponibles sur le marché pour les PC-XT. Parmi ceux-ci, nous en utilisons principalement trois:

- . dBASE II: langage de gestion de bases de données
- . LOTUS 1-2-3: feuille-comptable élaborée, avec graphiques
- . Stat-Pac: logiciel d'analyse et modélisation statistique.

Notons que certains employés de la D.G.T.T.P. possèdent leurs propres micro-ordinateurs (ex.: Epson, Apple) et que ces appareils s'intègrent bien à notre environnement.

### 2.3.3 Le TEKTRONIX 4116-B

Cet appareil graphique comporte un microprocesseur 8086(+8087) d'Intel, avec 576Ko de mémoire-vive, ce qui en fait un puissant

micro-ordinateur, d'autant plus qu'il a accès à un disque rigide de 10Mo. En mode autonome, ce micro-ordinateur supporte le système d'exploitation CP/M-86 et réagit comme un micro-ordinateur pour l'emploi de programmes de communication locale.

Le seul langage de haut niveau que nous y utilisons, mise à part la librairie de sous-routines graphiques PLOT-10, est le FORTRAN-86. Les principales applications, en mode autonome, demeurent pour l'instant les programmes de digitalisation que nous avons développés et dont on reparlera plus loin.

## 2.4 Les appareils graphiques

### 2.4.1 Le TEKTRONIX 4116-B

Cette machine est au centre de nos applications graphiques. L'écran de 630 mm (25 po.) permet un affichage de 4096 x 3120 pixels, et l'appareil comporte trois ports d'entrées RS232C pour les périphériques.

Il peut fonctionner sous TSO, en communication TCAM avec l'ordinateur central, ou sous CP/M-86 en mode autonome. Peu importe leur provenance, les commandes graphiques doivent être de type "PLOT-10" pour être interprétées par le processeur graphique. Les principales applications graphiques sont EMME/2 pour la modélisation-transport et SAS-Graph et SPSS-X pour l'analyse de données. Deux librairies de sous-routines graphiques sont accessibles à nos applications. IGL de Tektronix comporte des utilitaires généraux pour le dessin infographique, mais nous utilisons beaucoup QPLOT, qui a été développé par le Centre de Recherche sur les Transports de l'Université de Montréal, et est conçu spécifiquement pour les dessins de réseaux et d'analyse de données de transport.

#### 2.4.2 Le digimètre

Une table digitalisante électromagnétique "Calcomp" de 1100 x 1500 mm (44 x 60 po.) fait partie de nos outils. Cet appareil est ordinairement relié au Tektronix 4116-B et permet les tâches de digitalisation de nos réseaux et de nos systèmes de zones. D'autres applications peuvent être imaginées, d'autant plus que ce digimètre peut aussi être interfacé aux micro-ordinateurs PC d'IBM.

#### 2.4.3 Le traceur HP-7475A

Cette petite table traçeuse, de dimension réduite (maximum de 280 x 430 mm), possède six plumes adressables et permet des dessins de très haute définition, en couleur. Les commandes graphiques doivent se conformer au protocole "HP-GL". En plus d'applications-maison, en PASCAL ou BASIC, les logiciels SAS-Graph et LOTUS 1-2-3 peuvent produire des dessins sur cet appareil. Il peut aussi être relié au Tektronix agissant à titre d'ordinateur hôte, mais sans référence au langage Plot-10.

#### 2.4.4 Les traceurs Calcomp

Nous avons accès à des traceurs verticaux Calcomp, permettant des dessins à quatre couleurs sur rouleau continu de papier de 760 mm de largeur. Ces appareils ne reconnaissent que des commandes sous protocole Calcomp. Des interfaces ont été créées et supportent des applications comme UTPS, EMME/2 et SAS-Graph, en plus de nos programmes-maison utilisant QPLOT. Mentionnons aussi la disponibilité du logiciel "Calcomp-Preview", permettant la pré-visualisation d'un dessin généré sous protocole "Calcomp" sur un écran de type Tektronix.

### **3 LES ACTIVITES DE PLANIFICATION**



## LES ACTIVITÉS DE PLANIFICATION

Nous avons tenté de schématiser, par la figure 3, l'organisation générale des activités reliées à nos banques de données en transport, en identifiant huit thèmes principaux. A l'intérieur de ces huit entêtes, divers sujets sont identifiés, dont nous désirons faire rapidement un tour d'horizon, tout en faisant ressortir l'utilisation des outils informatiques que nous décrivions tantôt. Cette liste n'est pas exhaustive et, surtout, les entêtes employées ne le sont qu'à titre indicatif, puisqu'en réalité les choses sont beaucoup moins simples qu'elles apparaissent ici.

Deux grandes familles d'activités se dégagent du schéma, et elles sont d'égale importance pour nous. La première concerne l'analyse des données, d'une façon très large. Ici, on emploiera surtout des logiciels comme SAS, SPSS, LOTUS 1-2-3, Stat-Pac ou dBASEII, afin de produire des analyses statistiques ou descriptives de ces données.

L'autre volet concerne l'aspect "modélisation en transport", où on veut modéliser l'offre en transport (les réseaux), la demande en déplacement et finalement simuler les achalandages sur les réseaux.

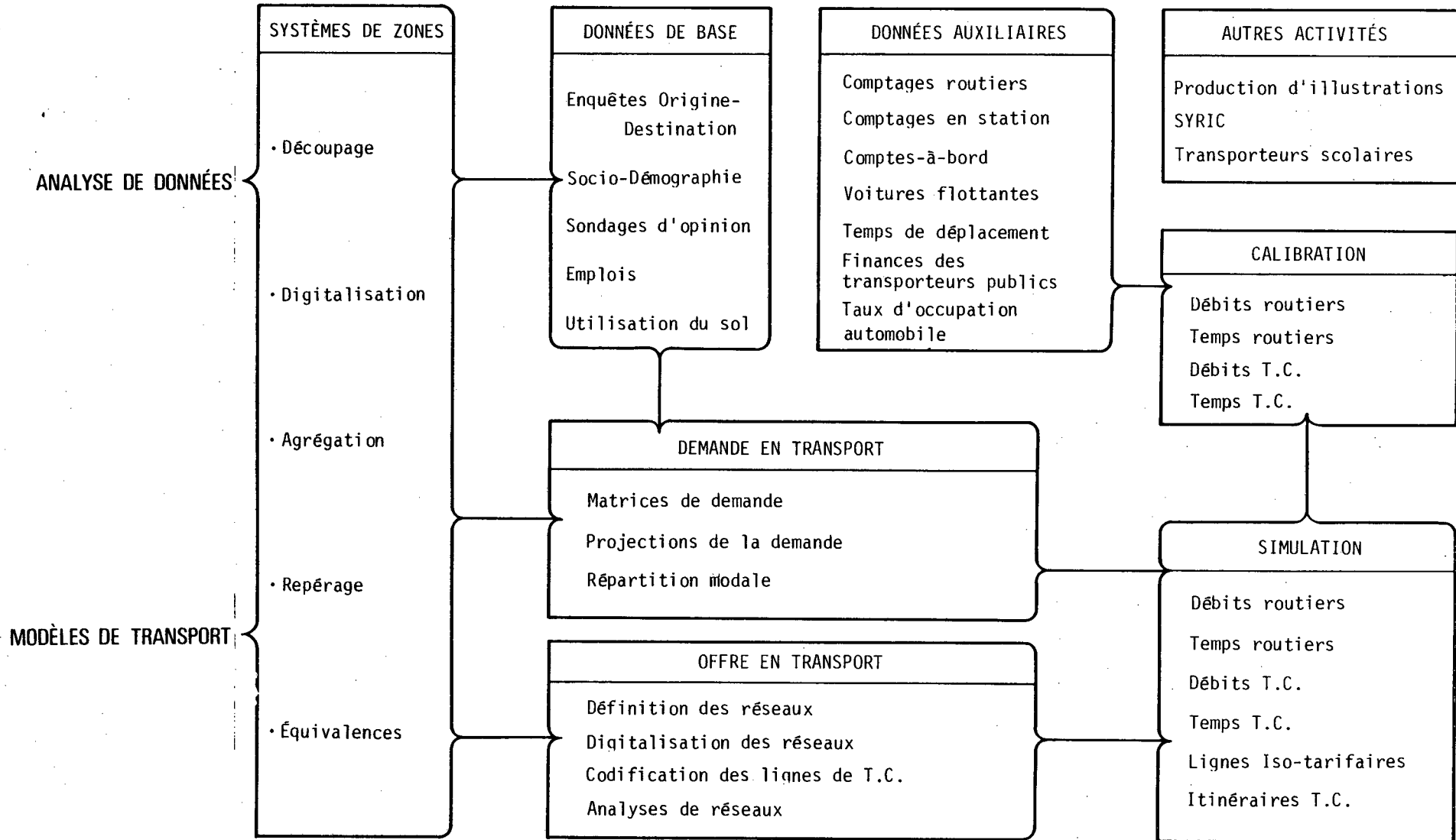
### 3.1 Systèmes de zones

#### 3.1.1 Découpages

Plusieurs des activités reliées à la planification des transports urbains requièrent la définition d'un découpage cartographique en zones d'analyse. Il arrive alors bien souvent que les découpages zonaux propres à différentes banques de données soient incompatibles entre eux et rendent impossible l'analyse intégrée de ces données. D'autre part, ces systèmes de zones sont souvent très raffinés, et donc trop lourds pour permettre une analyse rapide d'un phénomène macroscopique.

figure 3

schéma général des activités



### 3.1.2 Digitalisation

Pour pallier à ces ennuis, il devient intéressant de digitaliser le ou les systèmes de zones de base, afin de pouvoir les manipuler informatiquement. Tout d'abord, ces grilles de zones peuvent être utilisées comme trame de fond avec des logiciels pouvant afficher spatialement les résultats, tels que EMME/2 ou SAS (figure 4), mais aussi pour des applications maison comme on le verra plus loin.

### 3.1.3 Procédures d'agrégation

Le principal avantage de cette informatisation des zones est de permettre l'emploi de clés d'agrégation pour constituer l'image d'un nouveau système zonal, en même temps que les données à représenter subissent cette agrégation. On passe rapidement ainsi, pour la région de Montréal, d'un système de 1 500 zones, à des systèmes de 700 zones, 149 municipalités ou 66 districts d'analyse (figure 5). La procédure d'agrégation graphique est liée à la structure de représentation des données, articulée sur trois listes: les sommets de polygone, leurs arêtes et l'assignation de ces segments à chaque zone.

### 3.1.4 Repérage des noeuds

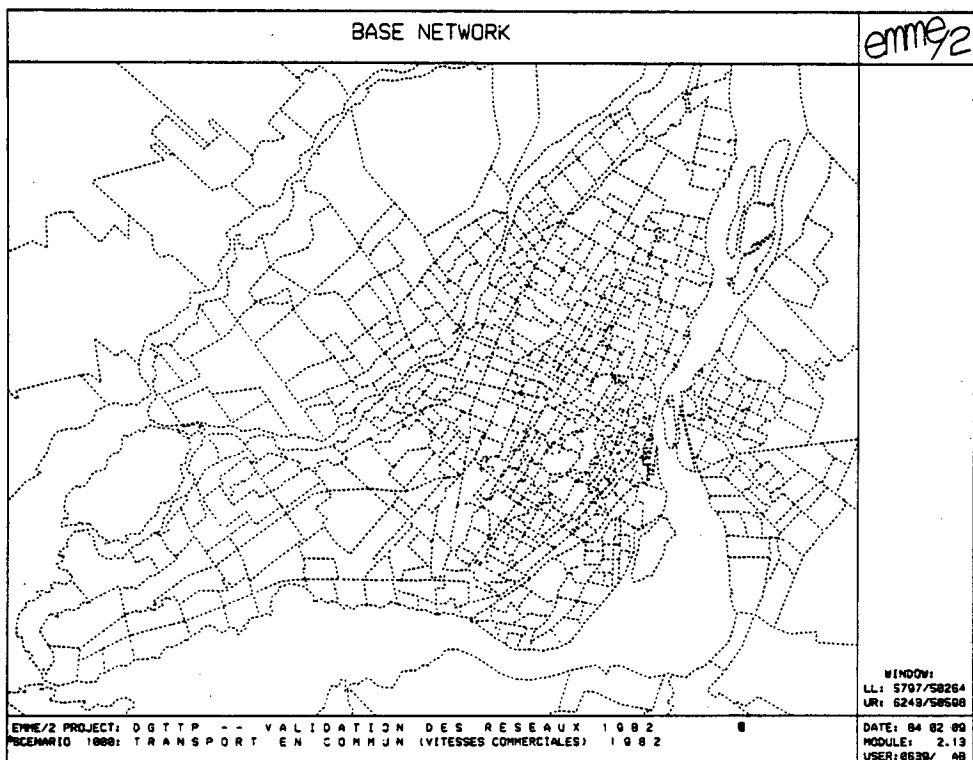
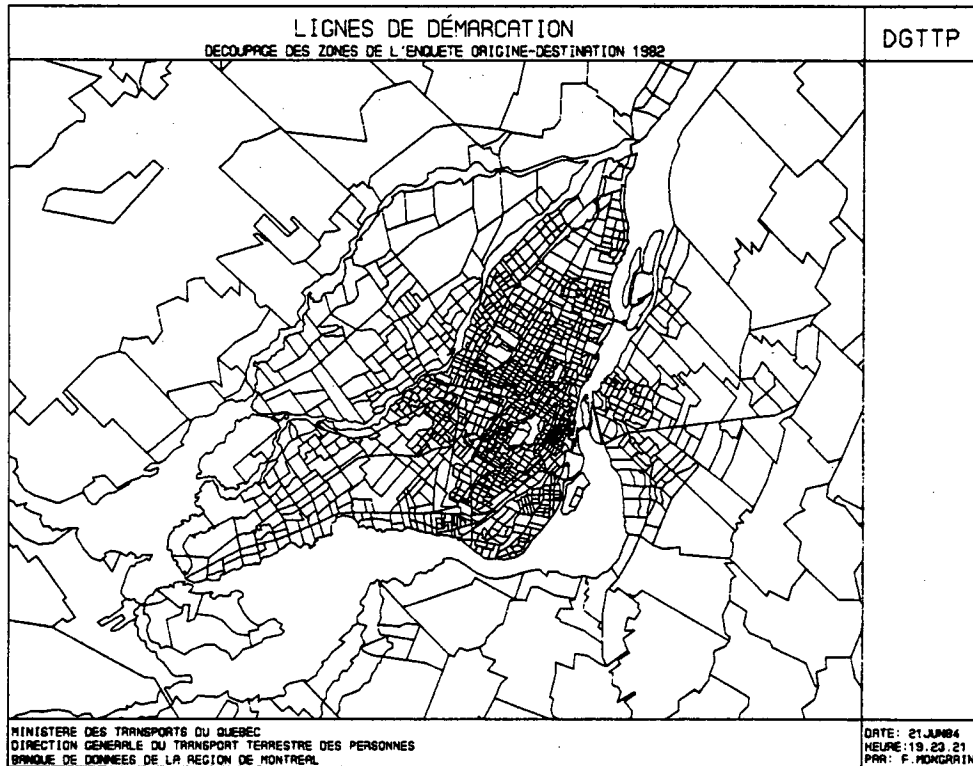
Une autre chose rendue possible est l'identification automatique de la zone associée à un noeud du réseau, ou encore à un lieu pointé à l'écran graphique. On peut ainsi construire interactivement des clefs d'agrégation zonales, ou extraire interactivement des données d'enquête, en pointant les zones désirées à l'écran.

### 3.1.5 Equivalence de zones

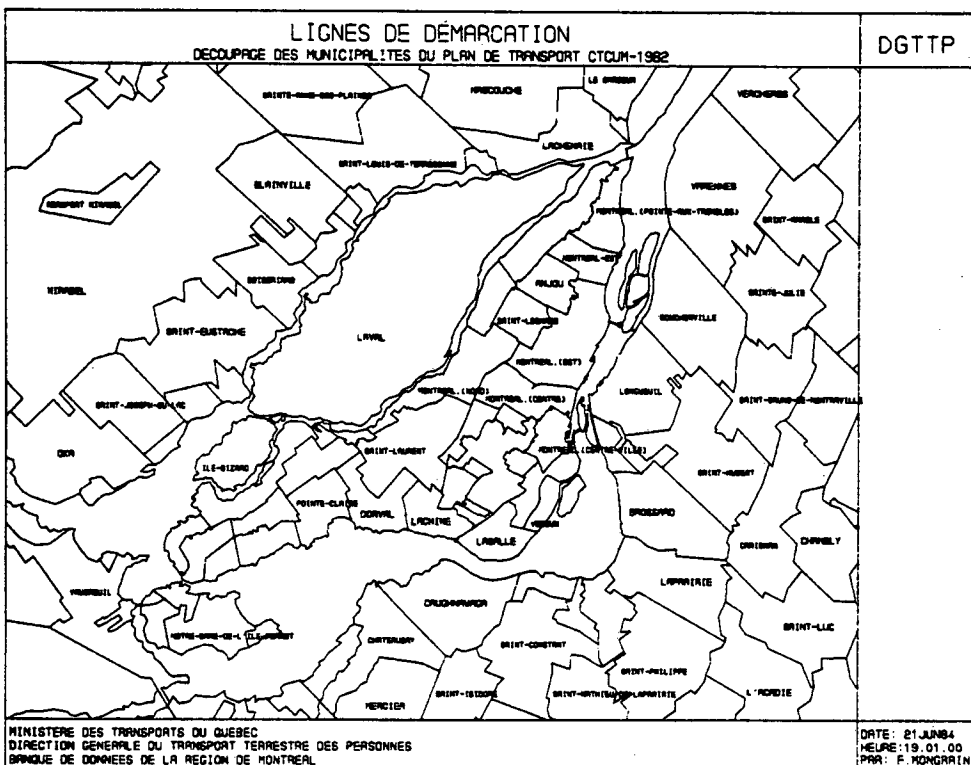
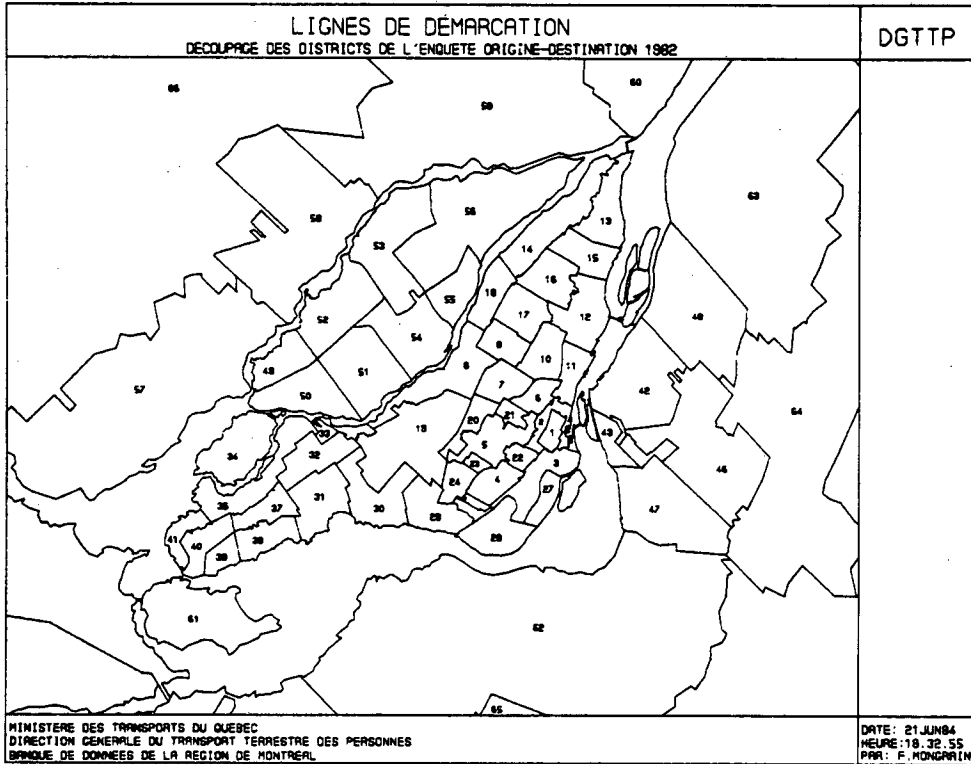
Cette procédure nous a permis de "recoder" des données de Statistique Canada disponibles au niveau des secteurs de

**figure 4**

**digitalisation des polygones de zones**



**figure 5**  
**agrégations zonales**



dénombrement, dans le système de base de 1 500 zones de la C.T.C.U.M. Au départ, ces découpages sont incompatibles, mais en associant à chaque zone d'enquête les centroïdes de secteurs de dénombrement qui y sont inclus, on arrive à produire un recodage efficace et utile, même si certains biais liés aux chevauchements sont inévitables. De la même façon, il est possible d'associer des numéros de zone à des codes postaux, créant ainsi une clé d'agrégation grossière mais intéressante pour utiliser des données provenant, par exemple, des fichiers d'immatriculation automobile, sans géocoder chaque enregistrement.

### 3.2 Données de base

La planification des transports urbains fait appel à deux grandes familles de données de base soit:

- les enquêtes Origine-Destination;
- les données socio-démographiques.

#### 3.2.1 Enquêtes Origine-Destination

On pense d'abord aux enquêtes Origine-Destination, qui permettent non seulement de quantifier la demande en déplacements entre les différentes zones d'analyse, mais aussi de la catégoriser et de la qualifier. Nous utilisons principalement les enquêtes O-D exécutées par la C.T.C.U.M. en 1970, 1974, 1978 et 1982, et qui couvrent le territoire de la région montréalaise avec un échantillon-logis variant entre 5% et 10%. La figure 6 montre un exemple d'extraction graphique de données d'enquête.

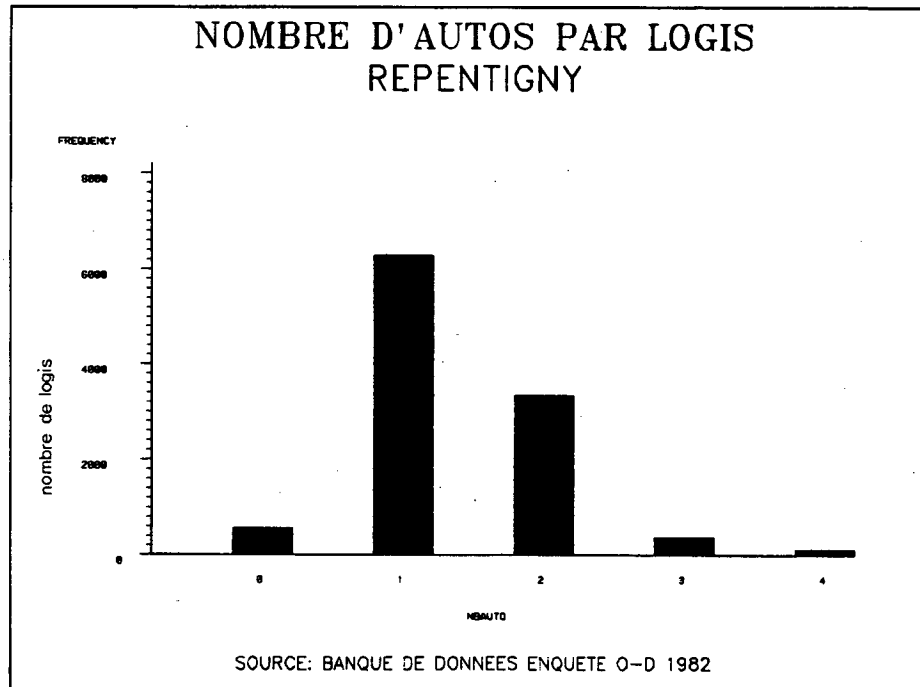
Nous exécutons aussi des enquêtes O-D particulières pour étudier des phénomènes bien précis. Des programmes de saisie-validation des données ont été fabriqués notamment pour des enquêtes à bord des trains de banlieue ou des autobus en voie réservée, pour traiter le décompte des billets-zones sur les lignes d'autobus suburbaines, ou encore pour traiter de petites enquêtes O-D exécutées sur des banlieues éloignées.

#### 3.2.2 Données socio-démographiques

L'autre famille de données de base est de type socio-démographique. Nous avons accès à des données provenant de Statistique Canada ou du Bureau de la Statistique Québec (B.S.Q.), et des programmes de recodage sont parfois employés pour les compatibiliser à nos grilles de zones d'analyse. Ces données concernent par exemple les populations selon les strates d'âge et de sexe, et peuvent servir à la prévision de

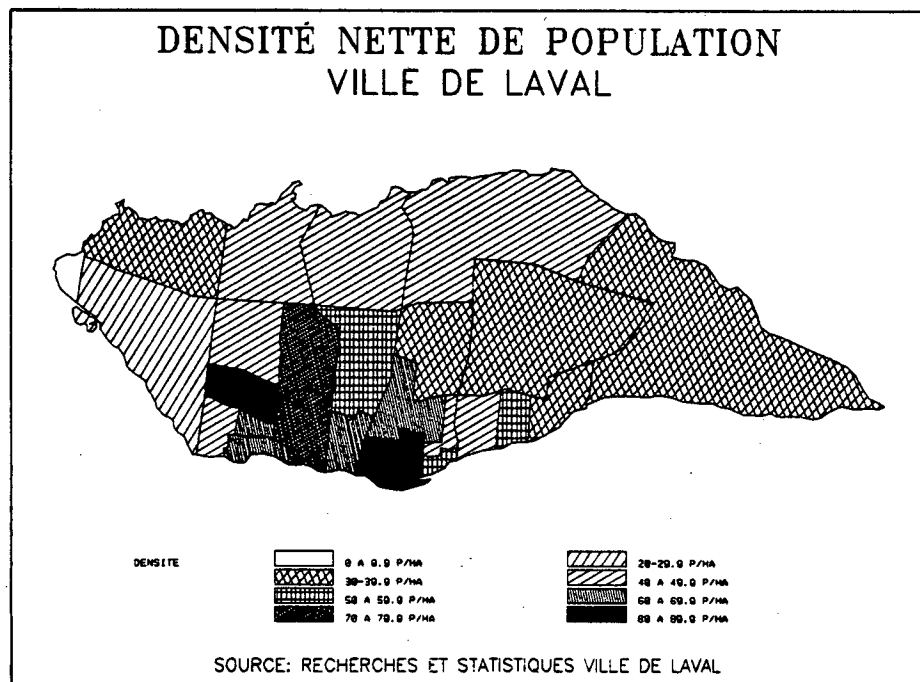
**figure 6**

**extraction de données d'enquête**



**figure 7**

**représentation de données démographiques**





la demande future, ou aux modèles de génération de déplacement. On y trouve aussi des données d'emplois ou d'utilisation du sol provenant du Ministère des Affaires Municipales, de même que des informations à caractère économique.

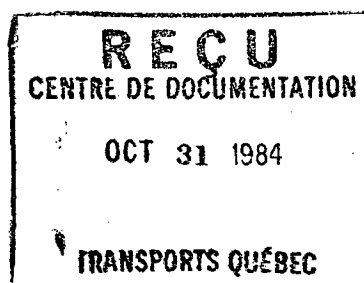
Les données de type démographique se traduisent souvent par des densités, comme le montre la figure 7, illustrant la densité de population, par hectare urbanisé, pour Ville de Laval.

### 3.2.3 Sondages

A ces données s'ajoutent celles provenant de divers sondages ou enquêtes d'opinion publique concernant, par exemple, les structures tarifaires du transport collectif.

### 3.2.4 Outils d'analyse

L'analyse de ces données représente une part importante de nos activités, que ce soit pour mener à l'élaboration de modèles de transport, ou simplement pour répondre à des demandes provenant des intervenants en transport de la région. Les logiciels SPSS et SAS sont employés sur l'ordinateur central, tandis que nous disposons d'outils comme LOTUS 1-2-3, dBASEII et Stat-Pac sur les micro-ordinateurs. La saisie comme tel des données est normalement exécutée sur le système "5280", à l'aide du langage RPG, ou encore sur micro-ordinateur à l'aide de dBASE II. Les autres données nous sont généralement transmises sur support magnétique (rubans). Une bonne connaissance des données et des logiciels à notre disposition nous permet d'extraire facilement et rapidement les renseignements demandés, tout en assurant au requérant une représentation optimale de ces données.



### 3.3 Données auxiliaires

Une multitude d'autres données viennent se greffer à notre système et sont utilisées à des fins très précises.

#### 3.3.1 Comptages routiers

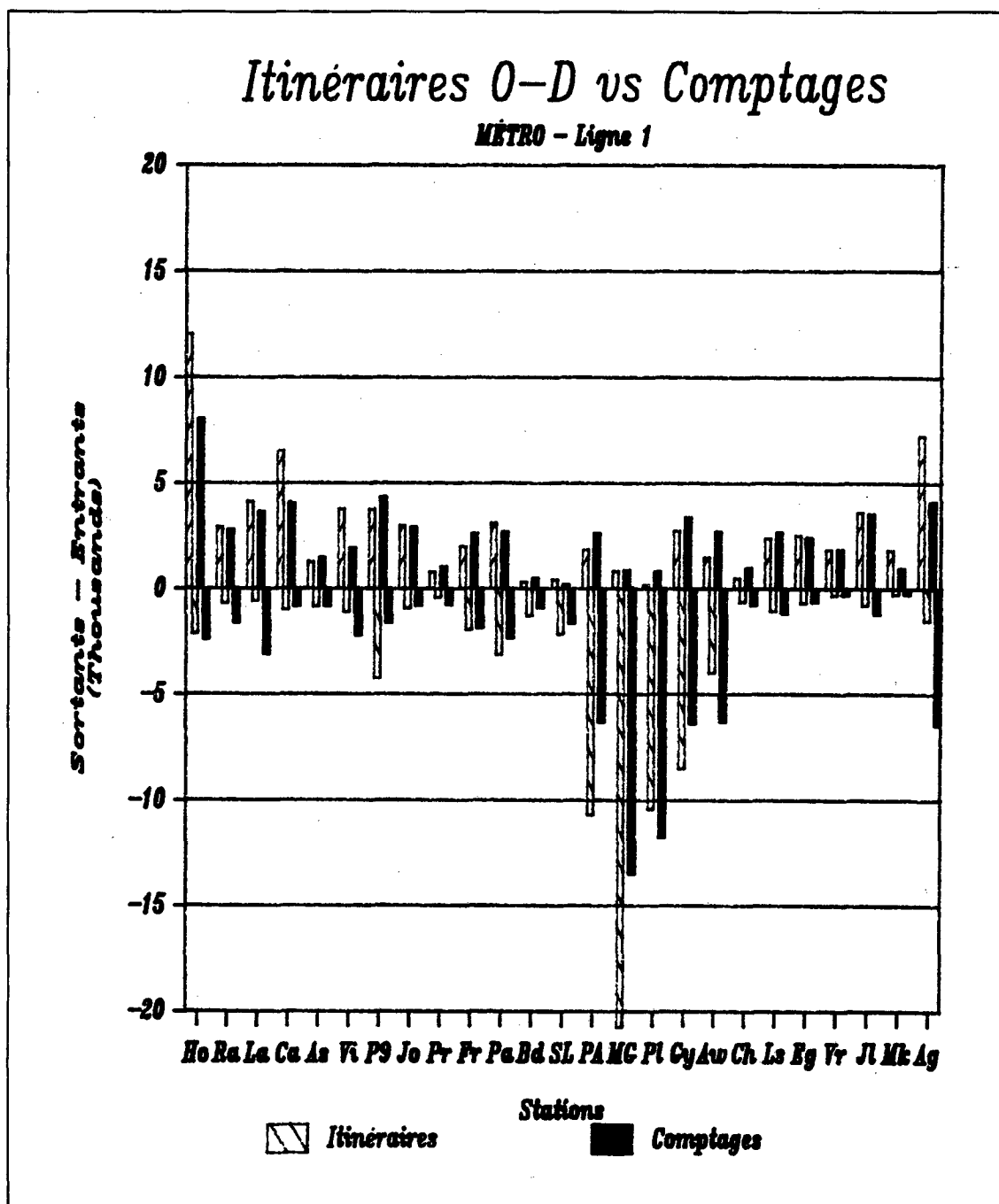
A travers l'accès que nous avons aux données de comptage du Ministère des Transports, du Service de la Circulation de la Ville de Montréal et des autres municipalités de la région, nous avons constitué une banque de comptages qui servent à la calibration de nos modèles. Les stations de comptage sont localisées sur une grille de lignes-écran et permettent, en plus d'établir les niveaux d'erreur des simulations, dans une certaine mesure aussi d'étudier la cohérence entre les productions-attractions de déplacement (enquête O-D) et les intrants-extrants sur des lignes-cordons.

#### 3.3.2 Comptages en station

Pour les transports collectifs, nous disposons de comptages d'entrants et sortants aux stations de métro et aux gares de train de banlieue. D'autres relevés précis peuvent s'y ajouter, comme des comptages de mouvements aux terminus ou aux parcs d'incitation. Des analyses comparatives peuvent être faites entre ces comptages et les valeurs prédites par les enquêtes O-D (figure 8).

figure 8

comptages en station



### 3.3.3 Comptes-à-bord

Les comptes-à-bord des véhicules (autobus ou train) permettent d'étudier la performance des lignes. En s'inspirant d'une publication de MM. Chapleau et Baass (1), nous avons construit une procédure permettant la saisie et l'analyse des données de comptes-à-bord sur micro-ordinateur, à l'aide du logiciel LOTUS 1-2-3 et de modules de programmation en PASCAL (figure 9).

### 3.3.4 Voitures flottantes

Afin de pouvoir construire des fonctions volume-délais pour estimer les vitesses de circulation routière en période de pointe, une série de parcours de voitures flottantes a été réalisée par le M.T.Q.

Ces données, une fois décantées, ont permis de catégoriser les éléments majeurs du réseau routier de la région et de fabriquer une famille de courbes-délais, dont on se servira pour les simulations.

### 3.3.5 Temps de déplacement

Les voitures flottantes permettent de mesurer les temps de parcours sur des tronçons particuliers du réseau routier. Afin de pouvoir vérifier d'une façon plus globale la validité des temps inter-zones simulés, nous avons exécuté une enquête sur les temps de parcours auprès de tous les employés de deux grands employeurs de la région (Université de Montréal et Lavalin). Ces données, une fois décantées, permettent de dessiner

---

(1) Chapleau, R. et Baass, K.G.; Use of Supercalc to compile and report Statistics in public transportation, Ecole Polytechnique, Montréal, janvier 1984. (Présenté au Congrès 1984 du Transportation Research Board, à Washington.)

## figure 9

### comptes-à-bord

CTL - PLAN DE TRANSPORT 1984 - COSIGNA 44288 - COMPTES-A-BORD

Ligne No. CTL: 60      Code DGTPP: 460      Nom ligne:  
 Direction: de HB      Cap:  
 (versHB/deHB/Est/Ouest)      Dates:  
 Jour: Sem      Nom abrégé: C-60dHB  
 (Sem/Sa/D1)      Ligne CTL      Dir      Jour

| No. Seq. DGTPP | No. CTL | ARREY<br>Intersection<br>ou Localisation | Dis-<br>tance<br>(km) | Temps<br>(mn.) | Passagers a Bord |                            |              |                | 24<br>Heures | % Utilisateurs<br>Pte / 24 h |  |
|----------------|---------|--|-----------------------|----------------|------------------|----------------------------|--------------|----------------|--------------|------------------------------|--|
|                |         |  |                       |                | Pointe<br>AM     | Creuse<br>jour             | Pointe<br>PM | Creuse<br>soir |              |                              |  |
| 1              | 4269    | 1 Tera HB                                | 0.00                  |                | 125              | 367                        | 480          | 141            | 1113         | 54.36                        |  |
| 2              | 4166    | 2 Laur/Cartier                           | 1.45                  |                | 134              | 399                        | 500          | 150            | 1183         | 53.59                        |  |
| 3              | 3247    | 5 Laur/Tourangeau                        | 2.15                  |                | 178              | 459                        | 482          | 157            | 1276         | 51.72                        |  |
| 4              | 3239    | 8 Laur/Concorde                          | 2.85                  |                | 210              | 525                        | 490          | 170            | 1395         | 50.18                        |  |
| 5              | 3230    | 11 Laur/Gianchetti                       | 3.63                  |                | 204              | 584                        | 473          | 177            | 1438         | 47.08                        |  |
| 6              | 3228    | 14 St Martin/ Laur                       | 4.66                  |                | 256              | 740                        | 515          | 209            | 1720         | 44.83                        |  |
| 7              | 3222    | 16 St Martin/ Vallierres                 | 5.08                  |                | 274              | 777                        | 512          | 212            | 1775         | 44.28                        |  |
| 8              | 3220    | 17 St Martin/ Sun Valley                 | 5.37                  |                | 278              | 832                        | 510          | 209            | 1829         | 43.08                        |  |
| 9              | 3219    | 20 St Martin/ Industriel                 | 6.22                  |                | 252              | 817                        | 506          | 206            | 1781         | 42.56                        |  |
| 10             | 3215    | 21 St Martin/ McManara                   | 6.40                  |                | 251              | 793                        | 472          | 188            | 1704         | 42.43                        |  |
| 11             | 3216    | 22 St Martin/ Tessier                    | 6.85                  |                | 247              | 772                        | 442          | 179            | 1640         | 42.01                        |  |
| 12             | 3217    | 23 C D Laval                             | 7.76                  |                | 229              | 723                        | 442          | 187            | 1581         | 42.44                        |  |
| 13             | 3172    | 24 Corbusier/St Martin                   | 8.23                  |                | 232              | 744                        | 439          | 206            | 1621         | 41.39                        |  |
| 14             | 3174    | 28 Carrefour/Corbusier                   | 9.24                  |                | 217              | 708                        | 404          | 184            | 1513         | 41.04                        |  |
| 15             | 3161    | 32 Carrefour Laval                       | 11.01                 |                | 144              | 378                        | 327          | 166            | 1015         | 46.40                        |  |
| 16             | 3162    | 35 Dan Johnson/Face LCBS                 | 11.98                 |                | 98               | 458                        | 331          | 167            | 1054         | 40.70                        |  |
| 17             | 4133    | 36 C D 2000                              | 12.58                 |                | 84               | 442                        | 304          | 163            | 993          | 39.07                        |  |
| 18             | 4121    | 42 St Martin/Mayfield                    | 14.01                 |                | 35               | 404                        | 252          | 141            | 832          | 34.50                        |  |
| 19             | 4124    | 43 Labelle/Souvenir                      | 14.63                 |                | 23               | 406                        | 225          | 118            | 772          | 32.12                        |  |
| 20             | 4716    | 47 Notre Dame/Labelle                    | 15.75                 |                | 6                | 153                        | 96           | 43             | 298          | 34.23                        |  |
| 21             | 4718    | 50 Notre Dame/75e Ave                    | 16.29                 |                | 4                | 79                         | 55           | 14             | 152          | 38.82                        |  |
| 22             | 4719    | 51 Notre Dame/Chonedy                    | 16.51                 |                | 4                | 65                         | 35           | 9              | 113          | 34.51                        |  |
| 23             | 4132    | 54 Centre Hosp Juif Conv                 | 17.15                 |                | 0                | 0                          | 0            | 0              | 0            | 0.00                         |  |
|                |         |  |                       |                | 3883 /jour       | Embarquants totaux:        | 428          | 1752           | 1176         | 527                          |  |
|                |         |  |                       |                | 64 /jour         | Nombre de voyages:         | 11           | 25             | 14           | 14                           |  |
|                |         |  |                       |                | 60.67            | Nombre de pass moy/voyage: | 38.91        | 70.08          | 84.00        | 37.64                        |  |

Diagramme de charge: Periode CREUSE LE JOUR  
09:01H à 15:30H

| Non d'arrêt           | No. C.in : | 1   | 1 | 2     | 2 | 3 | 3 | 4 | 4 | 5 | 5 | 6 | 6 | 7 | 7 | 8 | 8 | 9 | 9 | 0 |
|-----------------------|------------|-----|---|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
|                       |            | 1   | 5 | 0     | 5 | 0 | 5 | 0 | 5 | 0 | 5 | 0 | 5 | 0 | 5 | 0 | 5 | 0 | 5 | 0 |
| Tera HB               | 4269       | 367 | : | ..... |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Laur/Cartier          | 4166       | 399 | : | ..... |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Laur/Tourangeau       | 3247       | 459 | : | ..... |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Laur/Concorde         | 3239       | 525 | : | ..... |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Laur/Gianchetti       | 3230       | 584 | : | ..... |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| St Martin/ Laur       | 3228       | 740 | : | ..... |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| St Martin/ Vallierres | 3222       | 777 | : | ..... |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| St Martin/ Sun Vall   | 3220       | 832 | : | ..... |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| St Martin/ Industri   | 3219       | 817 | : | ..... |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| St Martin/ McManara   | 3215       | 793 | : | ..... |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| St Martin/ Tessier    | 3216       | 772 | : | ..... |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| C D Laval             | 3217       | 723 | : | ..... |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Corbusier/St Martin   | 3172       | 744 | : | ..... |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Carrefour/Corbusier   | 3174       | 708 | : | ..... |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Carrefour Laval       | 3161       | 378 | : | ..... |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Dan Johnson/Face LCB  | 3162       | 458 | : | ..... |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| C D 2000              | 4133       | 442 | : | ..... |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| St Martin/Mayfield    | 4121       | 404 | : | ..... |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Labelle/Souvenir      | 4124       | 406 | : | ..... |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Notre Dame/Labelle    | 4716       | 153 | : | ..... |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Notre Dame/75e Ave    | 4718       | 79  | : | ..... |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Notre Dame/Chonedy    | 4719       | 65  | : | ..... |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Centre Hosp Juif Con  | 4132       | 0   | : | ..... |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |

Note: FACTEUR = 10.0

Nombre de voyages par periode (V) : 25 VOY/PER  
 KN productifs (VEHK=V\*LONGUEURLIGNE) : 428.75 VEK.KN  
 Passagers embarques totaux par periode (E) : 1752 PASSAGERS  
 Utilisation (UT=SUN(PASSABORD\*DELADIST)) : 9058.26 PASS.KN  
 Distance moyenne par passager (DM=UT/E) : 5.17 KM  
 Indice de productivite kiloelectrique : 42.25 %  
 (IPK=UT/(VEHK\*CAP))\*100  
 Passagers / KN productif (PAVK=E/VEHK) : 4.09 PASS/KN

des lignes isochrones montrant spatialement la distribution des temps de déplacement routier et par transport collectif. La figure 10 illustre les résultats lissés du sondage sur les temps de déplacement par automobile, à destination de l'Université de Montréal.

### 3.3.6 Données financières en transport collectif

Des données relatives aux structures tarifaires du transport collectif sont assemblées pour permettre la construction de matrices tarifaires. Parallèlement, des études concernant les revenus, clientèles et coûts d'exploitation des transporteurs publics ont requis une cueillette de ces données, en vue de leur traitement à l'aide de LOTUS 1-2-3 (figure 11).

### 3.3.7 Taux d'occupation automobile

Une série de relevés sont à notre disposition concernant le nombre d'occupants dans les véhicules privés, à différents endroits-témoins, pour la période de pointe du matin.

figure 10

## temps de déplacements observés

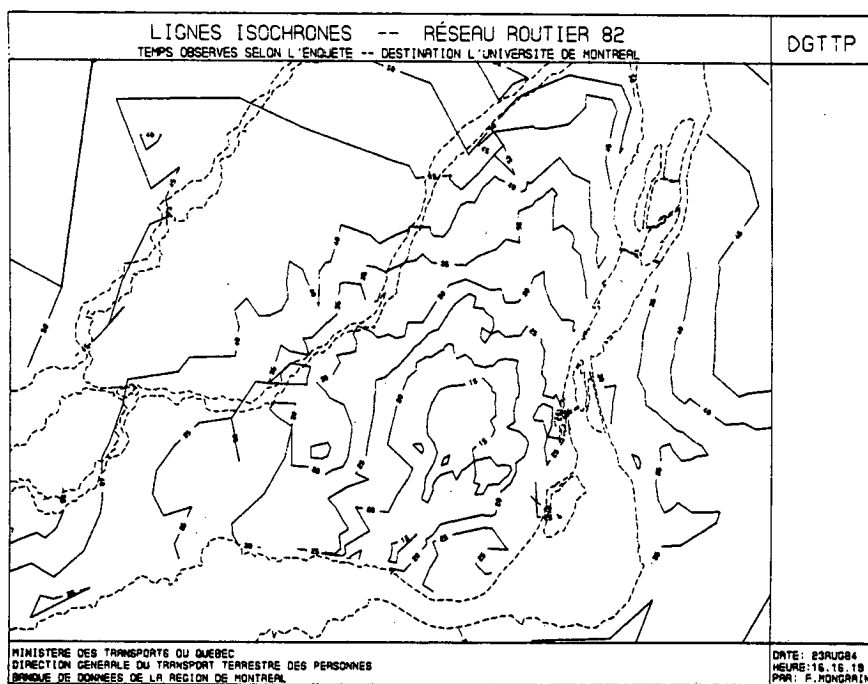
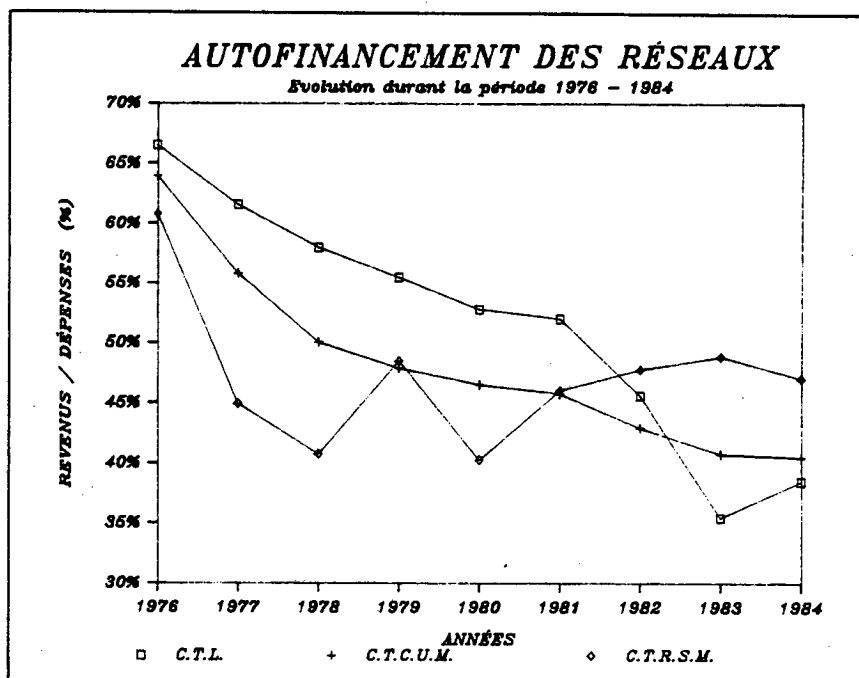


figure 11

## données financières en transport collectif



### 3.4 Demande en transport

La modélisation relative aux données de base sur la demande prend plusieurs formes.

#### 3.4.1 Matrices de demande

On pense d'abord aux matrices Origine-Destination de déplacement qui seront chargées sur les réseaux pour produire les affectations. Les clés d'agrégation zonale permettent de construire ces matrices dans n'importe quel système de zone défini par l'utilisateur.

Les représentations graphiques de ces données sont multiples et essentielles, compte tenu de la quantité énorme d'informations qu'elles expriment.

On peut par exemple produire un histogramme de la distribution du nombre d'observations par cellules dans la matrice. Ceci permet d'apprécier visuellement la quantité de cellules vides ou peu significatives et de suggérer éventuellement une révision du découpage zonal. Mieux encore, on peut produire la distribution de fréquence des totaux de production et attraction et juger très rapidement de l'homogénéité du système de zones (figure 12).

Ces totaux zonaux de production et attraction de déplacements se visualisent spatialement par des bâtonnets qui permettent d'apprécier rapidement l'importance relative des générateurs de déplacements (figure 13). La mise en plan des lignes de désir



figure 12

distribution de fréquence des totaux de générations

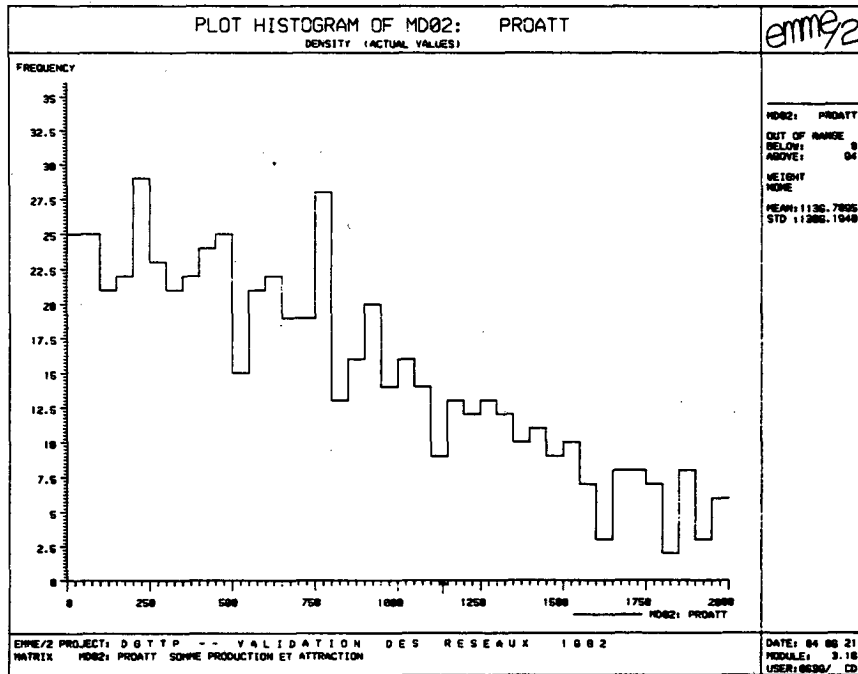
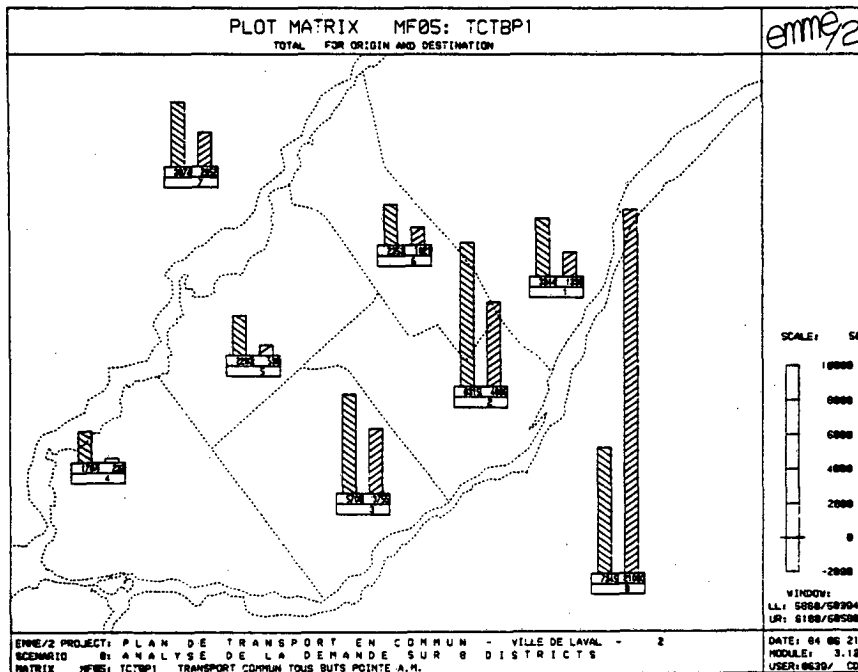


figure 13

productions et attractions de déplacement



de déplacements devient une opération simple et instantannée, permettant au planificateur de multiplier ses analyses sans perte de temps et sans faire de compromis sur la quantité de données qu'il peut examiner (figure 14).

Une matrice peut aussi correspondre à la différence entre deux autres matrices. On peut alors comparer visuellement deux matrices de demande correspondant à deux horizons dans le temps, et identifier rapidement les zones à forte croissance ou décroissance. La figure 15 montre l'évolution de la demande, en termes de production de déplacement, entre 1978 et 1982 pour une partie de la région de Montréal.

#### 3.4.2 Projections de la demande

Pour certaines études, il peut être nécessaire de projeter la demande sur les horizons futurs. Ce travail comporte généralement quatre étapes:

- projections de population;
- projections de l'emploi;
- génération des déplacements;
- distribution des déplacements.

A partir des données de base décrites précédemment, un modèle de cohortes nous permet d'évaluer les niveaux futurs de la population, lorsque nous ne pouvons les obtenir d'autres sources. Nous obtenons, d'organismes tels que l'OPDQ ou le MAM, des données permettant d'établir des prévisions d'emploi.

Nous avons rejeté les méthodes traditionnelles de génération agrégée de déplacement, suite à des analyses qui révèlent une explicativité très insuffisante des variables socio-démographiques. En attendant de trouver mieux, des projections linéaires sont faites à partir des populations stratifiées et des niveaux d'emploi catégorisés. Un projet est en cours, où l'emploi de modèles désagrégés de génération est expérimenté.

figure 14

lignes de désir de déplacement

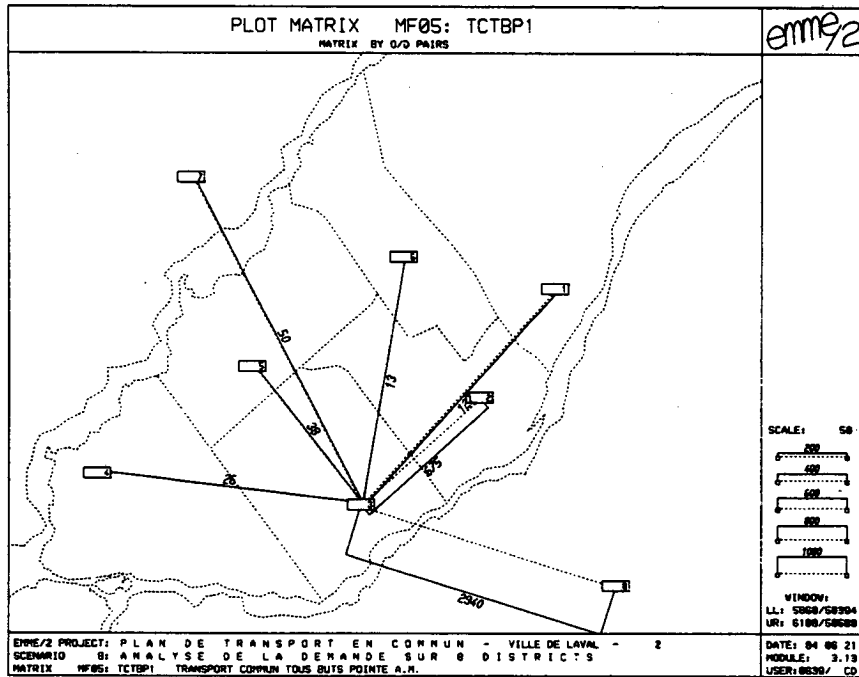
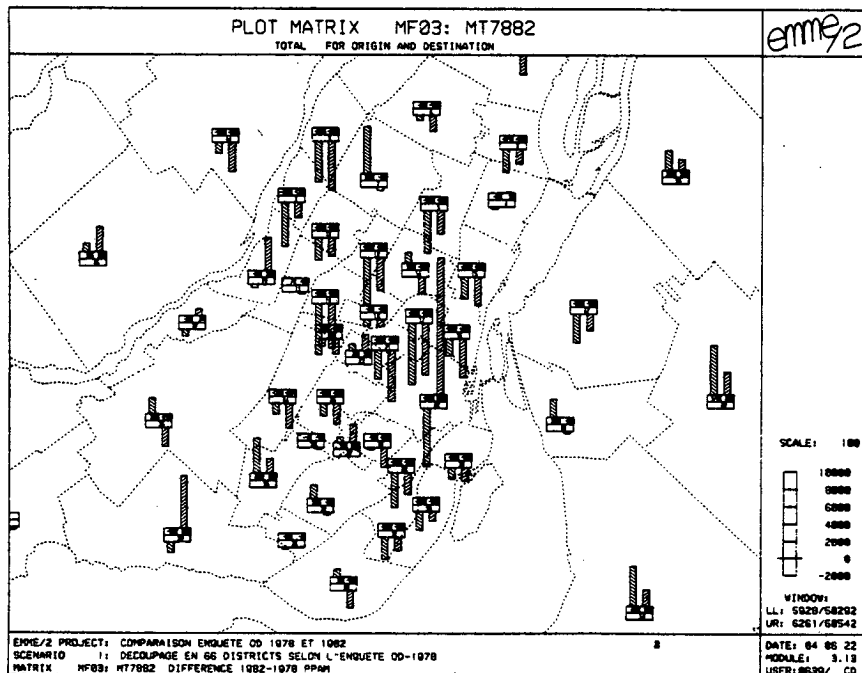


figure 15

évolution de la demande en transport



Quant à l'aspect "distribution", nous retenons une formulation gravitaire pour redistribuer dans la matrice les déplacements recensés par les enquêtes O-D. Ce travail est en cours.

Nous travaillons actuellement à l'emploi de méthodes stochastiques pour projeter dans le temps les matrices de demande, à partir des matrices "observées" dont nous disposons sur quatre horizons antérieurs, correspondant aux enquêtes O-D de 1970, 1974, 1978 et 1982.

#### 3.4.3 Répartition modale

Les modèles agrégés classiques de répartition bimodale sont beaucoup remis en question, et nous n'échappons pas à ces préoccupations, dans la mesure où leur explicativité est généralement assez faible. Nous travaillons actuellement à l'élaboration de procédures désagrégées d'estimation de choix modal, à l'aide, entre autres, du logiciel MADITUC.

### 3.5 Offre en transport

#### 3.5.1 Définition des réseaux

Les outils graphiques, surtout lorsqu'ils sont interactifs, deviennent des aides indispensables à la codification des réseaux de transport. Nous possédons actuellement une représentation informatisée du réseau routier couvrant l'ensemble de la région de Montréal, au niveau des autoroutes, des artères et des collectrices importantes, autant en milieu urbain que rural. Dans le même esprit, tous les services importants de transport collectif sont codifiés, pour la période de pointe du matin.

Bien que nous employons trois logiciels différents pour nos modèles de transport (EMME/2, MADITUC et UTPS), nous avons tenu à utiliser une seule construction de réseau, centrale et universelle, à partir de laquelle chacun des logiciels peut construire sa propre représentation de données. Les réseaux de transport collectif sont aussi construits sur ce réseau de base. Cette approche intégrée permet non seulement de minimiser les traitements de données, mais surtout de pouvoir interfacier les logiciels au niveau de l'entrée ou la sortie de données. Par exemple, un flux sur un lien, simulé par MADITUC, peut devenir un attribut de ce lien repris et dessiné par EMME/2, sur le réseau routier de base.

La manipulation de cette banque de données universelle se fait sur l'ordinateur central, par des programmes FORTRAN ou des commandes ISO.

### 3.5.2 Digitalisation des réseaux

Afin de codifier les réseaux d'une façon systématique et efficace, nous avons conçu un logiciel interactif de saisie des données à l'aide d'une table digitalisante. La figure 16 illustre la configuration du système. La table digitalisante, sur laquelle sont superposées les cartes des réseaux définis, sert à la localisation des noeuds (soit des intersections de rues ou des arrêts de transport en commun) ou à tracer des liens de réseau non linéaires. Les coordonnées graphiques, à l'intérieur du cadre de la table ou de l'écran graphique, sont transformées en coordonnées du système défini par l'utilisateur selon l'échelle, l'origine et l'orientation de la carte superposée.

Le menu au haut de l'écran graphique fournit une série de commandes correspondant aux diverses touches de la "souris". Chaque touche est programmée afin d'activer une fonction différente, reconnue par l'ordinateur hôte, telle que la localisation et numérotation des noeuds ou le calcul de distance des liens.

L'espace de dialogue au bas de l'écran sert à envoyer des instructions et questions simples à l'utilisateur. Les réponses requises sont soit de type oui/non ou des informations alphanumériques correspondant aux attributs des noeuds et des liens, comme le numéro de noeud, les noms de rues, le nombre de voies ou les catégories de routes.

Au fur et à mesure que l'information est saisie, elle est simultanément affichée dans l'espace graphique de l'écran à titre d'aide visuelle à l'utilisateur. Ainsi, nous pouvons rapidement créer des fichiers de noeuds et de liens (figure 17) qu'on voit ici affichés par EMME/2.

figure 16

environnement de digitalisation

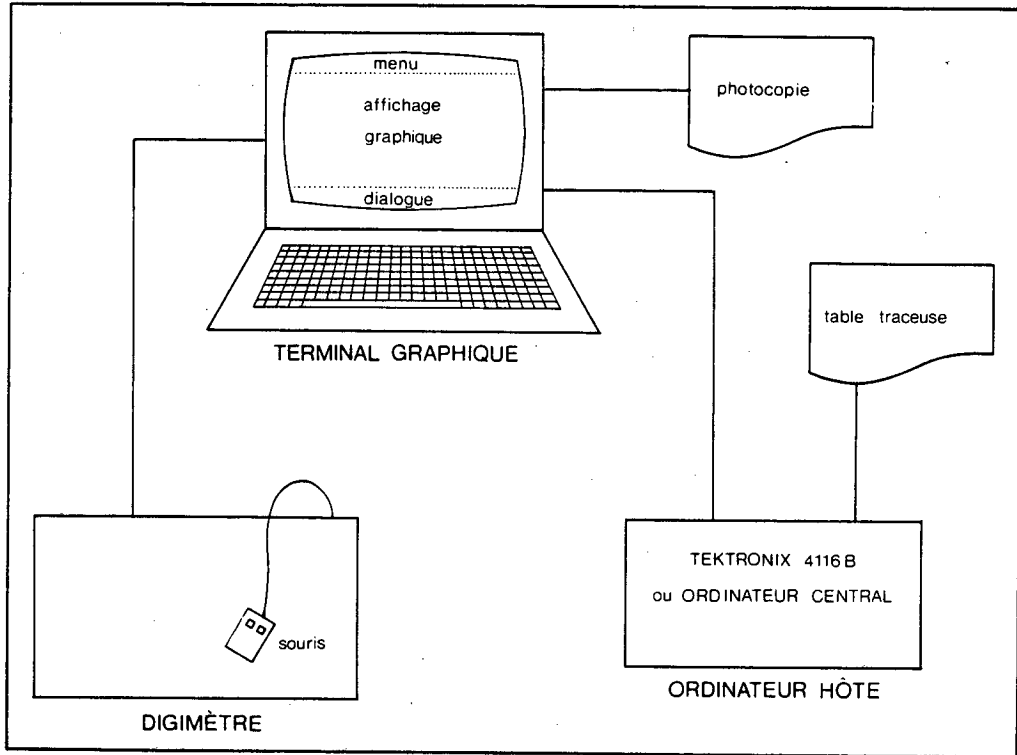
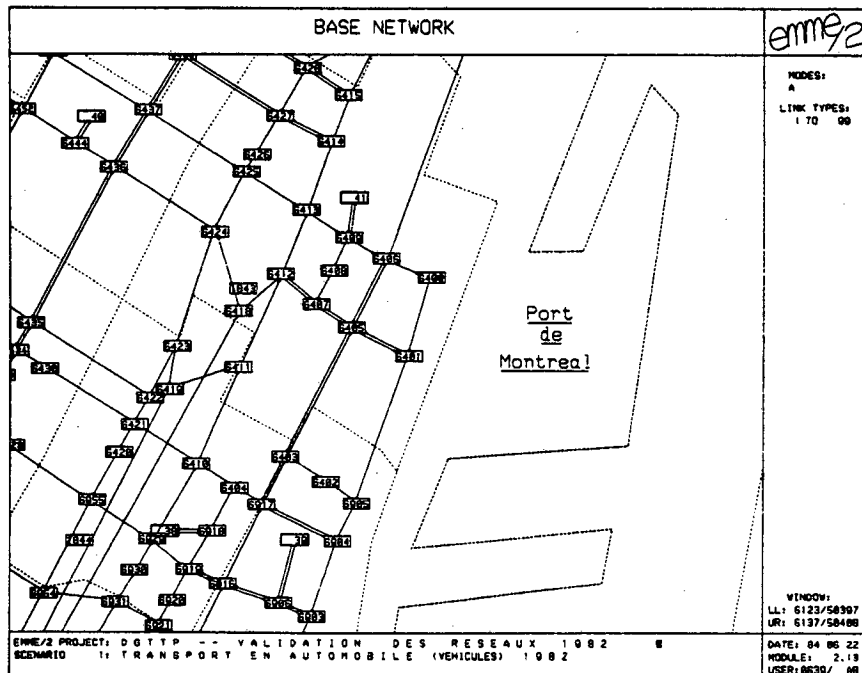


figure 17

codification du réseau



### 3.5.3 Codification des lignes t.c.

Comme on l'a mentionné, les lignes sont codifiées sur le réseau de rue universel (figure 18). Cependant, chacun des trois logiciels possède des options très particulières concernant la représentation des lignes de transport collectif, et il aurait été inefficace de vouloir en avoir une codification unique et intégrée. Toutefois, le fait que les données de noeuds et de liens soient intégrées facilite beaucoup le travail d'analyse puisqu'on n'a toujours qu'un seul réseau à "connaître". De plus, comme on le soulignait tantôt, ceci permet de faire circuler d'un logiciel à l'autre les résultats d'affectation, au besoin.

### 3.5.4 Analyses des réseaux

Certaines analyses, propres aux réseaux, peuvent être faites graphiquement. Au point de vue routier, on peut par exemple extraire de la banque certains types de routes et faire cartographier la capacité de transport qu'elles offrent.

Du côté t.c., on peut vouloir visualiser la capacité de service sur les lignes; la figure 19 montre la capacité offerte sur une partie du réseau, en termes de sièges par heure. On peut imaginer aussi l'extraction de lignes d'autobus, en fonction de critères comme les municipalités ou les zones desservies, ou de seuils sur le nombre de passagers transportés.



figure 18

lignes de transport collectif

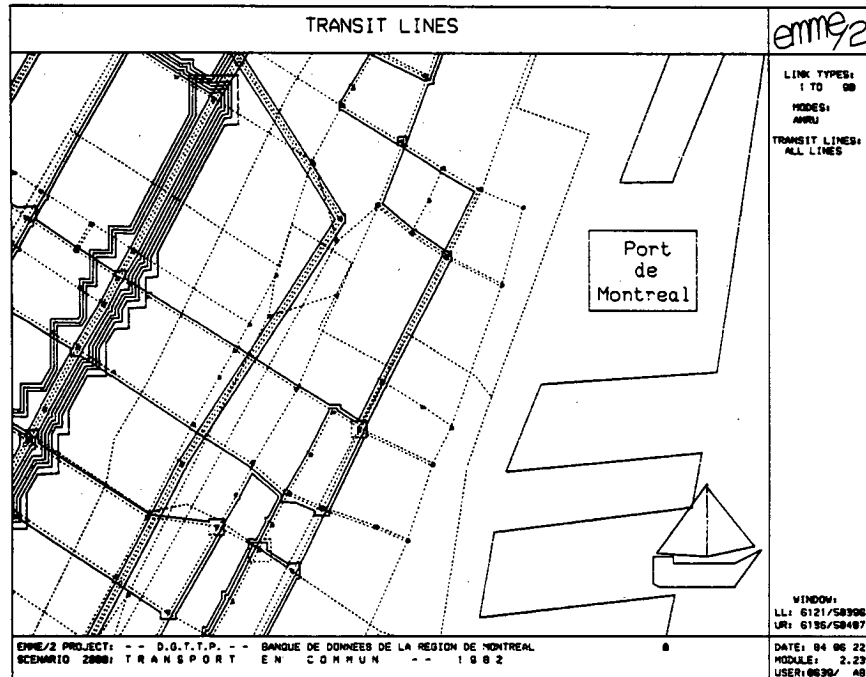
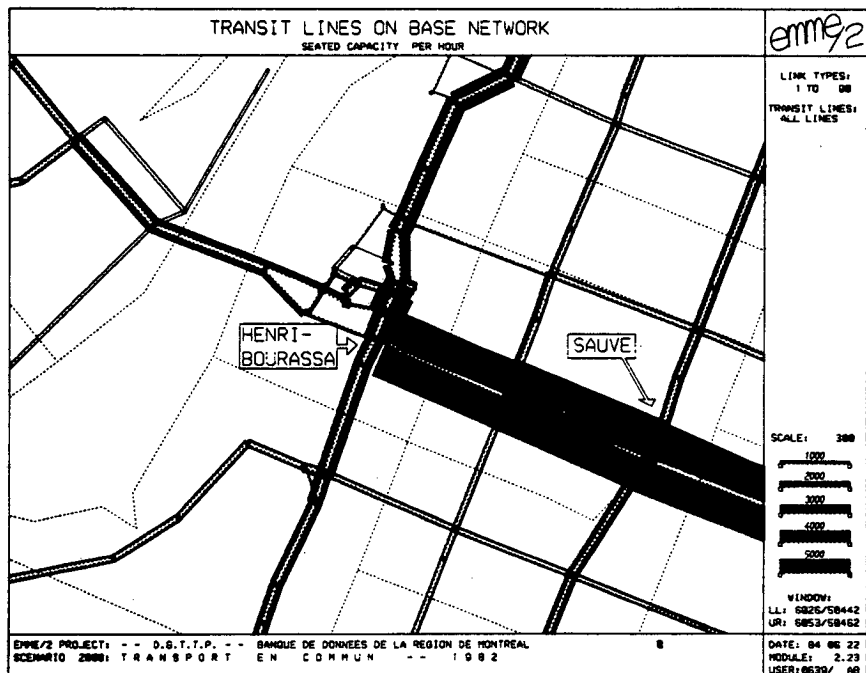


figure 19

capacité de transport collectif



### 3.6 Simulations

La mise en contact de la demande-transport avec l'offre produit les simulations d'achalandage, au sens large du terme.

#### 3.6.1 Débits routiers

On pense d'abord aux simulations de circulation qui estiment les flux routiers à l'équilibre sur les principaux éléments du réseau. On obtient, graphiquement, un portrait de l'utilisation du réseau en dessinant des bandes de largeur proportionnelle au flux sur des liens choisis du réseau (figure 20).

#### 3.6.2 Temps routiers

L'analyse des temps routiers est indissociable de celle des flux puisque ces deux termes sont en relation à travers les courbes volume-délais.

On peut d'abord étudier la distribution de fréquence des temps routiers soit sous forme d'histogramme, ou sous forme de courbe cumulée. La figure 21 représente ici des fréquences pondérées par la demande en déplacements.

Une des illustrations les plus utiles pour analyser les temps de déplacement demeure le traçage des lignes isochrones. On obtient des contours de temps à partir d'un producteur vers toutes les zones, ou de toutes les zones vers un attracteur, selon que l'on se penche sur une ligne ou sur une colonne de la matrice des temps interzones (figure 22). Ces données de temps peuvent aussi se représenter tridimensionnellement, en les définissant comme variable "altitude".

figure 20

flux routiers

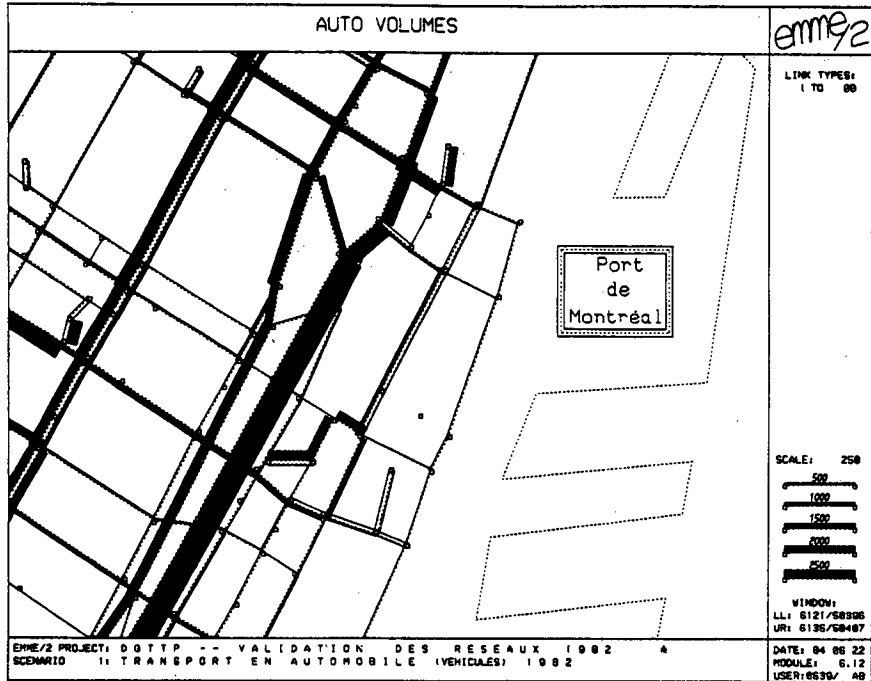


figure 21

distribution de fréquence des temps routiers

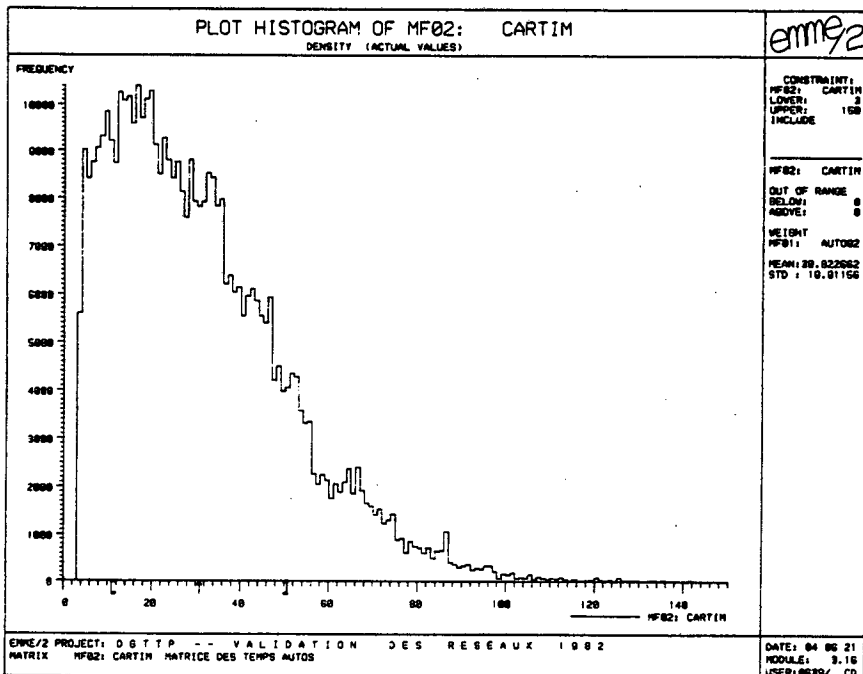


figure 22

isochrones routiers

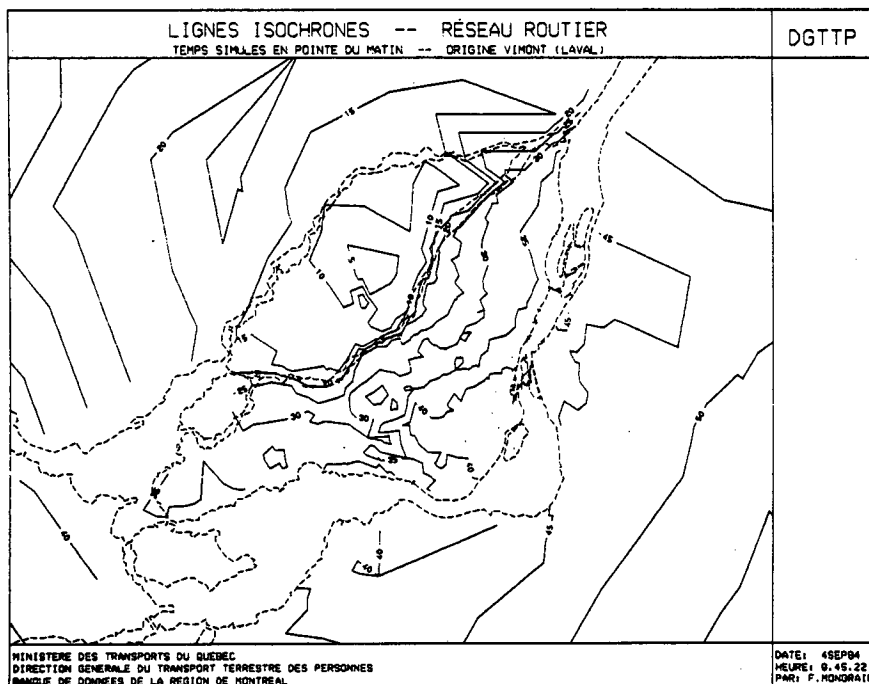
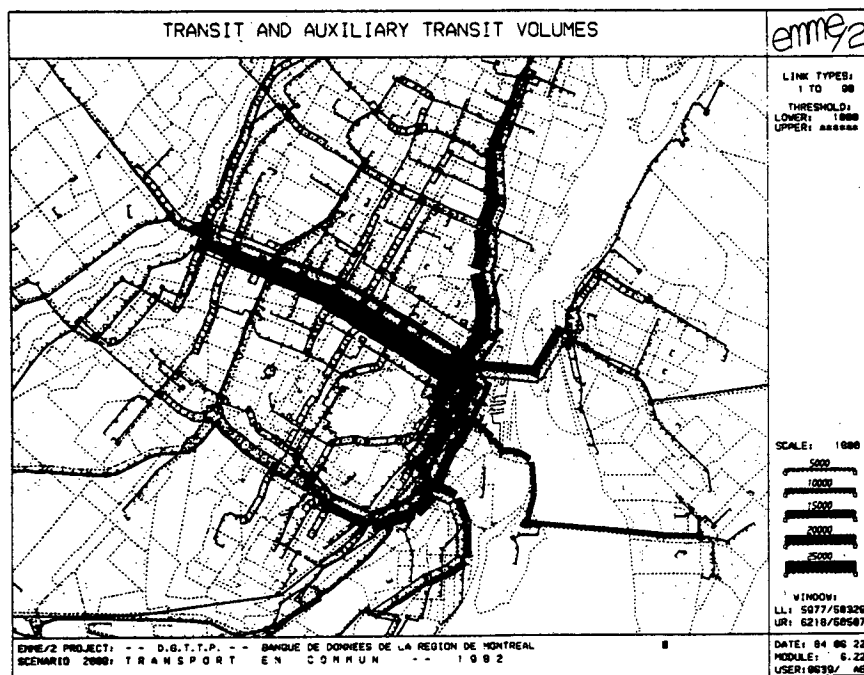


figure 23

flux de transport collectif



### 3.6.3 Débits de transport collectif

De la même façon que tantôt, les flux par transport collectif sur les liens peuvent être cartographiés et faire ressortir très nettement leur niveau de charge (figure 23). On peut aussi restreindre le dessin à des lignes précises et ainsi faire apparaître leur profil de charge propre.

La figure 24 montre les profils de charge des trois lignes de métro de la C.T.C.U.M., pour la période de pointe du matin. Ces volumes correspondent aux itinéraires décrits dans l'enquête O-D 1982, tels que validés par MADITUC; le dessin est produit par SAS-Graph à partir des fichiers MADITUC.

Une autre illustration intéressante concerne les mouvements de passagers aux noeuds du réseau. On peut faire ressortir, entre autres, les volumes d'embarquements initiaux, de correspondances, d'embarquements totaux, de débarquements, etc. Ces schémas révèlent rapidement non seulement les zones où les clientèles sont les plus importantes, mais aussi les grands corridors de demande, où il peut être indiqué de proposer des infrastructures de moyenne ou grande capacité (figure 25).

### 3.6.4 Temps par transport collectif

Contrairement au réseau routier, le temps de parcours par transport collectif ne dépend pas directement des flux sur les infrastructures, dans la mesure où les intervalles de service sont définis a priori.

De toute façon, on peut faire ici les mêmes analyses que pour le réseau routier:

- distribution des temps,
- lignes isochrones (figure 26),
- temps dans l'espace.

figure 24

profils de charge des lignes de métro

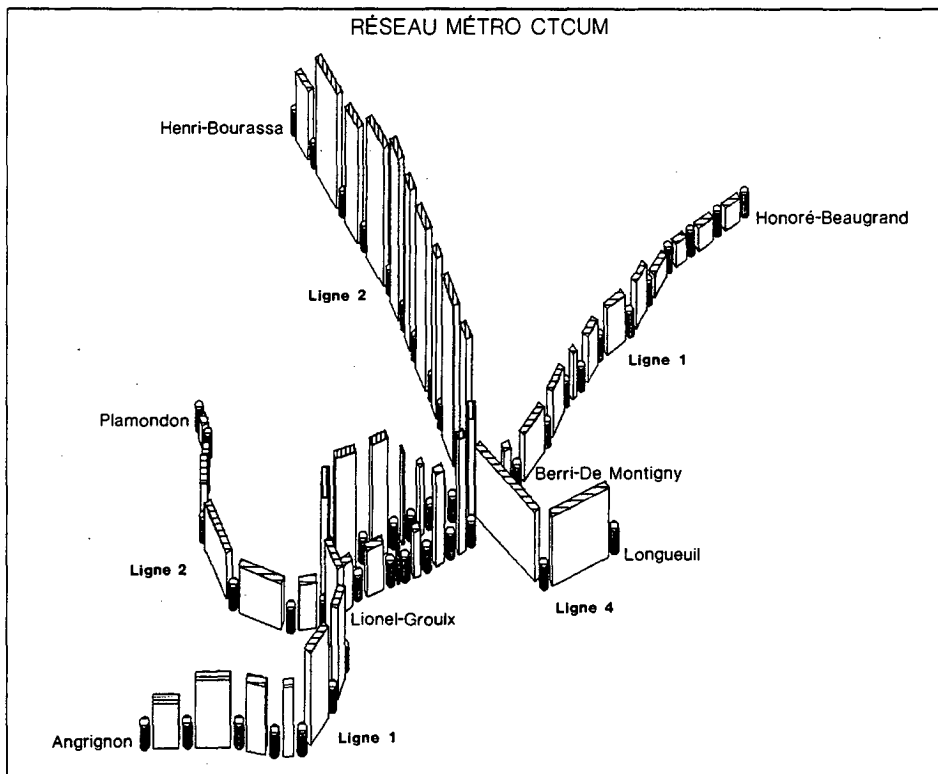
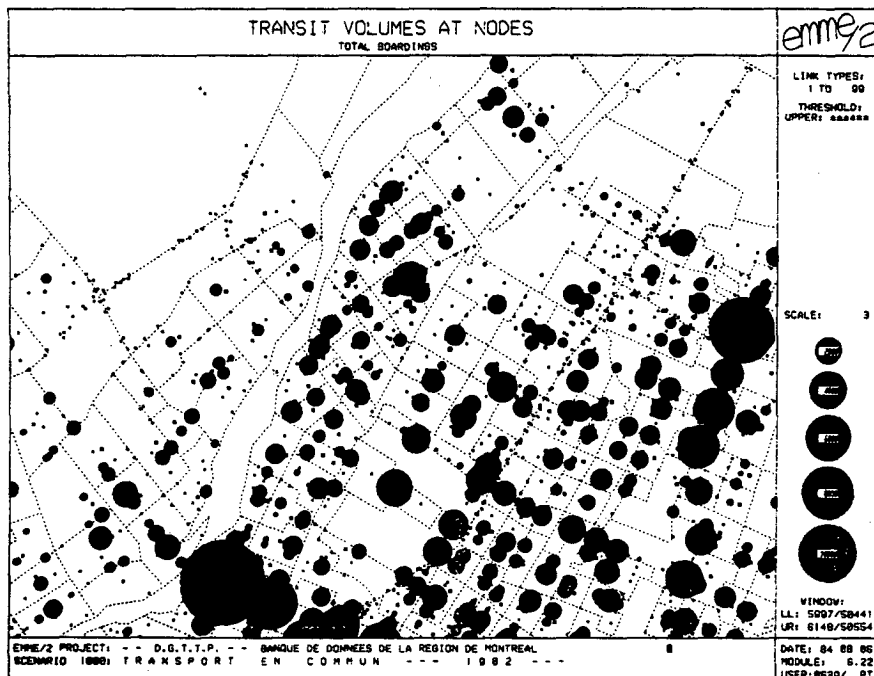


figure 25

embarquements en transport collectif  
période de pointe a.m.



### 3.6.5 Lignes Iso-tarifaires

Ce thème couvre une procédure d'analyse des coûts et niveaux de service en transport en commun qui vise à calculer et à cartographier des tarifs d'équilibre entre la demande et la répartition des coûts d'exploitation et d'investissement selon diverses formules, entre les usagers des services. La figure 27 montre, pour la destination "centre-ville", les tarifs d'équilibre évalués pour un scénario où l'usager supporterait par le tarif 75% des coûts d'exploitation et 50% des coûts d'immobilisation, les autres coûts relevant de subventions gouvernementales.

### 3.6.6 Analyse désagrégée des itinéraires

Bien que ceci ne soit pas en soi de la "simulation", l'implantation récente du logiciel MADITUC nous permet d'aborder l'analyse désagrégée des itinéraires, tels que relevés lors des enquêtes O-D de la C.T.C.U.M. Entre autres, cet outil sera employé dans une étude du choix des modes d'accès aux stations de métro et de train, de même que dans l'élaboration d'un modèle désagrégé de choix modal entre l'automobile et les modes de transport collectif.

figure 26

## isochrones du transport collectif

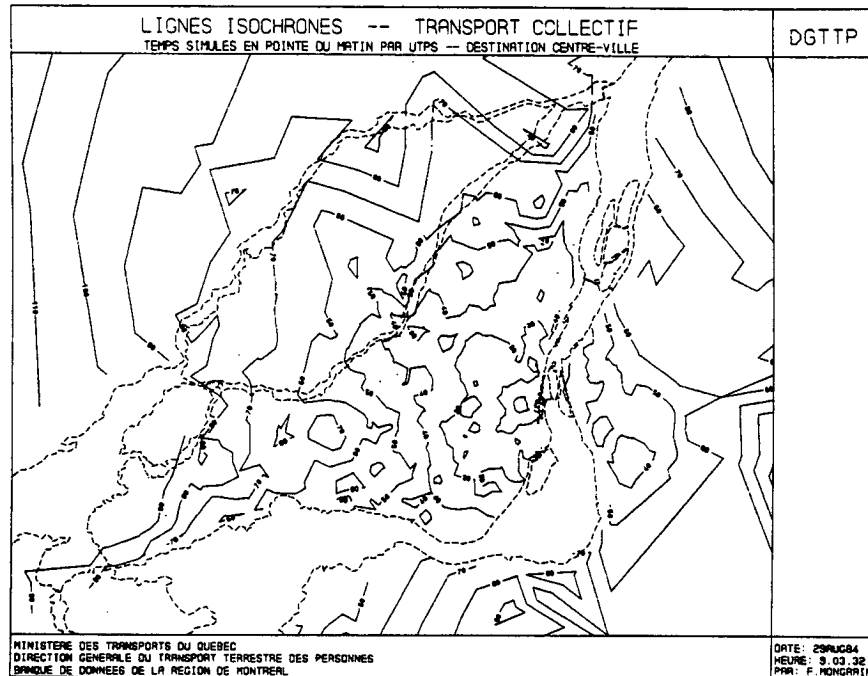
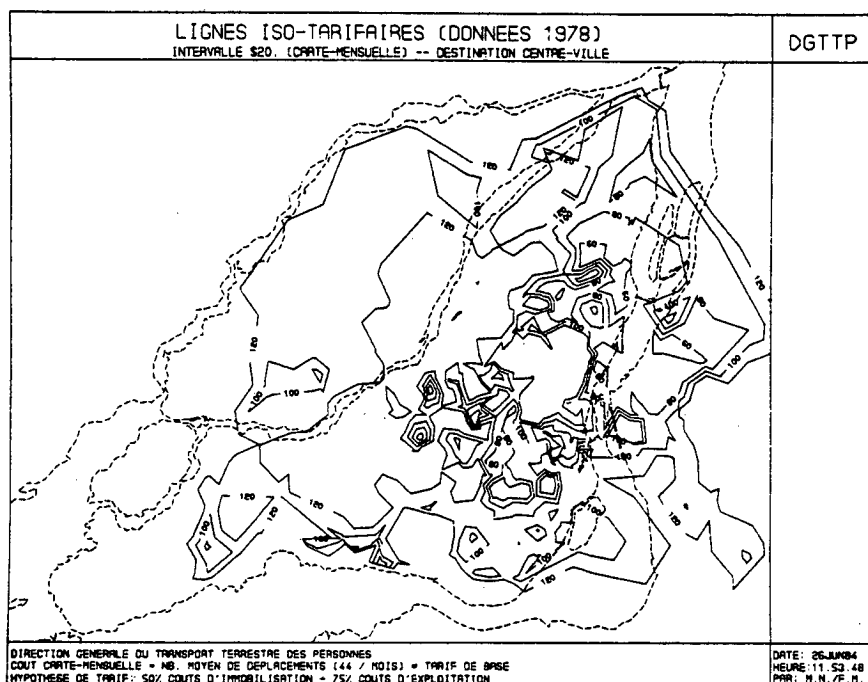


figure 27

## analyse des structures tarifaires





### 3.7 Calibration

La calibration des modèles de transport est une étape particulière, qui vise à ajuster les paramètres de simulation, incluant les courbes volume-délais, en comparant les résultats de simulation sur les conditions de base aux données observées sur les réseaux à ce moment.

#### 3.7.1 Débits routiers

Afin de comparer rapidement les flux simulés à ceux observés sur nos stations de comptage, on peut cartographier directement les écarts entre ces valeurs et ainsi porter un jugement rapide sur les phénomènes de sur ou sous-évaluation, leur ampleur et leur distribution spatiale (figure 28).

Des procédures nous permettent aussi de dresser des rapports où les résultats successifs des simulations de calibration sont listés, avec des indices de performance nous permettant d'en suivre l'évolution.

#### 3.7.2 Temps routiers

La comparaison des temps simulés à ceux qui ont été observés sur le réseau est une autre façon de découvrir les lacunes du modèle. Comme d'habitude, des histogrammes de matrices de différence de temps peuvent être construits et examinés.

La comparaison des traçages d'isochrones observés-simulés permet aussi d'identifier les axes où des ajustements doivent être apportés. Finalement, la représentation spatiale des écarts de temps, au niveau des zones, fait ressortir clairement les régions-problèmes, autant en sur-évaluation qu'en sous-évaluation, dans la mesure où les temps "observés" sont valables.

### 3.7.3 Débits de transport collectif

La disponibilité de comptages d'entrants et sortants aux stations permet d'établir des histogrammes très utiles pour juger du rendement des modèles. La figure 29 montre une comparaison des achalandages à la sortie des stations de la ligne 1 de métro, selon qu'ils proviennent de comptes, des itinéraires décrits pour l'enquête O-D, ou bien de simulations avec le logiciel UTPS.

De la même façon, la superposition des profils de charge simulés à ceux qui ont été "observés" fait ressortir les difficultés dans la modélisation. Notons que ces travaux de calibration des modèles sont rendus très complexes par l'hétérogénéité temporelle des données de comptage, des données échantillonnelles d'enquêtes et des résultats de simulation.

### 3.7.4 Temps par transport collectif

De la même façon que pour le réseau routier, les temps de déplacement estimés par transport collectif peuvent être comparés à ceux qu'on a "observés":

- distribution des écarts;
- comparaison d'isochrones;
- représentation spatiale des écarts.

figure 28

écart entre flux routiers simulés et comptages  
période de pointe a.m.

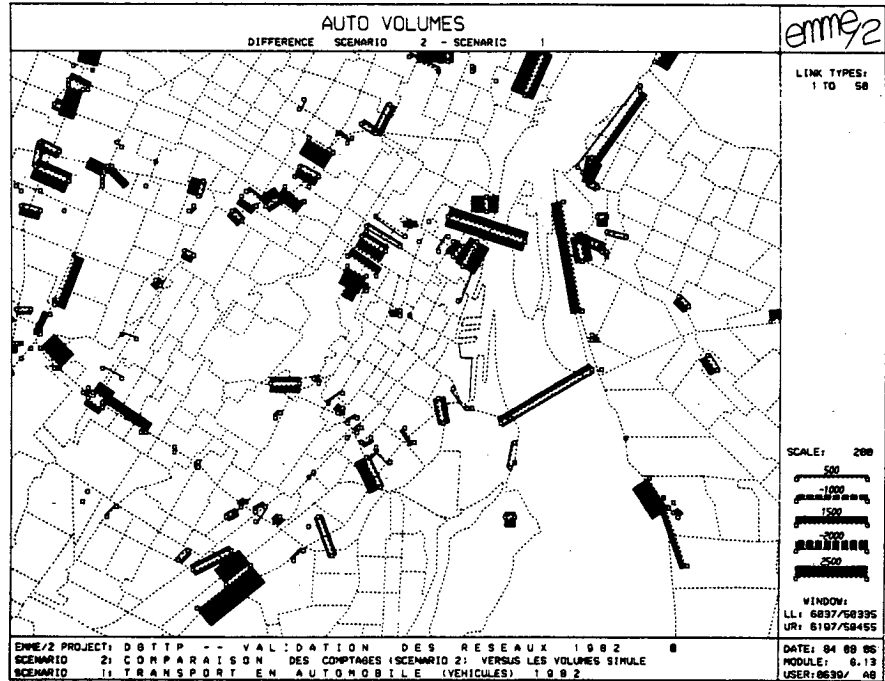
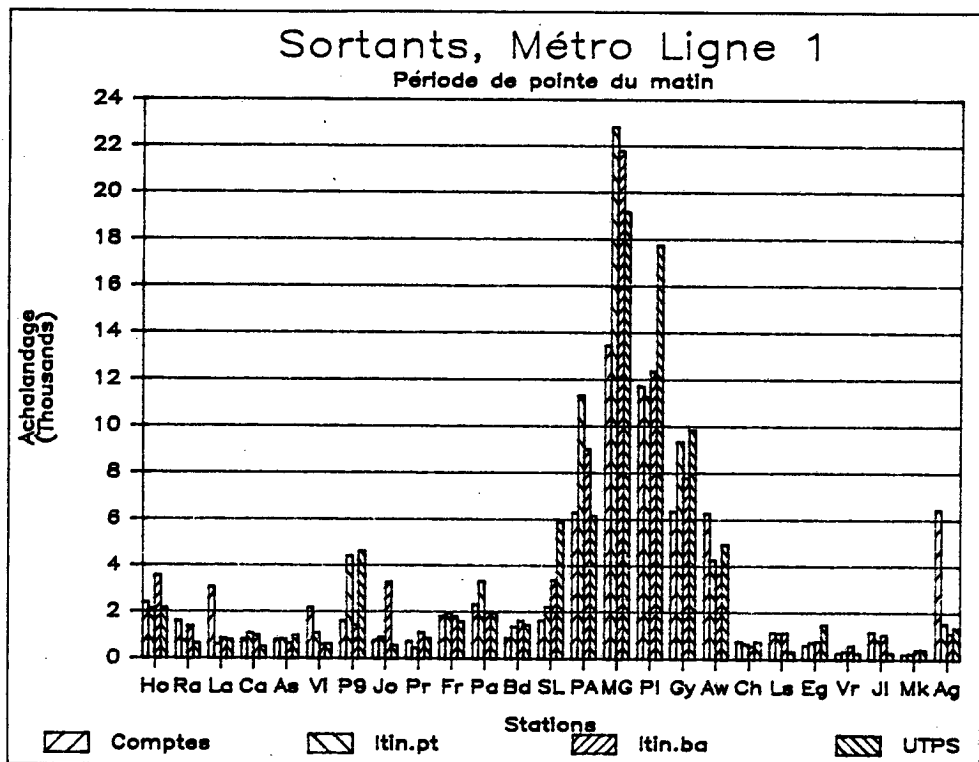


figure 29

comparaison d'achalandages aux stations de métro



### 3.8 Autres activités

Plusieurs autres de nos activités ne tombent dans aucune des catégories précitées, et consistent en général en des études ponctuelles répondant à une requête très précise. Trois exemples nous viennent à l'esprit:

#### 3.8.1 Production de figures

Il arrive que l'on ait à fabriquer des illustrations particulières qui s'intégreront dans des présentations ou rapports divers produits à la D.G.T.T.P. Des outils comme LOTUS 1-2-3 sont une aide précieuse alliant souplesse d'utilisation à rapidité de production.

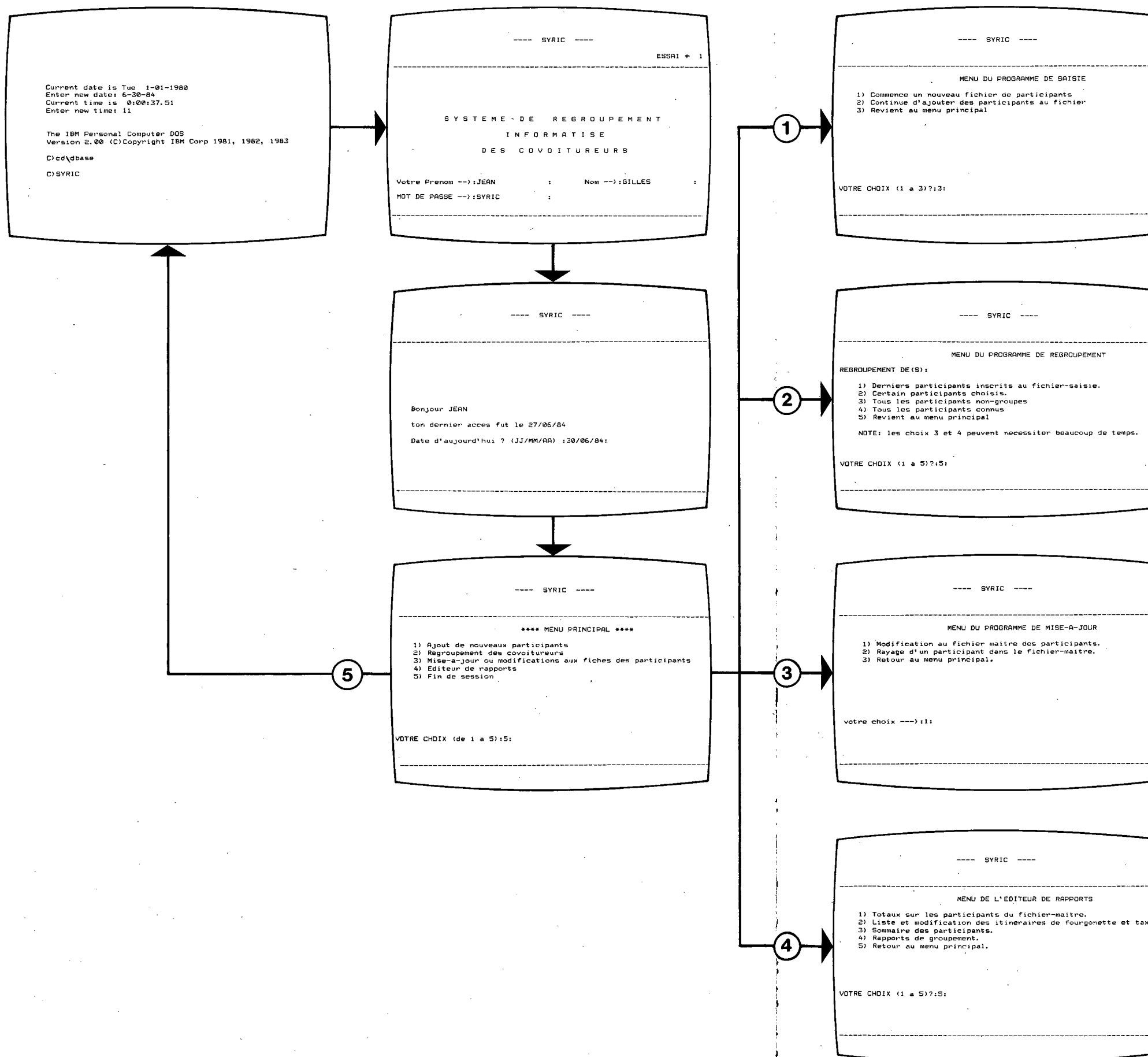
#### 3.8.2 SYRIC: Système de Regroupement Informatisé des Covoitureurs

SYRIC est un logiciel de regroupement des covoitureurs, développé chez-nous, pour et avec la collaboration de Covoiturage-Québec. Le logiciel, entièrement écrit en langage dBASEII sur micro-ordinateur, est interactif et orienté sur des menus et dialogues simples entre l'opérateur et l'écran (figure 30). Le système est actuellement implanté et disponible chez Covoiturage-Québec.

#### 3.8.3 Etude des transporteurs scolaires

Le transport scolaire fait aussi partie des préoccupations de la D.G.T.T.P. et un groupe de travail se penche actuellement sur l'état de la flotte d'autobus scolaires au Québec. Un travail de préparation de données est en cours, consistant à fusionner des données provenant des fichiers d'immatriculation de la R.A.A.Q. à des données provenant des états financiers des transporteurs membres de l'ATEQ. Ce travail se fait à l'aide du logiciel SAS sur l'ordinateur central, mais toutes les analyses subséquentes peuvent s'opérer localement, sur micro-ordinateur, à l'aide des logiciels Stat-Pac et LOTUS 1-2-3.

**figure 30**  
**programme de regroupement des covoitureurs**



#### **4 CONCLUSION**

## CONCLUSION

Il y a à peine trois ans, pas plus que cinq professionnels utilisaient chez nous l'informatique sur une base régulière. Des cartes perforées, nous sommes passés, à l'aide de notre programme d'informatisation, à une utilisation intensive de l'informatique par une trentaine de professionnels ou techniciens, en plus d'une dizaine de secrétaires pouvant entrer des données sur les appareils de micro-informatique. Celles-ci disposent aussi d'un environnement efficace de traitement de textes.

Maintenant beaucoup de choses se font interactivement. La validation de données se fait au moment de la saisie et les analyses se font dans bien des cas de façon interactive-graphique.

Nous prévoyons prochainement étendre notre programme d'informatisation à la bibliothèque et à l'atelier à dessin.

L'infographie et la micro-informatique font maintenant partie de notre quotidien.

**LEXIQUE DES ACRONYMES**



## LEXIQUE DES ACRONYMES UTILISÉS DANS LE TEXTE

|             |  |
|-------------|--|
| A.T.E.Q.    | Association des Transporteurs d'Écoliers du Québec   |
| CALCOMP     | California Computer Products Inc., Anaheim, CA 92801   |
| CP/M-86     | Digital Research, Pacific Grove, CA 93950  |
| C.R.T.      | Centre de Recherche sur les Transports, Université de Montréal   |
| C.T.C.U.M.  | Commission de Transport de la Communauté Urbaine de Montréal   |
| DBASE II    | Ashton-Tate, Culver City, CA 90230   |
| D.G.T.T.P.  | Direction Générale du Transport Terrestre des Personnes, M.T.Q.  |
| EMME/2      | Équilibre Multimodal-Multimodal Equilibrium, par le C.R.T.   |
| G.P.S.S.    | General Purpose Simulation System, par IBM   |
| HP          | Hewlett-Packard Company, San Diego, CA 92127   |
| HP-GL       | Hewlett-Packard / Graphics Language  |
| IBM PC-XT   | IBM Personal Computer, modèle XT   |
| IBM 5280    | Système d'information distribuée, par IBM  |
| I.G.L.      | Interactive Graphics Library, par Tektronix  |
| I.S.P.F.    | Interactive System Productivity Facility, par IBM  |
| LOTUS 1-2-3 | Lotus Development Corporation, Cambridge, MA 02142   |
| MADITUC     | Modèle d'Analyse Désagrégée des Itinéraires en Transport Urbain Collectif, École Polytechnique de Montréal |
| M.A.M.      | Ministère des Affaires Municipales du Québec   |
| M.T.Q.      | Ministère des Transports du Québec   |
| O-D         | Origine-Destination  |
| O.P.D.Q.    | Office de Planification et de Développement du Québec  |
| PC-DOS      | Disk Operating System (IBM Personal Computer)  |
| PC-PLOT     | Tektronix 4010 Terminal Emulator, par Microplot Systems Co., Columbus, Ohio 43229                          |
| PC-TALK     | Pc-Talk III Communication Program, par Freeware, Tiburon, CA 94920   |
| PLOT-10     | Plot-10 Terminal Control System, par Tektronix   |
| QPLOT       | Librairie de routines graphiques, développée par le C.R.T.   |

R.A.A.Q. Régie de l'Assurance Automobile du Québec  
R.J.E. Remote Job Entry  
RPG Report Program Generator, par IBM  
RS-232 Standard RS-232 (Electronic Industries Association)  
S.A.S. Statistical Analysis System; par SAS Institute Inc., Cary,  
North Carolina 27511  
SNA Systems Network Architecture  
S.P.S.S. Statistical Package for the Social Sciences, par SPSS Inc.,  
Chicago, Illinois 60611  
STATPAC Statistical Analysis Package, par David S. Walonick, 1983  
SYRIC Système de Regroupement Informatisé des Covoitureurs,  
D.G.T.T.P.  
T.C. Transport en Commun  
TCAM Telecommunications Access Method  
TEKTRONIX Tektronix Inc., Beaverton, Oregon 97077  
T.S.O. Time Sharing Option  
U. DE M. Université de Montréal  
U.M.T.A. Urban Mass Transportation Administration, Washington  
U.T.P.S. Urban Transportation Planning System, par U.M.T.A.  
VTAM Virtual Telecommunication Access Method

MINISTÈRE DES TRANSPORTS



QTR A 108 131