Deux études de transport urbain : ordonnancement des phases d'un carrefour, modèles désagrégés de déplacements dans l'agglomération grenobloise

Dominique Chevrolet

▶ **To cite this version:**

Dominique Chevrolet. Deux études de transport urbain : ordonnancement des phases d'un carrefour, modèles désagrégés de déplacements dans l'agglomération grenobloise. Modélisation et simulation. Université Joseph-Fourier - Grenoble I, 1986. Français. NNT : . tel-00321160

HAL Id: tel-00321160

https://theses.hal.science/tel-00321160

Submitted on 12 Sep 2008

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

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

THESE

présentée à

l'UNIVERSITE SCIENTIFIQUE, TECHNOLOGIQUE ET MEDICALE DE GRENOBLE

pour obtenir le grade de
DOCTEUR DE 3ème CYCLE
Recherche Opérationnelle
Mathématiques et Informatique
de la Production.

par

DOMINIQUE CHEVROLET

DEUX ETUDES DE TRANSPORT URBAIN :

– ORDONNANCEMENT DES PHASES D'UN CARREFOUR
– MODELES DESAGREGES DE DEPLACEMENTS DANS L'AGGLOMERATION GRENOBLOISE.

Thèse soutenue le 28 février 1986 devant la commission d'examen

J. FONLUPT	Président
J.P. UHRY	Examinateurs
J. MERMET	Examinateurs
J.L. SOLER	Examinateurs
B. FERRY	Examinateurs
A. DALY	Invités
J.B. LESORT	Invités

UNIVERSITE SCIENTIFIQUE ET MEDICALE DE GRENOBLE

Année universitaire 1982-1983

Président de l'Université : M. TANCHE

MEMBRES DU CORPS ENSEIGNANT DE L'U.S.M.G.

(RANG A)

SAUF ENSEIGNANTS EN MEDECINE ET PHARMACIE

PROFESSEURS DE 1ère CLASSE

ARNAUD Paul	Chimie organique
ARVIEU Robert	Physique nucléaire I.S.N.
AUBERT Guy	Physique C.N.R.S.
AYANT Yves	Physique approfondie
BARBIER Marie-Jeanne	Electrochimie
BARBIER Jean-Claude	Physique expérimentale C.N.R.S. (labo de magnétisme)
BARJON Robert	Physique nucléaire I.S.N.
BARNOUD Fernand	Biosynthèse de la cellulose-Biologie
BARRA Jean-René	Statistiques - Mathématiques appliquées
BELORISKY Elie	Physique
BENZAKEN Claude (M.)	Mathématiques pures
BERNARD Alain	Mathématiques pures
BERTRANDIAS Françoise	Mathématiques pures
BERTRANDIAS Jean-Paul	Mathématiques pures
BILLET Jean	Géographie
BONNIER Jean-Marie	Chimie générale
BOUCHEZ Robert	Physique nucléaire I.S.N.
BRAVARD Yves	Géographie
CARLIER Georges	Biologie végétale
CAUQUIS Georges	Chimie organique
CHIBON Pierre	Biologie animale
COLIN DE VERDIERE Yves	Mathématiques pures
CRABBE Pierre (détaché)	C.E.R.M.O.
CYROT Michel	Physique du solide
DAUMAS Max	Géographie
DEBELMAS Jacques	Géologie générale
DEGRANGE Charles	Zoologie
DELOBEL Claude (M.)	M.I.A.G. Mathématiques appliquées
DEPORTES Charles	Chimie minérale
DESRE Pierre	Electrochimie
DOLIQUE Jean-Michel	Physique des plasmas
DUCROS Pierre	Cristallographie
FONTAINE Jean-Marc	Mathématiques pures
GAGNAIRE Didier	Chimie physique

.../...

GASTINEL Noël	Analyse numérique - Mathématiques appliquées
GERBER Robert	Mathématiques pures
GERMAIN Jean-Pierre	Mécanique
GIRAUD Pierre	Géologie
IDELMAN Simon	Physiologie animale
JANIN Bernard	Géographie
JOLY Jean-René	Mathématiques pures
JULLIEN Pierre	Mathématiques appliquées
KAHANE André (détaché DAFCO)	Physique
KAHANE Josette	Physique
KOSZUL Jean-Louis	Mathématiques pures
KRAKOWIAK Sacha	Mathématiques appliquées
KUPTA Yvon	Mathématiques pures
LACAZE Albert	Thermodynamique
LAJZEROWICZ Jeannine	Physique
LAJZEROWICZ Joseph	Physique
LAURENT Pierre	Mathématiques appliquées
DE LEIRIS Joël	Biologie
LLIBOUTRY Louis	Géophysique
LOISEAUX Jean-Marie	Sciences nucléaires I.S.N.
LOUP Jean	Géographie
MACHE Régis	Physiologie végétale
MAYNARD Roger	Physique du solide
MICHEL Robert	Minéralogie et pétrographie (géologie)
MOZIERES Philippe	Spectrométrie - Physique
OMONT Alain	Astrophysique
OZENDA Paul	Botanique (biologie végétale)
PAYAN Jean-Jacques (détaché)	Mathématiques pures
PEBAY PEYROULA Jean-Claude	Physique
PERRIAUX Jacques	Géologie
PERRIER Guy	Géophysique
PIERRARD Jean-Marie	Mécanique
RASSAT André	Chimie systématique
RENARD Michel	Thermodynamique
RICHARD Lucien	Biologie végétale
RINAUDO Marguerite	Chimie CERMAV
SENGEL Philippe	Biologie animale
SERGERAERT Francis	Mathématiques pures
SOUTIF Michel	Physique
VAILLANT François	Zoologie
VALENTIN Jacques	Physique nucléaire I.S.N.
VAN CUTSEN Bernard	Mathématiques appliquées
VAUQUOIS Bernard	Mathématiques appliquées
VIALON Pierre	Géologie

PROFESSEURS DE 2ème CLASSE

ADIBA Michel	Mathématiques pures
ARMAND Gilbert	Géographie

.../...

AURIAULT Jean-Louis	Mécanique
BEGUIN Claude (M.)	Chimie organique
BOEHLER Jean-Paul	Mécanique
BOITET Christian	Mathématiques appliquées
BORNAREL Jean	Physique
BRUN Gilbert	Biologie
CASTAING Bernard	Physique
CHARDON Michel	Géographie
COHENADDAD Jean-Pierre	Physique
DENEUVILLE Alain	Physique
DEPASSEL Roger	Mécanique des fluides
DOUCE Roland	Physiologie végétale
DUFRESNOY Alain	Mathématiques pures
GASPARD François	Physique
GAUTRON René	Chimie
GIDON Maurice	Géologie
GIGNOUX Claude (M.)	Sciences nucléaires I.S.N.
GUITTON Jacques	Chimie
HACQUES Gérard	Mathématiques appliquées
HERBIN Jacky	Géographie
HICTER Pierre	Chimie
JOSELEAU Jean-Paul	Biochimie
KERCKOVE Claude (M.)	Géologie
LE BRETON Alain	Mathématiques appliquées
LONGEQUEUE Nicole	Sciences nucléaires I.S.N.
LUCAS Robert	Physiques
LUNA Domingo	Mathématiques pures
MASCLE Georges	Géologie
NEMOZ Alain	Thermodynamique (CNRS - CRTBT)
OUDET Bruno	Mathématiques appliquées
PELMONT Jean	Biochimie
PERRIN Claude (M.)	Sciences nucléaires I.S.N.
PFISTER Jean-Claude (détaché)	Physique du solide
PIBOULE Michel	Géologie
PIERRE Jean-Louis	Chimie organique
RAYNAUD Hervé	Mathématiques appliquées
ROBERT Gilles	Mathématiques pures
ROBERT Jean-Bernard	Chimie physique
ROSSI André	Physiologie végétale
SAKAROVITCH Michel	Mathématiques appliquées
SARROT REYNAUD Jean	Géologie
SAXOD Raymond	Biologie animale
SOUTIF Jeanne	Physique
SCHOOL Pierre-Claude	Mathématiques appliquées
STUTZ Pierre	Mécanique
SUBRA Robert	Chimie
VIDAL Michel	Chimie organique
VIVIAN Robert	Géographie

Je remercie tous ceux qui ont bien voulu s'intéresser à ce travail et lui apporter leur soutien scientifique :

Monsieur Jean FONLUPT, Professeur à l'I.N.P.G., qui a dirigé cette thèse, et qui me fait l'honneur de présider ce jury,

Monsieur Jean-Pierre UHRY, Chargé de Recherche au C.N.R.S. et Directeur Adjoint du laboratoire ARTEMIS,

Monsieur Jean MERMET, Directeur de Recherche au C.N.R.S. et Directeur du laboratoire ARTEMIS, et Monsieur Jean-Louis SOLER, Maître de Conférences à l'I.N.P.G., qui ont accepté de participer à ce jury,

Monsieur Benoît FERRY, Ingénieur Chargé d'études au C.E.T.U.R., pour l'intérêt qu'il a porté à ce travail, et sans qui cette thèse n'aurait pu être menée à son terme,

Monsieur Andrew DALY, Directeur de Hague Consulting Group bv, qui n'a pas hésité à me faire bénéficier de sa très grande expérience dans le domaine des modèles désagrégés,

Monsieur Jean-Baptiste LESORT, Ingénieur Chargé d'études à l'I.N.R.E.T.S., avec qui la collaboration s'est révélée très fructueuse.

J'adresse également tous mes remerciements à Monsieur Daniel IGLESIAS et au service de reprographie pour le soin apporté au tirage de cette thèse.

Je remercie enfin toute l'équipe de Recherche Opérationnelle, au sein de laquelle j'ai trouvé une ambiance de travail bien agréable tout au long de ces deux années.

SOMMAIRE

INTRODUCTION..... 3

PREMIERE PARTIE :

ORDONNANCEMENT DES PHASES D'UN CARREFOUR..... 5

DEUXIEME PARTIE :

MODELES DESAGREGES DE DEPLACEMENTS DANS L'AGGLOMERATION GRENOBLOISE.....29

ANNEXE I : Annexe technique à l'ordonnancement des phases d'un carrefour.

ANNEXE II : Entrées et sorties informatiques pour l'étude des déplacements domicile-courses.

ANNEXE III : Entrées et sorties informatiques pour l'étude des déplacements domicile-"autres motifs".

INTRODUCTION

Cette thèse est composée de deux parties indépendantes, qui ont toutes deux pour thème : le transport urbain, mais qui se rattachent à des secteurs totalement différents de ce vaste domaine.

La première partie, intitulée "**Ordonnancement des phases d'un carrefour**", est consacrée au problème de la gestion des feux tricolores d'un carrefour. Ce problème avait été soulevé par l'Institut de Recherche des Transports (IRT), situé à Arcueil, devenu depuis Institut National de REcherche sur les Transports et leur Sécurité (INRETS). Il s'agissait plus exactement de réaliser un logiciel interactif d'ordonnancement des feux qui soit à la fois simple, adapté à un micro-ordinateur standard, et très rapide, de manière à pouvoir être utilisé "sur le terrain" par les ingénieurs de trafic.

La deuxième partie, "**Modèles désagrégés de déplacements dans l'agglomération grenobloise**", s'inscrit dans le cadre plus général de la modélisation des déplacements urbains. Cette modélisation a pour but d'effectuer des prévisions de déplacement, qui permettront d'évaluer l'impact de différentes politiques de transport visant à améliorer les problèmes de circulation à l'intérieur des agglomérations. Les applications concrètes réalisées ici portent sur l'agglomération de Grenoble, et ce pour deux raisons essentielles. D'une part, cette agglomération est considérée comme assez représentative des villes de moyenne importance en France. D'autre part, ce travail constitue un prolongement à d'autres études réalisées antérieurement sur ce site. Les applications décrites dans le présent rapport ont, de même que les précédentes, répondu à la demande du Centre d'Etudes des Transports URbains (CETUR), de Bagneux.

PREMIERE PARTIE :

ORDONNANCEMENT DES PHASES D'UN CARREFOUR

SOMMAIRE

page

I- PROBLEME POSE PAR L'IRT 7

II- PREMIERE METHODE ENVISAGEE 9

III- METHODE UTILISEE 13
- III.1- permutation de k mouvements consécutifs 15
- III.2- permutation de k mouvements non consécutifs 17

IV- RESULTATS 21

V- EXTENSION AU CAS DES COEFFICIENTS DE GENE ENTRE MOUVEMENTS 22
- V.1- définition 22
- V.2- méthode 23
- V.3- résultats 23

VI- CONCLUSION 25

BIBLIOGRAPHIE.....27

ANNEXE I : ANNEXE TECHNIQUE.....135

1- Matériel utilisé..... ANNEXE I - 2

2- Description du programme..... ANNEXE I - 2

2.1- paramètres du programme.....ANNEXE I - 2

2.2- procédures appelées par le programme..... .ANNEXE I - 3

2.3- programme PHASAG..... .ANNEXE I - 4

3- Fonctionnement interactif du programme..... ANNEXE I - 4

4- Programme faisant intervenir les coefficients de gêne.....ANNEXE I - 5

5- Sorties informatiques..... ANNEXE I - 5

I- PROBLEME POSE PAR L'IRT

Le problème qui nous a été posé était de déterminer une méthode permettant de trouver un phasage optimal de tous les mouvements élémentaires (véhicules et piétons) ayant lieu à un carrefour donné comportant des feux. Ce carrefour est supposé simple (isolé), c'est-à-dire que l'écoulement des flots de véhicules n'est pas perturbé par les croisements voisins.

Un phasage est défini comme optimal s'il minimise la durée du cycle de feux.

Les mouvements élémentaires sont soumis à certaines contraintes.

En premier lieu, il est évident que chaque mouvement doit être autorisé pendant une durée suffisante pour permettre au flot de ses usagers de s'écouler.

Par ailleurs, la durée totale du feu vert d'un mouvement ne peut être fractionnée en plusieurs périodes au cours du cycle, ce qui signifie que chaque mouvement n'a son feu vert qu'une seule fois.

Deux mouvements déclarés incompatibles ne peuvent être autorisés simultanément.

De plus, si deux mouvements incompatibles se succèdent immédiatement, il faut laisser s'écouler un certain laps de temps entre les deux feux verts pour que les usagers du premier mouvement puissent libérer le carrefour : cet intervalle de temps est appelé temps de dégagement entre les deux mouvements. Les temps de dégagement ne sont pas nécessairement symétriques, c'est-à-dire que si l'on a deux mouvements incompatibles "a" et "b", le temps de dégagement de "a" pour libérer la voie de "b", noté : t (a,b) pourra être différent de t (b,a).

Nous supposons ici que la durée minimum de feu vert est connue pour chacun des mouvements élémentaires, et que les temps de dégagement entre mouvements incompatibles sont donnés également.

Il s'agit donc de trouver un phasage optimal respectant toutes ces contraintes.

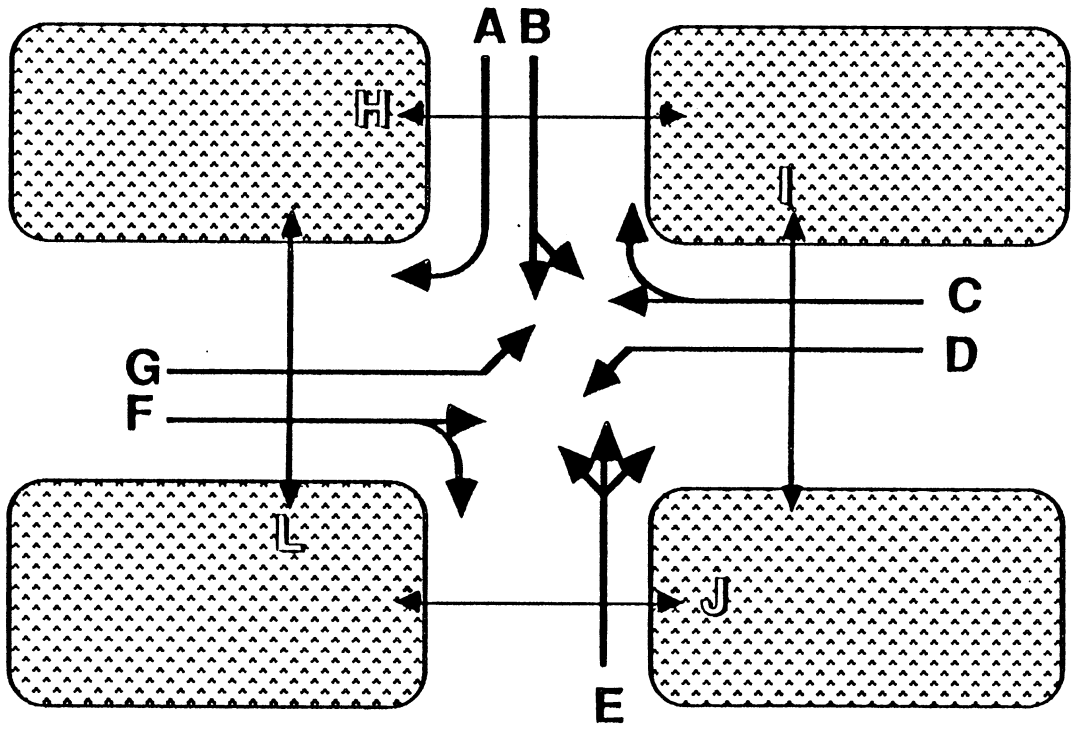
L'optimisation de la durée du cycle d'un carrefour isolé a déjà été longuement étudiée. Webster a établi une formule qui est maintenant largement

utilisée *(Webster and Cobbe, 1966)*. Des travaux plus récents notamment en Suède *(Statens Vagverk, 1977)* et en Australie *(Akcelik, 1981)* ont été orientés sur ce thème. Cependant, les algorithmes proposés donnent peu d'indications pratiques pour déterminer l'ordonnancement des mouvements.

Tully et Murchland *(1977)* ont formulé le problème dans une optique un peu plus appliquée par la théorie des graphes. Improtta et Cantarella *(1984)* proposent pour leur part un algorithme d'optimisation basé soit sur la minimisation de la durée du cycle, soit sur la maximisation des capacités.

La présente étude s'est appuyée sur le travail de Lesort *(1983)*, qui avait déjà mis au point des méthodes pour résoudre ce problème dans le cas où le carrefour n'est pas trop grand. Mais ces techniques peuvent difficilement s'appliquer si le carrefour comporte un nombre élevé de mouvements élémentaires, aussi avons-nous élaboré des méthodes différentes, qui peuvent être utilisées pour gérer des carrefours importants.

Nous avons essentiellement travaillé sur le carrefour proposé par Lesort *(1983)*, qui est le suivant :

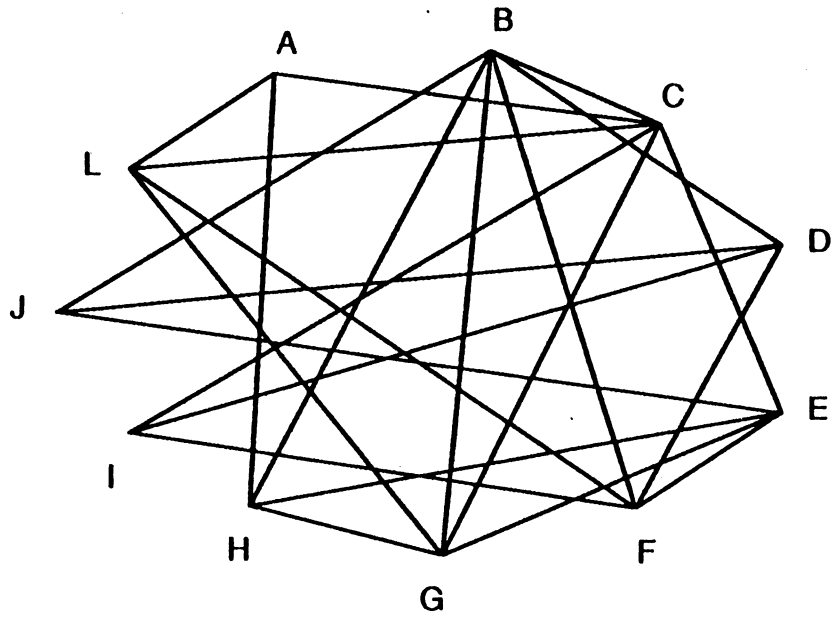


Mais il est bien évident que les méthodes proposées peuvent s'appliquer à n'importe quel carrefour simple.

II- PREMIERE METHODE ENVISAGEE

On peut représenter le carrefour par son graphe des incompatibilités, qui est le graphe dont les sommets sont les mouvements élémentaires du carrefour, et dans lequel deux sommets sont reliés si et seulement si les mouvements élémentaires correspondants sont incompatibles.

Dans le cas du carrefour de Lesort, par exemple, le graphe des incompatibilités est le suivant :



La première méthode qui a été envisagée était basée sur l'utilisation des regroupements maximaux de mouvements élémentaires compatibles dans le carrefour, qui correspondent aux stables maximaux du graphe des incompatibilités.

Un phasage peut être défini comme une succession de regroupements (non nécessairement maximaux), c'est-à-dire de stables.

Trouver un phasage optimal du carrefour revient alors à trouver quels regroupements de mouvements élémentaires compatibles utiliser, dans quel ordre, et quelle durée attribuer à chacun d'eux, de façon à minimiser la durée totale du cycle, tout en respectant :

- les contraintes sur les durées de feu vert pour chaque mouvement élémentaire,
- les contraintes que nous appellerons "de contiguïté" (les regroupements contenant un même mouvement élémentaire doivent être contigus pour que ce mouvement n'ait son feu vert qu'une seule fois durant tout le cycle),
- ainsi que les contraintes sur les temps de dégagement entre mouvements incompatibles.

La première chose à faire est de déterminer tous les regroupements maximaux de mouvements élémentaires compatibles (c'est-à-dire l'ensemble des stables du graphe des incompatibilités), ce qui ne pose pas de difficulté majeure.

A partir de là, nous avons envisagé de décomposer le problème en trois étapes :

- tout d'abord déterminer l'ordre dans lequel faire intervenir les regroupements de mouvements élémentaires,
- une fois un ordre fixé, vérifier les contraintes de contiguïté sur les regroupements,
- ensuite il ne reste plus qu'à résoudre un programme linéaire permettant de minimiser la durée du cycle de feux, en respectant les contraintes de durée minimum de feu vert pour les mouvements élémentaires ainsi que les contraintes correspondant aux temps de dégagement.

1) L'ordre des regroupements peut être déterminé :

- soit en énumérant successivement toutes les permutations sur les regroupements, dans le cas où cela est possible, c'est-à-dire si le nombre total de regroupements est petit,
- soit par une méthode heuristique si les regroupements sont trop nombreux.

2) Pour chaque ordre envisagé, on dispose d'une matrice dont les lignes (indice i) correspondent aux différents mouvements élémentaires et les colonnes (indice j) aux regroupements maximaux dans l'ordre étudié, et dont les coefficients m_{ij} sont donnés par :

$$m_{ij} = \begin{cases} 1 \text{ si le i-ème mouvement fait partie du j-ème stable maximal,} \\ 0 \text{ sinon.} \end{cases}$$

Il faut alors regarder si, pour chaque mouvement élémentaire i, les stables maximaux T_j qui contiennent ce mouvement i sont contigus. La plupart du temps cette condition n'est pas remplie, il faut alors regarder pour chaque mouvement i les "parties contiguës".

Par exemple, si la i-ème ligne de la matrice est :

0 1 1 0 0 1 1 1 0 0 ...,

première partie contiguë — deuxième partie contiguë

on distingue autant de cas qu'il y a de parties contiguës sur la ligne i : on conserve successivement chaque partie contiguë, en attribuant d'autorité la valeur 0 à tous les coefficients m_{ij} des autres parties contiguës de la ligne i, ce qui revient à supprimer le mouvement i du stable T_j.

Il faut distinguer les parties contiguës de cette manière pour tous les mouvements élémentaires du carrefour, c'est-à-dire pour toutes les lignes de la matrice.

Ceci nous amène finalement à travailler avec des regroupements qui ne sont plus maximaux puisqu'on leur enlève certains mouvements.

3) Pour chaque succession de regroupements vérifiant les contraintes de contiguïté pour tous les mouvements, il suffit de résoudre un programme linéaire dont les variables sont les durées des différents regroupements, et qui minimise la durée du cycle sous les contraintes données par la durée minimum du feu vert de chaque mouvement élémentaire et par les temps de dégagement.

La méthode est donc :

- de tester différents ordres de regroupements maximaux,
- pour chaque ordre étudié on distinguera les cas où l'on utilise des regroupements (non maximaux) permettant de respecter la contiguïté,
- et pour chacun de ces cas on résoudra un programme linéaire.

Malheureusement, d'une part l'utilisation de stables non maximaux conduit à un problème combinatoire d'une taille très importante, d'autre part les contraintes du programme linéaire sur les temps de dégagement se révèlent nombreuses et rendent de ce fait la résolution de ce programme linéaire un peu longue.

Ces inconvénients nous ont finalement amenés à abandonner cette méthode au profit d'une autre, plus simple et surtout plus rapide.

III- METHODE UTILISEE

Abandonnant l'utilisation des regroupements maximaux de mouvements élémentaires compatibles, nous avons décidé de considérer les mouvements élémentaires individuellement, et indépendamment les uns des autres.

Le problème revient alors tout simplement à chercher comment ordonner les différents mouvements élémentaires du carrefour de façon à minimiser la durée totale du cycle de feux, en respectant les contraintes de durée minimum de vert des mouvements et de temps de dégagement (la contiguïté n'est alors plus un obstacle).

Cela peut se ramener à chercher la date de début du feu vert pour chaque mouvement élémentaire, en supposant que l'on attribue la date $t = 0$ au début du feu vert pour le premier mouvement dans l'ordre considéré.

Cette approche est assez voisine de celle de la théorie de l'ordonnancement *(Baker, 1974)*, dans le sens où l'on assimile les mouvements à des tâches. Ce problème est connu pour être un problème combinatoire "difficile" *(Lawler, 1982)*.

Sachant que l'on veut minimiser la durée du cycle, si un ordre des mouvements élémentaires est donné, nous allons fixer successivement les dates de début de vert des différents mouvements élémentaires dans l'ordre donné, en les prenant chacune le plus tôt possible, compte tenu :

- des incompatibilités entre mouvements
- et des temps de dégagement

(ce qui revient à "tasser" les mouvements le plus possible).

Cela peut se faire sans difficulté.

Il reste alors à élaborer une méthode permettant de déterminer **un "meilleur" ordre des mouvements** pour un carrefour donné, c'est-à-dire un ordre donnant une durée de cycle la plus courte possible.

Dans le cas où le nombre total n de mouvements élémentaires du carrefour est petit, on peut envisager d'énumérer tous les ordres possibles pour ces n mouvements (c'est-à-dire toutes les permutations sur ces mouvements) : il y en a

n! en tout, parmi lesquels on peut retirer les permutations circulaires qui correspondent à des ordres identiques sur le cycle, ce qui en laisse finalement (n-1)!. Mais plus le carrefour devient important, et plus le nombre de manières différentes d'ordonner les mouvements devient grand (par exemple, pour n = 11, on a : (n-1)! = 10! = 3 628 800 manières différentes d'ordonner les 11 mouvements...), et il serait évidemment beaucoup trop long d'énumérer tous les ordres possibles.

De plus, l'un des impératifs de l'IRT était que notre méthode soit aisément transférable sur micro-ordinateur, et rapide à l'exécution pour pouvoir être utilisée par les ingénieurs de trafic : il était donc nécessaire d'utiliser un algorithme adapté pour éviter cette énumération systématique.

En outre, ce problème de trouver un ordre des mouvements qui minimise la durée du cycle s'apparente à un problème connu en Recherche Opérationnelle sous le nom de "problème du voyageur de commerce", qui concerne la recherche d'un circuit hamiltonien dans un graphe, et qui fait partie des problèmes classés "difficiles", pour la résolution desquels il a été prouvé qu'il n'existe pas d'algorithme efficace et rapide.

Pour cette classe de problèmes, on est contraint d'utiliser des **méthodes** dites "**heuristiques**" ou encore "**approximatives**" : ce sont des méthodes qui conduisent à des solutions approchées, c'est-à-dire des solutions non nécessairement optimales, mais malgré tout suffisamment proches de l'optimum cherché, et donc relativement satisfaisantes.

Par conséquent, l'essentiel de notre travail a consisté à chercher quelle était la meilleure démarche à adopter, à programmer les méthodes heuristiques envisagées, puis à mesurer leur efficacité.

Ces méthodes testent des ordres différents, obtenus en réordonnant les mouvements de certaines manières bien définies, à partir d'un ordre initial donné.

Nous avons ainsi étudié **plusieurs méthodes heuristiques différentes,** en envisageant la possibilité :

- soit de permuter des mouvements consécutifs à partir d'un ordre initial donné,
- soit d'échanger de toutes les manières possibles des mouvements non consécutifs.

III.1- permutation de k mouvements consécutifs

* on essaye toutes les permutations possibles sur les k premiers mouvements dans l'ordre initial, et pour chacune d'entre elles on calcule la durée du cycle correspondante (en "tassant" les mouvements), cela sans bouger les mouvements n° k+1 au dernier.

* parmi ces k! permutations, on retient celle (ou une de celles s'il y en a plusieurs) qui donne la durée de cycle la plus courte. Le nouvel ordre adopté est donc : la permutation que l'on vient d'obtenir pour les mouvements n° 1 à n° k, et l'ordre initial pour les mouvements n° k+1 au dernier.

(1, 2, ..., p, p+1, ..., k), k+1, k+2, ...
1, 2, ..., p, (p+1, ..., p+k), p+k+1, ...

* ensuite on se décale d'un pas de p mouvements vers la droite et on recommence, c'est-à-dire qu'on essaye toutes les permutations sur les mouvements n° p+1 à n° p+k (en ne bougeant pas les mouvements n° 1 à n° p, ni n° p+k+1 au dernier), etc...

Par exemple : Soit un carrefour constitué des mouvements dont l'ordre initial est donné par : a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, l (n = 11).
Soit k = 3, et soit p = 2.

Notre heuristique va tout d'abord permuter les k (=3) premiers mouvements, c'est-à-dire examiner les ordres suivants :

a b c d e f g h i j l,
a c b d e f g h i j l,
b a c d e f g h i j l, (*)
b c a d e f g h i j l,
c a b d e f g h i j l,
c b a d e f g h i j l.

Supposons que la durée de cycle minimale obtenue soit celle correspondant à l'ordre marqué (*). Alors nous allons conserver les p (ici : 2) premiers mouvements de l'ordre (*), soient "b" et "a" dans cet ordre, et examiner toutes les permutations sur les k (ici : 3) mouvements suivants à partir de cet ordre (*) selon le schéma :

b a **c d e** f g h i j l, (*)
b a **c e d** f g h i j l, (**)
b a **d c e** f g h i j l,
b a **d e c** f g h i j l,
b a **e c d** f g h i j l,
b a **e d c** f g h i j l.

Si le meilleur ordre est celui marqué (**), nous avançons de nouveau de p (c'est-à-dire : 2) mouvements, et examinons ensuite :

b a c e **d f g** h i j l, (**) (***)
b a c e **d g f** h i j l,
b a c e **f d g** h i j l,
b a c e **f g d** h i j l,
b a c e **g d f** h i j l,
b a c e **g f d** h i j l.

Nous avançons à nouveau de p mouvements à partir du meilleur l'ordre (marqué (***)), et regardons :

b a c e d f **g h l** j l, (***)
b a c e d f **g l h** j l,
b a c e d f **h g l** j l,
b a c e d f **h l g** j l,
b a c e d f **l g h** j l, (****)
b a c e d f **l h g** j l.

Il ne reste plus, pour terminer, qu'à examiner :

b a c e d f i g **h** | **l**, (****)
b a c e d f i g **h** | **l**,
b a c e d f i g | **h** | **l**,
b a c e d f i g | | **h**,
b a c e d f i g | **h** | **l**,
b a c e d f i g | | **h**.

On aura donc passé en revue au total $6 \times 5 = 30$ ordres différents.

Remarque : pour des raisons de rapidité d'exécution du programme, il est préférable de se limiter à $k \leq 6$, et pour mieux "mélanger" les mouvements, il est conseillé de prendre $k > 1$.

III.2- permutation de k mouvements non consécutifs

On prend de toutes les façons possibles k mouvements dans le carrefour, et on teste les k! permutations de ces mouvements en ne touchant ni à l'ordre, ni à la place des autres mouvements.

Par exemple : Reprenons le même carrefour : a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, l.
Soit $k = 3$.

Nous allons examiner tout d'abord les ordres :

a **b** **c** d e f g h i j l,
a **c** **b** d e f g h i j l,
b **a** **c** d e f g h i j l, (*)
b **c** **a** d e f g h i j l,
c **a** **b** d e f g h i j l,
c **b** **a** d e f g h i j l.

Si le meilleur ordre est celui marqué (*), on teste ensuite :

b a c **d** e f g h i j l,
b d c **a** e f g h i j l,
a b c **d** e f g h i j l,
a d c **b** e f g h i j l,
d b c **a** e f g h i j l,
d a c **b** e f g h i j l (**).

A partir du meilleur ordre noté (**), on examine ensuite :

d a c b **e** f g h i j l,
d e c b **a** f g h i j l,
a d c b **e** f g h i j l,
a e c b **d** f g h i j l,
e d c b **a** f g h i j l,
e a c b **d** f g h i j l,

et ainsi de suite... jusqu'à avoir permuté de toutes les manières possibles les mouvements n°1, n°2, et n°11.

Si, à ce stade, le meilleur ordre obtenu est par exemple :

e a c b d f g h i j **l**,

on examine ensuite les permutations sur les mouvements n°1, n°3, et n°4, c'est-à-dire:

e a **c b** d f g h i j l,
e a **b c** d f g h i j l,
c a **e b** d f g h i j l,
c a **b e** d f g h i j l,
b a **e c** d f g h i j l,
b a **c e** d f g h i j l.

Ensuite on permute les mouvements n°1, n°3, et n°5, puis les mouvements n°1, n°3, et n°6, etc... jusqu'à permutation des mouvements n°1, n°3, et n°11.

Puis on permute les mouvements n°1, n°4, et n°5, puis les n°1, n°4, et n°6, etc...

Lorsque l'on est arrivé aux permutations sur les mouvements n°1, n°10,

et n°11, on continue en permutant les mouvements n°2, n°3, et n°4, et ainsi de suite...

On aura ainsi testé : $3!\ C_{11}^{3} = 11 \times 10 \times 9 = 990$ ordres différents.

Remarque : pour que l'exécution du programme soit suffisamment rapide, il est préférable donner à k la valeur 2 ou 3.

Soit n le nombre total de mouvements élémentaires dans le carrefour étudié.

Le tableau suivant donne le nombre d'ordres différents de mouvements élémentaires testés par les heuristiques proposées :

mouvements consécutifs	nombre de permutés	valeur du pas	nombre d'ordres différents testés
oui	k	p	$k!\,E\left(\frac{n-k-1}{p}+1\right) + \left[n - p.E\left(\frac{n-k-1}{p}+1\right)\right]!$
non	k	-	$k!C_n^k = n\,(n-1)(n-2)\ldots(n-k+1)$

où : E (x) désigne la partie entière de x.

Exemple : reprenons le cas de n = 11 mouvements élémentaires.

- *permutation de mouvements consécutifs :*
  - k = 6, p = 6 : on teste 840 ordres différents,
  - k = 6, p = 3 : on teste 1560 ordres différents,
  - k = 6, p = 1 : on teste 4320 ordres différents,
  - k = 5, p = 3 : on teste 360 ordres différents.

- *permutation de mouvements non consécutifs* :

k = 2 : on teste 110 ordres différents,

k = 3 : on teste 990 ordres différents,

k = 4 : on teste 7920 ordres différents.

IV- RESULTATS

Le programme a été testé essentiellement sur le carrefour proposé par Lesort *(1983)*, tel que nous l'avons présenté page 8.

Dans cet exemple, le nombre total de mouvements est 11, c'est le carrefour le plus important qui nous ait été proposé par l'IRT, bien que les mouvements ne soient pas très nombreux dans l'absolu.

Les différentes heuristiques testées sur ce carrefour ont donné les résultats suivants :

- permutation de mouvements consécutifs :

$k = 6, p = 1$: bons résultats, mais procédure un peu longue à l'exécution.

$k = 6, p = 3$: bons résultats.

$k = 6, p = 6$: un peu moins bon, car $p = k$, c'est-à-dire que l'on ne mélange pas les mouvements entre eux.

$k = 5, p = 3$: assez bons résultats.

- permutation de mouvements non consécutifs :

$k = 2$: très bons résultats, exécution très rapide.

$k = 3$: excellents résultats, exécution légèrement plus longue.

$k = 4$: résultats à peine meilleurs que pour le cas où $k = 3$ sur les ordres initiaux testés, exécution très longue.

Les résultats précis et détaillés de ces heuristiques sont donnés dans l'Annexe I, pages "ANNEXE I - 17" à "ANNEXE I - 35".

V- EXTENSION AU CAS DES COEFFICIENTS DE GENE ENTRE MOUVEMENTS

V.1- définition

Les coefficients de gêne sont des coefficients qui affectent la durée minimum du feu vert dans le cas où des mouvements qui se gênent sont autorisés simultanément : si de tels mouvements ont leur feu vert en même temps, la durée de vert qui leur est nécessaire peut être plus longue que prévue, du fait de la gêne.

Ces coefficients de gêne influent de manière multiplicative sur les durées des feux verts des mouvements :

. si i et j sont deux mouvements simultanés qui se gênent dans le carrefour,

. si la durée minimum du feu vert de i est notée : durée (i) et celle de j : durée (j),

. si le coefficient de gêne qui en résulte pour i est noté : c (i, j), et si le coefficient de gêne pour j est c (j, i), alors :

durée (i) aura pour nouvelle valeur : durée (i) x c (i, j),

et durée (j) aura pour nouvelle valeur : durée (j) x c (j, i).

Ainsi, la durée d'un cycle ne dépend cette fois plus seulement de l'ordre des mouvements, elle peut varier avec le fait que certains mouvements soient ou non simultanés.

Le programme qui avait été écrit précédemment a été modifié de manière à prendre en compte les coefficients de gêne. Sa structure générale n'a pas changé, les heuristiques concernant les tests sur l'ordre des mouvements sont les mêmes, simplement, pour chaque ordre testé, on effectue un certain nombre d'opérations supplémentaires qui intègrent les coefficients de gêne.

Pour un ordre fixé des mouvements, on cherche quels mouvements il est intéressant de superposer, et quels mouvements il vaut mieux considérer comme incompatibles, du fait de l'augmentation de la durée de vert nécessaire résultant des coefficients de gêne.

Par exemple : soient deux mouvements i et j tels que :

durée (i) = 20 s, durée (j) = 30 s,

et qui se gênent de telle sorte que : c (i, j) = 1,2 et c (j, i) = 2.

Si les feux de i et de j sont verts simultanément, leurs durées vont être multipliées respectivement par 1,2 et par 2, et seront donc portées respectivement à 24 secondes et à 60 secondes, ce qui peut avoir pour conséquence de rendre la durée minimum du cycle assez longue, et même éventuellement plus longue que si l'on considérait i et j comme purement incompatibles.

V.2 - méthode

La méthode consiste :

- tout d'abord à considérer tous les mouvements dont les coefficients de gêne sont strictement supérieurs à 1 comme deux à deux incompatibles, ce qui fournit une borne supérieure de la durée minimale du cycle,
- puis à essayer de diminuer cette durée minimale en relâchant la contrainte d'incompatibilité (lorsque cela est possible) pour tous les mouvements pris deux à deux dont les feux verts n'avaient pas lieu en même temps du fait de cette incompatibilité.

V.3 - résultats

Cette méthode a été testée sur le même carrefour que précédemment, dans lequel on a considéré que les mouvements qui se gênent (partiellement, c'est-à-dire sans être totalement incompatibles) sont :

* A et E, avec c (A, E) = 1,2 et c (E, A) = 1,5 ;
* B et E, avec c (B, E) = c (E, B) = 2 ;
* B et I, avec c (B, I) = 1,5 ;
* C et H, avec c (C, H) = 1,2 ;
* D et G, avec c (D, G) = c (G, D) = 2 ;

* E et I, avec c (E, I) = 1,5 ;
* E et K, avec c(E, K) = 1,5 ;
* F et J, avec c(F, J) = 1,2 ;

(les autres coefficients sont : 1 si les mouvements sont parfaitement compatibles, infinis sinon).

On peut constater que, dans l'ensemble, deux mouvements sont finalement considérés comme incompatibles dès que les coefficients de gêne qui les lient atteignent la valeur 1,5. Cela n'est pas très surprenant : si par exemple on a un mouvement i dont la durée de vert est durée (i) = 30 secondes, et si l'on a déjà obtenu une durée de cycle de l'ordre de 110 secondes, superposer à i un mouvement j tel que c (i, j) = 1,5 revient à accroître la durée de i de 50%, ce qui la ramène à 45 secondes, qui représente une valeur très grande devant la durée du cycle, et cette dernière risque par conséquent d'augmenter au lieu de diminuer.

Par contre, on pourra tout de même quelquefois avoir intérêt à superposer deux mouvements dont le coefficient de gêne vaut 1,5 si leur durée initiale de vert est faible.

Il est à noter que, dans aucun des résultats obtenus, on ne superpose plus de deux mouvements qui se gênent : en effet, superposer i à j et à k revient à multiplier la durée de i par c (i, j), puis encore par c (i, k), ce qui la multiplie finalement par c (i, j) x c (i, k), c'est-à-dire par un coefficient supérieur à 1,5 en général.

Nous avons testé la méthode précédente pour les heuristiques suivantes :

- <u>permutation de mouvements consécutifs</u> :

k = 6, p = 4 : bons résultats, mais exécution longue (environ 7mn/test).

k = 5, p = 3 : assez bons résultats, exécution nettement plus rapide (environ 3mn/test).

- <u>permutation de mouvements non consécutifs</u> :

k = 2 : bons résultats, exécution très rapide.

k = 3 : très bons résultats, mais exécution longue (environ 6mn/test).

Les résultats précis et détaillés de ces heuristiques sont donnés dans l'Annexe I, pages "ANNEXE I - 48" à "ANNEXE I - 65".

VI- CONCLUSION

Les heuristiques portant sur les permutations de mouvements non consécutifs semblent nettement plus efficaces que celles qui font appel à des permutations de mouvements consécutifs, ce qui peut s'expliquer par le fait que les permutations de mouvements non consécutifs mélangent mieux les mouvements, et testent ainsi des ordres plus variés.

Cette différence entre les deux types de permutations semble moins marquée lorsque l'on fait intervenir les coefficients de gêne, mais persiste toutefois.

Pour confirmer cette impression, il faudrait peut-être tester un nombre plus grand d'ordres initiaux différents pour chaque heuristique, mais surtout il serait intéressant de faire fonctionner le programme sur des carrefours comportant un nombre total de mouvements élémentaires nettement plus élevé.

Cette méthode a été implantée sur micro-ordinateur (compatible IBM-PC), et les différentes heuristiques testées se sont finalement montrées suffisamment rapides, conformément aux voeux de l'IRT.

Le logiciel qui a été écrit, ainsi que les résultats détaillés de certaines heuristiques, sont présentés dans l'Annexe I.

BIBLIOGRAPHIE

F. V. WEBSTER and B. M. COBBE, "Traffic signals", RRL Technical Paper n° 56, London 1966.

K. R. BAKER, "Introduction to sequencing and scheduling", Wiley, New-York, 1974.

STATENS VAGVERK (Sweden), "Beroïkning av kapacitet, köländg, fördröjning i vägtrafikanläggningar", TV 131, 1977.

Z. TULLY and MURCHLAND, "Calculation and use of the critical cycle time for a single traffic controller", PTRC, 1977.

R. AKCELIK, "Traffic signals : capacity and timing analysis", ARRB Research report n° 123, Victoria, 1981.

E. L. LAWLER, "Recent results in the theory of machine scheduling", in Mathematical Programming - The state of the art, Bonn 1982, Springer Verlag.

J. B. LESORT, "Détermination du phasage d'un carrefour - Première approche", DART 83.109, IRT, 1983.

G. IMPROTTA and G. E. CANTARELLA, "Control system design for an individual signalized junction", in Transportation Research, vol. 18 B, n° 2, 1984.

DEUXIEME PARTIE :

MODELES DESAGREGES DE DEPLACEMENTS DANS L'AGGLOMERATION GRENOBLOISE

SOMMAIRE

page

CHAPITRE I : INTRODUCTION 33

CHAPITRE II : MODELES DE TRANSPORT 39

II.1- Généralités 39
II.1.1- définition d'un modèle 39
II.1.2- différents types de modèles 40
modèles agrégés / modèles désagrégés
modèles séquentiels / modèles simultanés
II.1.3- calibrage 41
II.1.4- utilisation des modèles 42
II.1.5- problèmes non résolus par les modèles agrégés classiques 43

II.2- Modèles désagrégés 44
II.2.1- définition 44

II.2.2- exemples d'études ayant utilisé les modèles désagrégés... 44
II.2.3- méthodologie..... 45
Décisions liées aux déplacements : un choix multi-dimensionnel
Théorie du choix
Modèle logit multinomial
Méthode d'estimation
Mise au point d'un modèle désagrégé
Validité
II.2.4- principales caractéristiques..... 49

II.3- Prévisions à l'aide de modèles désagrégés..... 51
II.3.1- procédures d'agrégation..... 51
Approche "naïve"
Classification
Echantillonnage
II.3.2- transfert de modèles désagrégés..... 56

II.4- Etude de la faisabilité de l'échantillonnage artificiel
sur l'agglomération de Grenoble..... 57
II.4.1- caractéristiques de l'échantillon artificiel..... 58
II.4.2- réalisation d'un échantillon artificiel bien représentatif..... 59
II.4.2.1- construction pratique de l'échantillon artificiel..... 60
sélection des ménages de l'échantillon
calcul des facteurs d'expansion
II.4.2.2- autres contraintes..... 63
II.4.3- répercussions de l'aspect artificiel
sur la manipulation des modèles..... 64
II.4.4- améliorations possibles de cette technique..... 64
II.4.5- conclusion..... 65

CHAPITRE III : ETUDE CONCRETE :

MISE AU POINT DE MODELES DESAGREGES
SUR L'AGGLOMERATION DE GRENOBLE.....67

SECTION I : DEPLACEMENTS DOMICILE-COURSES

III.I.1- Introduction.....67
Intérêt de cette étude
III.I.2- Méthodologie.....69
III.I.2.1- le modèle.....69
III.I.2.2- aspect informatique du travail.....69
III.I.2.3- calibrage du modèle.....70
III.I.3- Problème des données.....71
III.I.3.1- le problème des zones.....72
III.I.3.2- les sources d'information.....74
III.I.3.3- le fichier "F1".....74
III.I.3.4- détermination des caractéristiques des déplacements "courses".....77
III.I.3.5- les fichiers des emplois.....78
III.I.4- Modèle du choix du mode et de la destination pour les courses.....79
tableaux des résultats.....88
le meilleur modèle.....95
III.I.5- Modèle de génération des courses.....97
III.I.5.1- méthodologie.....97
III.I.5.2- fichiers de départ.....98
III.I.5.3- fichiers de données utilisés.....98
III.I.5.4- calibrage du modèle de génération.....99
estimation directe du modèle.....*100*
transfert par la méthode d'échelle.....*103*
III.I.6- Conclusion - Perspectives.....104

SECTION II : DEPLACEMENTS DOMICILE-"AUTRES MOTIFS" QUE LE TRAVAIL OU LES ETUDES

III.II.1- Les données.....107
III.II.2- Le modèle de choix du mode et de la destination pour les déplacements domicile-"autres motifs".....109
III.II.3- Les différents modèles de génération.....117
III.II.3.1- modèle de génération des courses.....117
III.II.3.2- modèle de génération des loisirs.....120
III.II.3.3- modèle de génération des visites.....122
III.II.3.4- modèle de génération des "divers".....124
III.II.3.5- conclusion.....126

CONCLUSION.....127

BIBLIOGRAPHIE.....129

ANNEXE II : Entrées et sorties informatiques pour les déplacements domicile-courses :
- meilleur modèle de choix du mode et de la destination,
- meilleur modèle de génération des courses.

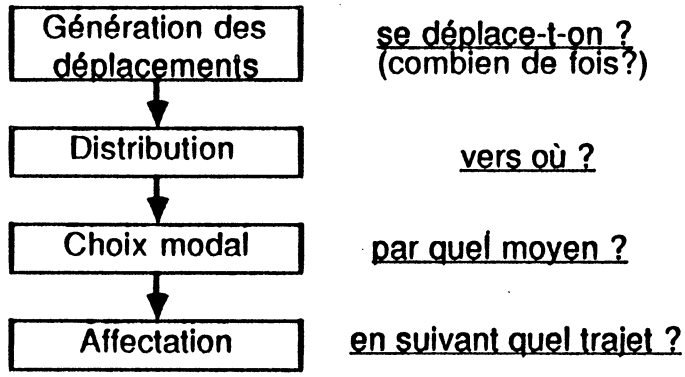
ANNEXE III : Entrées et sorties informatiques pour les déplacements domicile-"autres motifs" :
- meilleur modèle de choix du mode et de la destination,
- meilleurs modèles de génération des "autres motifs".

CHAPITRE I : **INTRODUCTION**

C'est après la dernière guerre que les modèles de transport ont commencé à voir le jour. Leur apparition coïncide avec les débuts des problèmes de circulation urbaine : c'est en effet à partir de ce moment que l'on assiste à la très forte croissance des déplacements en véhicules individuels au détriment des transports collectifs, qui vont doucement décliner jusqu'au début des années 1970. Ces premiers modèles étaient des modèles agrégés peu détaillés, répondant cependant aux besoins de l'époque. Mais les temps ont changé, et la forte concentration des populations à l'intérieur de certaines agglomérations pose des problèmes très importants de tous ordres, et notamment dans le domaine des transports. Les collectivités locales ont donc été amenées à analyser la situation d'une manière plus fine, et à réorganiser l'aménagement urbain et les transports en commun, afin d'une part de mieux répondre aux besoins des usagers, et d'autre part de mieux gérer les deniers publics. Le problème de la modélisation du comportement des usagers de transport se pose donc de manière beaucoup plus cruciale actuellement qu'il y a une quarantaine d'années.

L'amélioration de la qualité des transports urbains passe nécessairement par une meilleure analyse de la demande des usagers. La démarche consiste plus précisément à comprendre et à modéliser le comportement des usagers : cette modélisation doit refléter la connaissance de plus en plus approfondie que l'on a des schémas de déplacement dans les zones urbaines. Elle apporte une aide tout à fait appréciable dans le délicat problème qui se pose lorsque l'on se trouve confronté à des choix, dont la complexité va sans cesse croissant, entre des politiques qui prennent en compte aussi bien les transports et l'aménagement urbain que des critères sociaux.

Les premiers modèles de transport étaient des modèles à quatre étapes, caractérisés par le fait d'utiliser des données agrégées, et d'opérer en quatre étapes successives distinctes. Ces quatre niveaux sont représentés dans la figure suivante :



Dans la première étape (génération), on calcule pour chaque zone :

- le nombre de déplacements issus de cette zone,
- le nombre de déplacements ayant cette zone pour destination.

La seconde étape (distribution) détermine comment l'ensemble des origines est connecté à celui des destinations, c'est-à-dire d'où vient chaque usager et où il va.

Lors de la troisième étape (choix modal), on prévoit le mode de transport choisi pour chaque déplacement.

Enfin, l'affection concerne le choix du trajet : on assigne à chaque déplacement un trajet précis (ensemble de rues, lignes de bus, etc...).

Ce type de modèles représentait une charge relativement lourde, en particulier leur utilisation pour effectuer des prévisions était très onéreuse. De plus, ils présentaient certains défauts inhérents à leur structure : en particulier ils étaient incapables de prévoir l'impact de mesures telles que le coût du stationnement, la tarification des transports en commun, le prix du carburant, etc... de manière suffisamment fine. Les recherches ont donc été poursuivies afin d'améliorer les techniques de modélisation.

Les modèles dits "désagrégés" ont vu le jour dans les années 1970, et ont marqué un grand progrès dans la modélisation des déplacements. Leur champ d'application s'est élargi à tel point que cette approche est actuellement la mieux

adaptée à la résolution de toute une gamme de problèmes. La situation-type dans laquelle on applique cette technique est la prévision du comportement d'usagers de transport ayant le choix entre un petit nombre d'alternatives. Par exemple, on peut modéliser de cette manière le choix du mode de transport d'un individu se rendant à son travail.

Cet outil a d'abord été utilisé aux Etats-Unis, puis dans des pays d'Europe comme la Grande-Bretagne, les Pays-Bas, et la Suède, mais on peut dire qu'il reste encore assez peu connu chez nous.

Les premiers modèles désagrégés en France ont été mis au point par la RATP pour la région parisienne. Mais, compte tenu de la position très particulière qui est celle de la capitale, il était important de compléter ce travail en développant des études analogues sur des agglomérations de moyenne importance. En effet, le comportement des usagers parisiens en matière de transport n'est absolument pas représentatif de celui des autres Français, et l'impact d'une mesure nationale concernant les transports urbains ne peut être évalué raisonnablement que si l'on dispose d'éléments de référence pour au moins une ville de province. L'une des propriétés essentielles des modèles désagrégés étant la transférabilité d'une ville sur une autre d'importance comparable, on peut espérer étendre les résultats pratiquement à toutes les villes de même taille. D'où l'intérêt du CETUR pour le développement de tels modèles dans une agglomération moyenne.

Les villes moyennes en France sont nombreuses, mais toutes ne présentaient pas les mêmes avantages que Grenoble dans l'optique que nous venons de décrire. Tout d'abord, Grenoble semble assez représentative des villes de cette importance. Ensuite, un certain nombre de politiques locales de transport applicables à cette ville entraient de manière appropriée dans le cadre des modèles désagrégés. Mais surtout deux raisons essentielles ont été à l'origine de ce choix.

La première était la disponibilité des données. Bien que les techniques désagrégées ne nécessitent que des données réduites, il était cependant important de pouvoir se référer à une enquête ménage à ce niveau expérimental. Celle qui avait été établie à Grenoble en 1978 recouvrait tous les aspects usuels de l'analyse des transports. De plus, ces informations se raccordaient aussi bien

au réseau de transports en commun qu'au réseau de circulation des voitures particulières. Tous ces éléments rendaient donc cette étude possible sans exiger le recueil d'une quantité trop considérable de données supplémentaires. Par ailleurs, l'Agence d'Urbanisme de la Région Grenobloise assure un suivi régulier de la situation par des enquêtes ménages périodiques : l'enquête ménage précédant celle de 1978 date de 1973, et la suivante a été effectuée en 1984. Ces données sont d'une grande utilité pour la validation des modèles, et peuvent éventuellement servir à évaluer la qualité des prévisions effectuées.

L'autre raison tenait à l'intérêt des autorités locales pour le développement de modèles de transport, ainsi qu'à la présence d'équipes scientifiques et techniques motivées par le projet. C'est ainsi qu'ont été développés à Grenoble entre 1981 et 1983 des modèles désagrégés permettant de prévoir le choix du mode de transport (et de la destination) pour les déplacements domicile-travail et domicile-école. Ces modèles ayant donné toute satisfaction pour ce qui concerne les déplacements domicile-travail (les résultats étant un peu plus nuancés pour l'école), il était assez naturel de vouloir étendre la modélisation à tous les autres motifs de déplacement, afin d'obtenir une chaîne complète. Le travail qui a été réalisé dans le cadre de cette thèse constituait ainsi un prolongement direct de ces études antérieures.

Dans un premier temps, nous nous sommes intéressés aux déplacements effectués en vue de faire des courses, qui représentent la majorité des déplacements non professionnels. Ces déplacements ont tendance à être de plus en plus nombreux de nos jours, de plus, ce motif est suffisamment important pour les mettre en concurrence directe avec les déplacements professionnels lors du choix du mode de transport. Mais il paraissait onéreux et peu approprié d'établir un modèle désagrégé pour chaque type de motif (certaines villes ne disposent pas de données aussi détaillées sur la nature des déplacements). Aussi avons-nous décidé de tenter une innovation : regrouper tous les déplacements non professionnels, et mettre au point un seul modèle désagrégé correspondant à cet ensemble de déplacements. Cela n'avait encore jamais été réalisé, mais le modèle obtenu s'est révélé tout à fait acceptable. De plus, il a permis d'établir quatre modèles de génération distincts pour les différents motifs de déplacement, eux aussi très corrects.

Comme on l'a vu, l'un des objectifs du CETUR au travers de ce type de modèles est la possibilité d'évaluer certaines mesures de transport au niveau national. Mais l'intérêt de tels modèles au niveau local n'est pas négligeable pour autant.

En effet, depuis la loi sur la décentralisation, ce sont les collectivités locales qui décident désormais de l'aménagement urbain, et il leur est très utile de disposer d'un modèle spécifique de leur ville : que peut-on rêver de mieux, en effet, que d'obtenir une réponse pratiquement immédiate à une question du style: "et si l'on fait ceci, que se passera-t-il ?", même si l'on doit émettre certaines réserves, sachant que cette réponse peut être partiellement fausse car produite par un modèle qui n'est que le reflet d'une réalité incomplète.

De plus, la loi d'orientation sur les transports intérieurs a promu les plans de déplacements urbains, en insistant en particulier sur la nécessité de garder une certaine cohérence entre les politiques concernant les différents modes : les modèles désagrégés de choix modal sont précisément l'instrument de connaissance de la répartition modale, et constituent par conséquent un excellent outil pour l'étude d'un plan de déplacements.

D'une manière générale, les politiques que l'on peut tester à l'aide des modèles désagrégés sont très variées. On peut citer par exemple :

- la modulation de la tarification des transports en commun selon les cas, comme par exemple la gratuité pour les personnes âgées et les chômeurs,
- le remboursement total ou partiel par les employeurs des trajets domicile-travail effectués au moyen des transports collectifs,
- l'impact du coût du carburant,
- le doublement du coût des parkings dans le centre ville, etc...

Pour le cas particulier de Grenoble, on peut également citer le tramway, dont la construction vient d'être entreprise : l'impact de ce nouveau mode de transport sur les déplacements peut être prévu à l'aide de modèles désagrégés, et ces évaluations pourront par la suite être utilisées, lorsque ce tramway sera effectivement opérationnel, pour mesurer la qualité des prévisions.

Une propriété fondamentale des modèles désagrégés est la transférabilité (temporelle ou spatiale), qui a donné lieu à de nombreuses études. Ces modèles décrivent en effet le comportement moyen des usagers, en se basant sur des éléments décrivant leur situation personnelle, indépendamment du contexte

géographique. Cette approche permet donc de transposer ces modèles à d'autres lieux, en ajustant éventuellement certains coefficients pour adapter le modèle au nouveau contexte.

Pour effectuer un tel ajustement, il est important de disposer d'un échantillon représentatif de la population de la zone sur laquelle on veut effectuer le transfert. Les modèles étant désagrégés, cet échantillon doit être suffisamment détaillé au niveau des individus. Mais le transfert ne sera vraiment intéressant sur le plan économique que s'il peut se faire sur n'importe quelle zone comparable à la zone de départ, même et surtout si cette zone de transfert n'est pas définie par des données aussi désagrégées qu'une enquête ménage.

Un grand progrès a donc été réalisé lorsqu'a été mise au point la technique dite d'"échantillonnage artificiel", qui permet comme son nom le suggère de synthétiser un échantillon représentatif d'une zone sur la seule base des données agrégées disponibles.

Le second chapitre de cette partie de la thèse se propose de situer les modèles désagrégés dans le cadre général des modèles de transport, et de faire le point sur l'état actuel des recherches dans ce domaine. En particulier, la troisième section de ce chapitre aborde le problème des prévisions par les modèles désagrégés, qui peuvent être aussi bien temporelles que spatiales dans le cas d'un transfert, et la quatrième section analyse la technique de l'échantillonnage artificiel, et étudie la faisabilité d'une telle approche dans le cas concret de l'agglomération de Grenoble.

Le troisième chapitre décrit le travail concret qui a été fait à l'aide de ce type de modèles sur l'agglomération grenobloise : établissement de modèles désagrégés de choix simultané du mode et de la destination pour différents motifs de déplacement, puis mise au point des modèles de génération des déplacements concernés.

CHAPITRE II : MODELES DE TRANSPORT

Ce chapitre suit approximativement le développement chronologique des modèles de transport. Il est ainsi constitué : après une description générale des modèles de transport et de l'utilisation qui en est attendue, vient une présentation des modèles désagrégés, dans laquelle leurs avantages sur les modèles agrégés classiques sont mis en évidence. Ensuite sont décrites les techniques permettant d'effectuer des prévisions globales par l'agrégation de ces modèles désagrégés. Enfin, la dernière partie de ce chapitre est consacrée à l'échantillonnage artificiel, technique toute récente qui permet une utilisation encore plus large des modèles désagrégés, et dont l'application essentielle est le transfert de ces modèles d'une ville sur une autre qui lui est comparable.

II.1- Généralités

Nous donnons d'abord une définition des modèles de transport, suivie d'une description des différents types de modèles qui ont été mis au point jusqu'à présent. Ensuite nous abordons le problème du calibrage des modèles, puis celui de leur utilisation. Enfin nous donnons un aperçu des lacunes des méthodes agrégées classiques.

II.1.1- définition d'un modèle

Langdon et Mitchell *(1977)*, et TRRL *(1980)* donnent tous deux la définition suivante des modèles de transport.

Le mot "**modèle**" désigne une représentation simplifiée d'une partie du monde réel par un ensemble d'équations mathématiques, qui tentent de reproduire les interactions les plus importantes que l'on observe dans la réalité entre différents facteurs.

Ces équations requièrent des données sous la forme de paramètres variés définissant la réalité que l'on étudie. Dans un modèle de transport ces paramètres représentent généralement des quantités telles que les coûts et temps de transport, la motorisation, la répartition géographique des populations et des zones d'activité. Certains de ces paramètres, comme la motorisation, peuvent à leur tour dériver d'autres types de modèles.

Les sorties des équations qui définissent le modèle sont de deux types :

- celles qui sont en principe directement observables et qui peuvent donc être vérifiées expérimentalement, comme par exemple le nombre de déplacements entre différentes zones géographiques ou la répartition modale,
- et les résultats dérivés qui sont intrinsèquement impossibles à observer directement, et qui peuvent seulement être estimés par l'application d'un modèle, comme par exemple l'estimation des bénéfices résultant d'un changement dans les prestations de transport.

Le terme de modèle a souvent été utilisé pour désigner simplement l'ensemble d'équations mathématiques, mais cet usage est trop restreint, et la définition d'un modèle tend actuellement à inclure une description de son concept général.

Dans la pratique, on donne aux modèles de transport une forme aussi simple que possible, pour réduire le travail informatique nécessaire à l'obtention des résultats. En effet, il est de toute évidence absolument inutile d'essayer d'obtenir un modèle d'une précision supérieure à celle des données *(Langdon et Mitchell, 1977)*.

II.1.2- différents types de modèles

modèles agrégés / modèles désagrégés

Il existe différentes approches possibles pour décrire le monde réel.

Une méthode consiste à analyser en détail le processus de décision d'un déplacement au niveau des individus ou de petits groupes de personnes. Ensuite la demande en transport de groupes plus importants de personnes est évaluée par un processus d'agrégation, à partir de la détermination du comportement de nombreux petits groupes. Tel est le concept fondamental des **modèles désagrégés**.

La **méthode classique**, utilisée dans la grande majorité des modèles de transport établis jusqu'à présent, n'est pas très différente de la précédente, si ce n'est que la désagrégation n'est pas poussée très loin. La population est éclatée géographiquement dans un ensemble de zones, et socialement dans quelques catégories grossièrement définies (par exemple : possession ou non d'une voiture, et éventuellement distinction de quelques tranches de revenus). Le comportement de chaque catégorie intervient dans un modèle simple

semi-empirique, qui contient en général uniquement un taux d'équivalence entre temps et coût de déplacement. Le modèle est estimé sur des données moyennes, souvent agrégées sur des zones assez vastes, avant de servir à effectuer des prévisions. Ce type de modèle classique a été longtemps utilisé, et consistuait un outil de prévision satisfaisant.

Langdon et Mitchell *(1977)* mentionnent également une autre méthode, plus ancienne, basée sur des relations empiriques semblant stables dans le temps et constantes ou prévisibles pour les différents groupes sociaux (par exemple : variation du temps total de parcours par personne et par jour en fonction de l'âge, des revenus, ou de la catégorie socio-professionnelle), et faisant appel à des procédés de régression. Cette méthode donnait des résultats corrects si l'on envisageait des changements mineurs, mais n'était pas fiable si les modifications du système étaient importantes.

modèles séquentiels / modèles simultanés

Le modèle représente le comportement de l'individu confronté à plusieurs alternatives, chacune étant composée à la fois d'un mode, d'une destination, et d'une fréquence pour le type de déplacement envisagé (par exemple : déplacement professionnel, ou pour des achats). On distingue deux types de choix : le **choix simultané**, où l'individu choisit en une seule fois parmi toutes les alternatives qui s'offrent à lui, et le **processus de choix séquentiel**, dans lequel le voyageur prend sa décision en plusieurs étapes, sélectionnant par exemple d'abord la décision de se déplacer, puis la destination, enfin le mode de transport.

Intuitivement, le choix simultané, bien qu'étant plus complexe à cause du grand nombre d'alternatives, paraît plus réaliste et plus satisfaisant que le processus de choix séquentiel, qui présente l'inconvénient que les estimations du niveau inférieur sont faites dans l'ignorance des alternatives du niveau supérieur. Ben-Akiva *(1974)* a démontré que cette impression était fondée. Mais cette approche n'est pas toujours réalisable. Nous y reviendrons par la suite.

II.1.3- calibrage

L'état actuel des connaissances ne permet pas de construire un modèle fondé uniquement sur des considérations théoriques. C'est pourquoi tous les modèles contiennent un certain nombre de constantes arbitraires, dont les valeurs doivent être trouvées par un processus de calibrage. Dans la pratique,

les mécanismes de ce processus sont assez complexes et reposent sur des méthodes de la Statistique. Dans son principe, il consiste à ajuster les différentes constantes du modèle jusqu'au moment où l'on obtient des résultats qui reproduisent assez fidèlement les conditions réelles lorsque l'on introduit les paramètres qui traduisent les situations réelles.

Mais le but du modèle n'est pas de décrire une situation existante, ce qui peut être fait de manière adéquate par une simple enquête : on cherche à prévoir ce qui arrivera dans une situation future lorsque l'on modifiera les paramètres d'entrée. Il est assez naturel de considérer qu'un modèle est satisfaisant lorsqu'il reflète correctement la réalité étudiée : on peut alors y modifier quelques-uns des paramètres pour représenter une nouvelle situation, comme par exemple rendre les transports en commun gratuits, en espérant que le nouveau modèle représentera toujours le comportement des usagers face à cette nouvelle situation. Il est donc important dans la pratique que les valeurs des paramètres d'entrée pour la description du modèle puissent être prévues autant que cela sera nécessaire.

Il pourrait cependant très bien se produire qu'un modèle complexe soit bien calibré pour décrire une situation existante, et fasse des prévisions erronées. Beaucoup de ces difficultés pourraient être réduites ou évitées si le calibrage pouvait faire appel à des données échelonnées dans le temps. Mais le coût de réalisation et d'exploitation des enquêtes est tel que les études sur les transports ont rarement eu l'occasion de le faire jusqu'à présent *(Ben-Akiva and Atherton, 1977)*.

II.1.4- utilisation des modèles

Les modèles de transport ont été développés dans trois buts essentiels :

- ils servent à prévoir les flots de circulation compte tenu de l'évolution de la société (modification de facteurs déterminants comme la motorisation, ou les aménagements du temps de travail ou des horaires scolaires), et indiquent s'il sera nécessaire de prendre des mesures afin d'éviter certains problèmes pressentis,
- ils prévoient les changements dans les flots de circulation qui résulteraient de l'application de certaines politiques (transformations de l'aménagement urbain),
- ils permettent d'estimer les coûts et les bénéfices de différents projets.

(par exemple : changements dans les prestations et les tarifications des transports en commun), de sorte que les alternatives peuvent être évaluées et les décisions prises en toute connaissance de cause.

II.1.5- problèmes non résolus par les modèles agrégés classiques

Les modèles agrégés classiques présentent quelques inconvénients bien connus.

Du fait de l'utilisation de données agrégées, les variables explicatives qui apparaissent dans ces modèles sont réduites à celles qui sont disponibles au niveau zonal (type de zone, nombre de ménages, nombre d'individus...). Ainsi l'influence de la composition du ménage, des revenus, du niveau d'études personnel, ou de la catégorie socio-professionnelle ne peuvent-elles être saisies dans de tels modèles. De plus, il est absolument impossible dans ces conditions d'évaluer l'impact de politiques affectant des variables exclues de ces modèles.

Un autre inconvénient majeur de ces méthodes, souligné par Gunn *(1985)* et Ben-Akiva *(1974)*, est que les données agrégées qu'elles utilisent représentent en fait des moyennes zonales : ces moyennes ne peuvent refléter la variabilité des données, et c'est ainsi qu'apparaissent des biais dans les estimations des paramètres. Ces biais peuvent être la source de graves incohérences dans les prévisions effectuées à partir de ces modèles, malgré une apparente adaptation des modèles à l'ensemble de données *(Gunn, 1985)*.

Les modèles agrégés traditionnels sont pour la plupart séquentiels. Ce sont généralement des modèles à quatre étapes :

- génération (fréquence des déplacements) : *se déplace-t-on ?*
- distribution (répartition géographique des destinations) : *vers où ?*
- choix modal : *par quel moyen ?*
- affectation (trajet) : *en suivant quel trajet ?*

Par exemple, le choix de la destination est modélisé avant celui du mode, alors qu'il existe de fortes interactions entre ces deux choix. Cette approche entraîne donc un appauvrissement des informations.

Les fréquences des déplacements, la motorisation et l'aménagement urbain sont supposés ne pas être affectés par les variables qui caractérisent le réseau de transport, comme par exemple les temps de transport. Cette simplification paraît un peu excessive.

Ces modèles négligent les déplacements internes aux zones : ils ne sont

donc pas très adaptés à l'analyse des déplacements de courte distance. En particulier les déplacements piétons, qui sont souvent en concurrence directe avec les transports en commun, sont représentés de manière inadéquate.

L'absence de détail au niveau individuel implique que cette approche ne tient pas compte des restrictions dans les choix rencontrées par certains individus.

Toutes ces limites des modèles agrégés ont été à l'origine de recherches d'amélioration du procédé, et c'est ainsi qu'ont été développés les modèles désagrégés.

II.2- Modèles désagrégés

Les modèles désagrégés se sont développés rapidement et intensivement durant ces dernières années. Les premières recherches sur ce sujet avaient pour but essentiel d'améliorer la compréhension du comportement des usagers en matière de transports, des travaux plus récents se sont consacrés à l'utilisation de ces modèles dans l'analyse de situations concrètes *(Koppelman and Ben-Akiva, 1977)*.

II.2.1- définition

Comme on l'a vu, les modèles désagrégés sont des modèles estimés à partir de données désagrégées, c'est-à-dire recueillies au niveau des individus (ou à la rigueur de tout petits groupes d'individus). Dans ces modèles vont donc apparaître tous les facteurs qui conditionnent le comportement d'un individu dans le domaine des transports.

II.2.2- exemples d'études ayant utilisé les modèles désagrégés

Ce type de modèle a été largement utilisé durant ces dernières années. Charles River Associates *(1972)* a été l'un des pionniers, et a démontré la faisabilité d'une telle approche. De nombreux systèmes complexes de modèles désagrégés ont vu le jour depuis lors, et ont donné la preuve de leur intérêt et de leur efficacité *(Lerman, 1975; Ruiter and Ben-Akiva, 1978)*.

Les modèles désagrégés ont été développés pour représenter différents types de choix :

- choix du mode de transport *(Cambridge Systematics Europe bv, 1981; Cyna, Ferry et Uhry, 1983; Daly, 1984)*, de la destination du déplacement;
- modèles de génération (fréquence) des déplacements *(Cambridge Systematics Europe bv, 1981; Daly, Van Der Valk and Van Zwam, 1983)*;
- choix de la localisation du domicile *(McFadden, 1978)*;
- modèles de prévision du nombre de voitures possédées *(Lerman and Ben-Akiva, 1975; Ben-Akiva, Manski and Sherman, 1981)*, etc...

Des modèles de choix simultané ont également été mis au point, lorsque cela était possible:

- choix simultané du lieu de résidence, du type de logement, de la motorisation et du mode de transport *(Lerman, 1975)*;
- choix simultané du mode et de la destination du déplacement *(Richards and Ben-Akiva, 1974; Cyna, Ferry et Uhry, 1983; Daly, 1984; Cambridge Systematics Europe bv - RATP, 1985)*;
- choix simultané du mode, de la destination et de la fréquence du déplacement *(Adler and Ben-Akiva, 1975; Ben-Akiva and Atherton, 1977)*.

II.2.3- méthodologie

Décisions liées aux déplacements : un choix multi-dimensionnel

En fait, les déplacements sont très fortement conditionnés par des facteurs déterminants tels que le lieu de travail ou le lieu d'habitation. Certaines de ces décisions sont prises au niveau des ménages, et visent le long terme; d'autres, comme par exemple le choix de la destination pour une sortie en vue de faire des achats, concernent le court terme, et engagent le seul individu. Un système complet de modèles se doit de reproduire les différents niveaux hiérarchiques intervenant dans la prise d'une décision de déplacement. Daly *(1984)* situe ces niveaux de hiérarchie de la manière suivante, assez proche de celle proposée par Ruiter et Ben-Akiva *(1978)* :

- *développement urbain* :
  - . localisation des emplois
  - . localisation des logements
- *mobilité* :
  - . lieu de résidence
  - . nombre d'actifs dans le ménage
  - . fréquence des déplacements jusqu'au lieu de travail
  - . lieu de travail
  - . motorisation
  - . mode de transport utilisé pour se rendre au travail
- *déplacements (non professionnels)* :
  - . fréquence des déplacements
  - . destination des déplacements
  - . mode de déplacement
  - . sous-mode (mode d'accès)
  - . trajet

En principe, pour analyser par exemple le choix du mode, il faudrait tenir compte des autres décisions, à moins de prouver que le fait de considérer les décisions au niveau supérieur (par exemple la motorisation) comme des données et d'ignorer les décisions au niveau inférieur (par exemple le trajet) ne fausse pas cette analyse. Lorsque l'on estime que les niveaux inférieurs sont strictement dépendants des niveaux supérieurs, il n'y a pas de distortions.

En résumé, on peut justifier la démarche qui consiste à modéliser uniquement un choix (par exemple celui du mode) si l'on peut supposer que les décisions au niveau supérieur ne sont pas influencées par ce choix.

Théorie du choix

L'ananyse du comportement est fondée sur le fait que l'individu examine toutes les alternatives et effectue un choix unique.

Les modèles sont basés sur le concept de maximisation de l'utilité : pour chaque individu, on définit une fonction d'utilité, dépendant des alternatives qui s'offrent à lui, et l'on convient que l'individu choisira parmi toutes ces alternatives celle qui lui apporte la plus grande utilité.

Les estimations des paramètres de la fonction d'utilité sont obtenus par

l'observation des choix réels ou des préférences des individus. Cependant, il subsiste inévitablement une part d'incertitude dans l'évaluation de cette fonction d'utilité, et il est par conséquent impossible à un observateur de prévoir quel sera le choix effectif d'un individu donné. On doit donc se contenter de déterminer la probabilité de sélection de chaque alternative.

Il est important de noter que les différentes alternatives envisagées ne sont pas nécessairement toutes accessibles à tous les individus de l'enquête : par exemple si une personne n'a pas le permis de conduire, elle ne peut évidemment pas conduire une voiture. Koppelman et Ben-Akiva *(1977)* ont effectué des tests empiriques qui ont mis en évidence l'importance de l'information sur la disponibilité des alternatives pour la précision des prévisions.

Modèle logit multinomial

Il existe plusieurs modèles de choix, dont les plus courants sont les modèles logit et probit. On a souvent reproché au modèle logit la propriété d'"independance of irrelevant alternatives", qui suppose que les alternatives disjointes sont indépendantes (Ben-Akiva, 1977), mais si l'on s'attache à définir correctement les alternatives sans disjoindre celles qui sont identiques dans leur essence (voir le paradoxe des bus rouges et des bus bleus dans le livre de Ben-Akiva et Lerman, *1983*, et dans l'article de Langdon et Mitchell, *1977*), ce modèle ne présente pas d'inconvénient majeur. Dans les modèles de demande, la préférence est très souvent donnée au modèle logit, car il nécessite des temps de calcul sur ordinateur nettement plus raisonnables que le modèle probit. Dans le modèle logit multinomial, le choix de chaque individu s'exprime par :

$$P_i = \frac{\exp V_i}{\sum_{a \in A} \exp V_a}$$

ou encore : $$\log(P_i) = V_i - \log\left(\sum_{a \in A} \exp V_a\right)$$

où : P_i est la probabilité que l'alternative i soit choisie,

A représente l'ensemble des alternatives disponibles pour l'individu considéré,

V_i est l'"**utilité**" de l'alternative i, c'est-à-dire une fonction des

caractéristiques de l'individu face à l'alternative. Cette utilité est donnée en général par :

$$V_i = \theta_1 X_{i,1} + \ldots + \theta_n X_{i,n}$$

où : les θ_k représentent les paramètres inconnus que l'on veut estimer,
et : les $X_{i,k}$ sont des variables dont les valeurs sont évaluées à partir des données (les $X_{i,k}$ dépendent de l'individu et de l'alternative).

Ce type de modèle a été étudié de manière approfondie par de nombreux auteurs *(McFadden, 1974; Ben-Akiva, 1974; Domencich and McFadden, 1975; Ben-Akiva and Lerman, 1983).*

Daly *(1982)* a étudié des prolongements de ces modèles pour le cas où V_i n'est pas linéaire en θ_k. En effet, il existe deux types de variables :

- les variables **"ordinaires"**, qui représentent les caractéristiques de l'individu ou du ménage auquel il appartient (par exemple le sexe, ou le nombre de voitures du ménage),
- et les variables dites **"de taille"**, qui mesurent l'attractivité d'une alternative en termes de quantité (par exemple le nombre d'emplois dans la zone de destination).

En particulier, si parmi les n variables du modèle on a :

n-r variables ordinaires : $X_{i,1}, \ldots, X_{i,n-r}$, et
r variables de taille : $S_{i,n-r+1}, \ldots, S_{i,n}$,

l'utilité V_i est calculée ainsi :

$$V_i = \theta_1 X_{i,1} + \ldots + \theta_{n-r} X_{i,n-r} + \theta_n \log (S_{i,n-r+1} \exp \theta_{n-r+1} + \ldots + S_{i,n-1} \exp \theta_{n-1} + S_{i,n}).$$

Méthode d'estimation

D'après ce qui précède, estimer un modèle revient donc à estimer les paramètres θ_k qui définissent les utilités.

La méthode la plus couramment utilisée est la méthode du maximum de vraisemblance, qui consiste, comme son nom l'indique, à maximiser la fonction

de vraisemblance, ou plus exactement son logarithme, qui se calcule par :

$$L^* = \sum_{\text{obs i}} \log \text{ (probabilité de choisir l'alternative } c_i \text{)}$$

où c_i est le choix qui a été fait dans la réalité par la personne i.

On peut aussi écrire, avec les mêmes notations que précédemment :

$$L^* = \sum_{\text{obs i}} \left(V_{Ci} - \log \left(\sum_{a \in A} \exp V_a \right) \right).$$

Mise au point d'un modèle désagrégé

On estime d'abord un premier modèle, basé sur une certaine interprétation de la réalité, et éventuellement inspiré d'un modèle analogue, puis on interprète les résultats pour affiner le modèle initial en changeant ses spécifications : soit en supprimant certaines variables non significatives, soit en en introduisant de nouvelles.

Validité

Les prévisions effectuées à l'aide des modèles nécessiteront pour leur grande majorité une extrapolation des données. La fiabilité de cette opération augmentera avec l'éventail de données utilisées pour l'estimation : on peut améliorer la spécification des modèles en utilisant, dans la mesure du possible, des données provenant de plusieurs zones géographiques et également de plusieurs époques. De plus, la validité des modèles peut être renforçée en les appliquant dans des situations où les données existent avant et après le changement étudié.

II.2.4- principales caractéristiques

Les modèles désagrégés présentent de nombreux avantages sur les modèles agrégés traditionnels. Leurs principales caractéristiques sont passées en revue par Ben-Akiva *(1974, 1977)*.

D'abord, ces modèles sont basés sur des hypothèses explicites sur le comportement des individus, établies à partir de l'assertion que chaque déplacement observé est le résultat d'une sélection effectuée par un individu

parmi tout un éventail de choix réalisables. Les modèles désagrégés reposent sur une théorie explicite du choix englobant l'ensemble de toutes les décisions possibles, et suffisamment fine pour individualiser cet ensemble d'alternatives. Ainsi sont pris en compte des éléments personnels comme le lieu de travail, le lieu de résidence, le type d'habitation, la motorisation, le mode de déplacement usuel pour se rendre au travail, aussi bien que la fréquence, la destination, le mode de transport, l'heure et le choix du trajet pour les déplacements extra-professionnels. Cette structure permet donc de prendre en considération des relations d'interdépendance entre certaines décisions ou entre les individus d'un même ménage.

Ces modèles sont décrits le plus souvent sous la forme logit multinomiale, et estimés par des méthodes statistiques comme celle du maximum de vraisemblance. C'est l'enquête détaillée au niveau des individus qui est directement utilisée pour l'estimation. Ce procédé apporte des économies substantielles dans la collecte des données, et dans les coûts de mise au point du modèle : il évite le recueil de données supplémentaires, car il n'est pas indispensable d'avoir une enquête à une aussi vaste échelle que pour les modèles agrégés traditionnels. De plus, il permet d'exploiter à fond les données disponibles, contrairement aux techniques de modélisation agrégée, qui, comme on l'a vu, non seulement perdent les nuances inhérentes aux données en regroupant les observations au niveau zonal, mais, chose plus grave, introduisent du fait de cet amalgame des biais dans les valeurs des paramètres.

Même dans le cas où les données sont déjà recueillies, il est préférable d'utiliser les modèles désagrégés. En effet, ils sont plus efficaces, plus sensibles aux variations du comportement individuel et des politiques de transport, et transférables en d'autres lieux.

Les modèles désagrégés ont été appliqués dans des situations variées, comprenant des prévisions à court et à long terme, des analyses portant sur des sous-secteurs géographiques ou au contraire sur des secteurs plus vastes,aussi bien que pour des études classiques de transport urbain.

A titre d'exemple d'application de ces modèles, on peut citer : des études de mesures d'incitation au partage de la voiture avec des passagers, des études de restriction de parking, des modifications de la tarification des transports en commun, des études de mise en place de couloirs de circulation réservés, etc...

Toutes ces observations montrent que les modèles désagrégés sont mieux

adaptés pour effectuer des prévisions concernant l'application de politiques variées, et sont capables de fournir des éléments de réponse plus précis que les modèles traditionnels.

II.3- Prévisions à l'aide de modèles désagrégés

La figure 1, donnée par Koppelman et Ben-Akiva *(1977)*, situe le processus de prévision par rapport au développement et à l'estimation du modèle désagrégé.

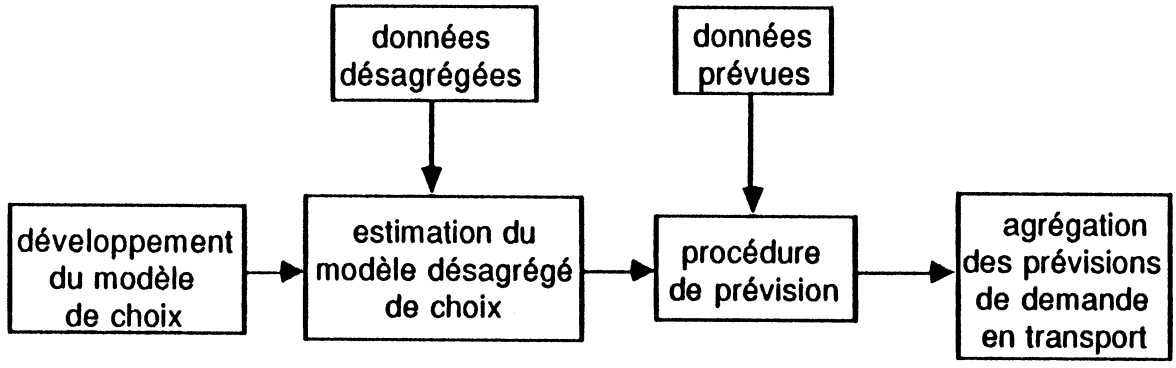


Figure 1 : Développement d'un modèle, estimation et prévisions
(Koppelman and Ben-Akiva, 1977)

II.3.1- procédures d'agrégation

Les mêmes modèles désagrégés peuvent être utilisés pour effectuer toute une variété de prévisions, qui sont obtenues en agrégeant les modèles. Il existe trois méthodes principales d'agrégation : l'approche la plus simple désignée couramment sous le nom de procédure "naïve", la classification, et l'échantillonnage. Ces trois démarches sont résumées dans la figure 2, proposée par Manheim, Gonzalez, Litinas et Salomon *(1980)*.

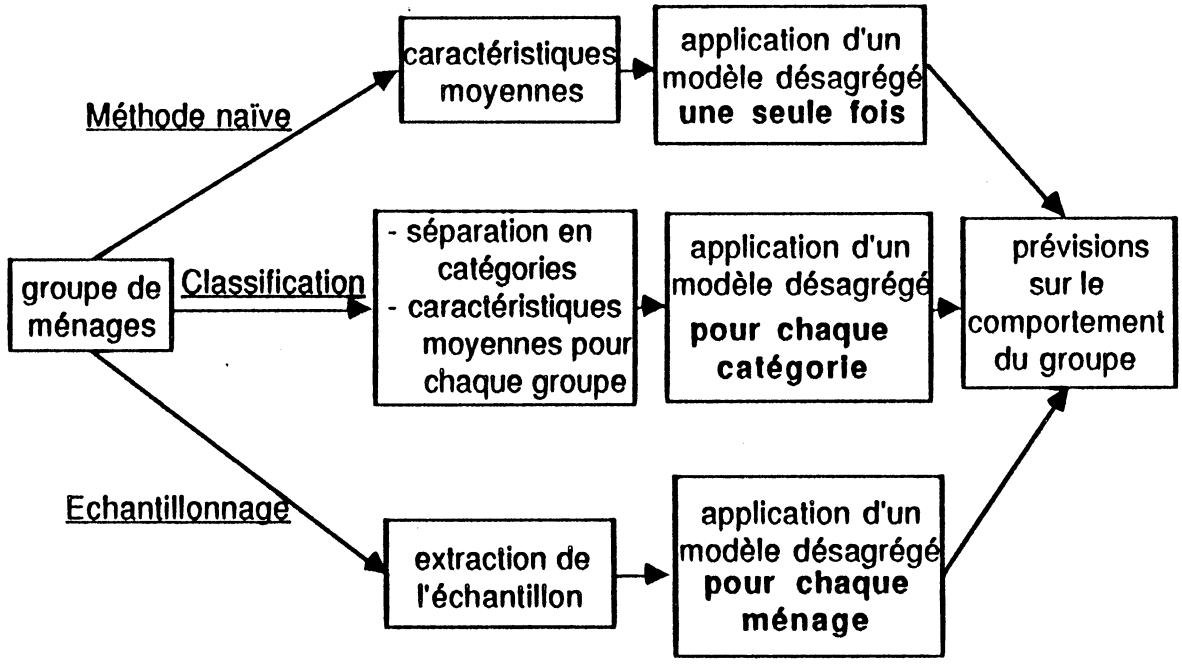


Figure 2 : Agrégation *(Manheim, Gonzalez, Litinas and Salomon, 1980)*

Approche "naïve"

La "procédure naïve" utilise les caractéristiques moyennes de tous les individus de la population. Par exemple, on applique un modèle désagrégé de choix modal avec les revenus moyens, le nombre moyen de voitures, etc... pour obtenir la répartition modale moyenne des déplacements dans une région donnée. Un procédé équivalent consiste à effectuer des calculs manuellement à partir des coefficients d'élasticité : en réalité ces coefficients varient selon les ménages, et cela revient au même d'utiliser une élasticité unique pour une région ou de prendre des variables moyennes sur la population *(Manheim, Gonzalez, Litinas and Salomon, 1980).*

Classification

Une autre méthode est la procédure dite de "classification". La population d'une région est répartie dans des catégories (groupes) relativement homogènes ("market segments" dans la littérature anglophone). On utilise alors les caractéristiques moyennes à l'intérieur de chaque catégorie pour prévoir la demande de chaque groupe (selon la méthode naïve), et l'on évalue la demande

agrégée comme une moyenne pondérée de la demande des différents groupes. Pour illustrer cette méthode, on peut citer la pratique couramment utilisée qui consiste à répartir la population dans des catégories définies par le nombre de voitures possédées et éventuellement par les revenus, puis à utiliser la taille moyenne des ménages et les moyennes d'autres caractéristiques socio-économiques, ainsi que des attributs du réseau tels que les temps moyens d'accès pour chaque zone géographique, pour prévoir la répartition modale des déplacements, ou la répartition géographique des destinations, ou encore les fréquences des déplacements pour la catégorie considérée. Ruiter et Ben-Akiva *(1978)*, par exemple, ont défini des catégories par le nombre d'actifs dans le ménage, les revenus et la motorisation.

Les procédures de classification se différencient les unes des autres par les critères définissant les catégories et par le nombre de catégories. Dans les modèles de choix concernant le transport, une base importante de classement est l'ensemble des alternatives disponibles. Cet ensemble peut être déterminé par la distance d'accès au réseau de transports en commun et par la motorisation : il varie suivant les individus, et définit ainsi des sous-groupes à l'intérieur de la population *(Koppelman and Ben-Akiva, 1977)* .

Echantillonnage

Cette approche est basée sur un échantillon de ménages. On évalue le choix de chacun de ces ménages (par exemple le choix du mode de transport) à l'aide d'un modèle désagrégé, et la demande agrégée est calculée par la moyenne des demandes individuelles. Par exemple, la répartition modale pour la population totale est proportionnelle à celle de l'échantillon et à la taille de l'échantillon.

L'échantillon peut être extrait d'une enquête (par exemple l'enquête ménage utilisée pour l'estimation), ou synthétisé. Cette synthèse peut se faire par exemple par la méthode de simulation de Monte-Carlo, qui utilise des données agrégées (comme par exemple la répartition zonale des caractéristiques socio-économiques des ménages) pour synthétiser un échantillon de ménages de la taille désirée. Cette méthode de synthèse a été employée (dans un contexte légèrement différent) par Watanatada et Ben-Akiva *(1977)* : c'est une procédure simplifiée, qui exige un minimum de données et produit rapidement des résultats.

Un cas particulier de l'échantillonnage est la méthode appelée "sample enumeration". Nombre d'études ont utilisé cette approche, en particulier celles rapportées par Ben-Akiva et Atherton *(1977)*, Ben-Akiva, Manski et Sherman *(1981)*, Horowitz *(1982)*, et l'étude hollandaise *"Zuidvleugel" (Cambridge Systematics Europe bv, 1981)*.

On considère qu'en principe les données originales rassemblées dans l'échantillon sont représentatives de la population totale en termes de répartition géographique, de caractéristiques des ménages, de caractéristiques individuelles, et de disponibilité des alternatives. L'échantillon sert à la fois à calibrer les modèles désagrégés et à effectuer les prévisions.

La technique est la suivante. On commence par mettre au point des modèles désagrégés à l'aide de l'échantillon. On utilise ensuite ces modèles pour prévoir le comportement de chaque individu de l'échantillon face à certain changements pouvant affecter le réseau urbain ou les prestations de transport. Enfin on élargit les résultats, compte tenu de la taille relative de l'échantillon par rapport à la population entière, pour obtenir des estimations globales *(Manheim, Gonzalez, Litinas and Salomon, 1980)*. On peut dire que cette méthode est bonne pour obtenir des prévisions agrégées. Par contre, elle n'est pas bien adaptée pour les prévisions détaillées par secteur, comme par exemple pour prévoir la charge de certaines lignes bien précises du réseau.

Les avantages de la technique de "sample enumeration" sont bien connus. Elle s'est montrée simple, économique, et fiable dans le sens où les résultats ne sont pas biaisés. D'un point de vue théorique, le principal attrait de cette méthode est qu'il n'y a pas de contrainte sur la quantité d'informations à stocker pour chaque individu : le modèle peut donc représenter l'influence de toutes les variables explicatives précises disponibles, par opposition aux modèles de prévision usuels qui ne traitaient qu'un nombre limité de variables souvent approchées par des moyennes. On dispose ainsi de modèles vraiment désagrégés, et les prévisions peuvent être effectuées à partir des meilleurs d'entre eux. D'un point de vue pratique, cette méthode est séduisante parce qu'elle permet à l'analyste de contrôler le coût relatif et le degré de précision de ses prévisions. En général, il est suffisant de travailler avec un échantillon de quelques centaines d'individus, et le temps de calcul nécessaire à l'ordinateur ne représente alors qu'une fraction de ce qu'il serait pour la population entière. Le choix de la taille de l'échantillon, de la durée et du coût d'une application

peut, le cas échéant, être mis en balance avec le degré de précision exigé pour une étude particulière.

L'inconvénient de cette méthode est qu'il est indispensable de disposer d'un échantillon vraiment représentatif permettant d'effectuer des prévisions suffisamment précises pour la politique testée. Pour des prévisions à court terme portant sur la zone étudiée, l'enquête ménage utilisée pour l'estimation du modèle constitue une base idéale pour l'application de la méthode de "sample enumeration", à condition que l'intervalle de temps étudié soit assez court pour que l'on puisse supposer que les ménages ne changent pas. Par contre, pour des politiques à long terme ou portant sur des lieux bien spécifiques, il est nettement plus délicat de trouver un échantillon approprié (en principe, la meilleure méthode pour réaliser des applications pratiques sur des problèmes d'affectation géographique reste l'utilisation de modèles agrégés). La technique la plus adaptée à l'évaluation de politiques à long terme est celle de l'échantillonnage artificiel : il s'agit de construire un échantillon supposé représentatif de l'année sur laquelle portent les prévisions. Cette technique fait l'objet de la dernière section de ce chapitre.

La procédure naïve et la classification sont bien adaptées dans de nombreuses applications, car elles requièrent des données qui sont couramment disponibles. Mais il est évident que les trois méthodes présentées ici constituent en fait des familles d'approches, et qu'il est tout à fait possible de les combiner.

L'approche traditionnelle, par exemple, qui divise le secteur géographique en zones, et qui répartit les ménages suivant des caractéristiques socio-économiques, est de manière implicite une forme particulière d'agrégation par classification géographique. Ruiter et Ben-Akiva *(1978)* ont utilisé les modèles désagrégés de cette manière, pour garder le même système d'analyse orienté vers le réseau.

Une autre démarche consiste à utiliser la forme logit incrémentale, comme l'ont fait Ben-Akiva et Atherton *(1977)*. Cette forme permet de calculer les modifications dans les flots consécutives à des changements dans les prestations de transport, connaissant uniquement les flots initiaux, l'amplitude du changement (par exemple la diminution du temps de transport), et le coefficient correspondant dans le modèle de demande (par exemple le coefficient du temps dans la fonction d'utilité). Le modèle incrémental peut être utilisé avec une

méthode naïve, ou bien avec une classification, pour estimer les modifications. Cette méthode limite nettement la quantité de données nécessaires : on n'a plus besoin des données précises ni du réseau, ni socio-économiques, il suffit de mémoriser les répartitions existantes et les modifications envisagées dans le réseau. Ben-Akiva et Atherton *(1977)* ont ainsi réajusté le comportement des usagers à partir du comportement initial observé et des changements dans les prestations de transport.

II.3.2- transfert de modèles désagrégés

Comme on l'a vu, une propriété très intéressante des modèles désagrégés est la transférabilité : ils représentent le comportement moyen de l'individu qui effectue un déplacement, et il paraît raisonnable de considérer que ce comportement sera identique dans une zone ou dans une autre. Le grand avantage de cette propriété est qu'elle implique des économies considérables dans le recueil des données et dans le développement des modèles. En effet, il suffit de transposer un modèle développé dans une autre aire géographique, avec pour seules contraintes de tester sa validité, et d'ajuster éventuellement certains paramètres. L'importance de cet ajustement pour l'efficacité du transfert a été mise en évidence par Koppelman et Wilmot *(1982a, 1982b)*, et par Rose et Koppelman *(1984)*. Atherton et Ben-Akiva *(1976)* ont montré que la mise à jour de ces coefficients pouvait être faite à l'aide d'une quantité limitée de données sur le comportement des usagers dans la nouvelle aire d'étude.

L'intérêt qui a été porté à cette propriété de transférabilité était à la mesure de ses avantages, et plusieurs études s'y sont consacrées. Ben-Akiva et Atherton *(1977)* ont effectué un test d'estimation d'un même modèle de choix du mode de transport pour les déplacements jusqu'au lieu de travail, avec des données de Washington, de New Bedford, de Los Angeles, et de San Francisco. Bien que les conditions soient extrêmement différentes dans ces quatre villes, les résultats sont d'une similitude surprenante, et montrent que le tranfert est bien réalisable. Daly *(1985)*, de son côté, rapporte le succès du transfert d'un modèle désagrégé du même type que le précédent de Grenoble à Nantes.

. L'expérience de Watson et Westin *(1975)* a montré l'importance d'une bonne spécification du modèle, par l'échec du transfert d'un modèle de choix du mode qui ne contenait aucune variable socio-économique. En effet, il y a peu d'espoir de voir un modèle représenter correctement le comportement des

usagers dans la nouvelle aire d'étude, s'il ne le faisait déjà dans celle d'origine. Atherton et Ben-Akiva *(1976)* ajoutent une condition supplémentaire pour un bon transfert : il ne suffit pas que le modèle corresponde bien aux données, il doit également expliquer pourquoi le comportement change avec la situation. Ainsi, au lieu de se restreindre à justifier le comportement individuel par des variables socio-économiques et des caractéristiques du réseau, la spécification du modèle doit-elle refléter les relations causales entre ces variables. Rose et Koppelman *(1984)* remarquent pour leur part que les transferts sont meilleurs à l'intérieur d'une même région que lorsque l'on change complètement de région. On peut donc conclure qu'un modèle n'est parfaitement transférable que si ses coefficients sont indépendants du contexte. Mais cela est difficile à réaliser. Koppelman et Wilmot *(1982a, 1982b)*, dans une étude approfondie de la transférabilité, proposent des méthodes concrètes d'évaluation de la transférabilité des modèles.

II.4- Etude de la faisabilité de l'échantillonnage artificiel sur l'agglomération de Grenoble

Comme nous l'avons vu dans la section précédente, une approche classique pour effectuer des prévisions est l'utilisation de la méthode de "sample enumeration". Mais celle-ci présente certains inconvénients, en particulier elle ne permet pas d'effectuer de prévisions si la structure de la population subit des modifications importantes. Une autre méthode a donc été développée récemment afin de remédier à cela : il s'agit de l'"échantillonnage artificiel".

La technique consiste à rendre un échantillon représentatif non seulement de la population d'où il a été extrait, mais aussi d'une population changée ou différente. Cet échantillon artificiel contiendra l'ensemble des informations nécessaires aux modèles désagrégés. Cette technique a ainsi permis d'établir des systèmes de prévision de demande portant sur des populations plus étendues ou entièrement différentes de celles d'où étaient extraits les échantillons de départ, uniquement à l'aide de données agrégées concernant ces populations. Une application fondamentale de l'échantillonnage artificiel est par conséquent le transfert des modèles désagrégés d'une ville sur une autre de taille comparable.

Cette approche a été utilisée jusqu'à présent essentiellement aux Pays-Bas.

II.4.1- caractéristiques de l'échantillon artificiel

L'échantillon requis pour l'estimation et l'application des modèles désagrégés de demande en transports doit contenir :

- des caractéristiques personnelles, c'est-à-dire des détails sur les ménages et sur les individus dans les ménages,
- des caractéristiques géographiques, en particulier des détails sur les destinations possibles.

Pour les applications de la méthode de "sample enumeration", les caractéristiques personnelles et géographiques étaient distribuées dans l'échantillon approximativement comme dans l'ensemble de données utilisé pour l'estimation. En d'autres termes, l'échantillon est "réel" au sens où il est constitué d'enregistrements de ménages existant réellement, confrontés aux alternatives qui leur sont offertes dans la réalité.

Le terme d'échantillon **"artificiel"** désigne un échantillon dans lequel les caractéristiques personnelles des membres de ménages existants, considérés comme représentatifs de la population du lieu étudié, sont mises en correspondance avec les caractéristiques géographiques d'un certain nombre de zones considérées comme typiques de l'aire d'étude. Les distributions marginales des caractéristiques personnelles et géographiques reflètent ainsi l'aire étudiée, par construction. On approche donc la distribution simultanée des caractéristiques personnelles et géographiques par le produit des deux distributions marginales *(Gunn, 1985)*.

Le principal avantage de cette approche est qu'aucun ajustement des modèles désagrégés n'est nécessaire, et que par conséquent le système peut évaluer des politiques variées et prévoir leur impact sur les flots détaillés de circulation.

Il apparaît cependant clairement que ces avantages potentiels seraient complètement illusoires si l'échantillon artificiel ne fournissait pas d'informations vraiment fiables. Deux questions importantes sont donc soulevées par Gunn *(1985)* : quel est le degré de réalisme de l'échantillon artificiel ? et quelle différence observera-t-on entre les résultats donnés par cette méthode, et ceux que l'on aurait obtenus en utilisant un échantillon de ménages véritables avec leurs domiciles réels ? Ces deux points font l'objet des paragraphes suivants.

II.4.2- réalisation d'un échantillon artificiel bien représentatif

Pour ce qui concerne les caractéristiques géographiques, si l'on dispose d'un réseau, d'un zonage et de données corrects, alors les localisations et les détails de l'accessibilité des différentes destinations qui leur sont offertes peuvent être les situations réelles à l'intérieur de l'aire d'étude. Si celles-ci sont réparties sur toute l'aire d'étude, il est raisonnable de les considérer comme représentatives dans les gros échantillons.

Les caractéristiques personnelles interviennent dans l'échantillon sous la forme de ménages, auxquels sont associés des facteurs d'expansion permettant de reconstituer les populations résidant dans les zones représentées.

La construction de l'échantillon artificiel se décompose ainsi en deux étapes:

- la sélection des ménages "prototypes",
- le calcul des facteurs d'expansion pour chaque zone que l'échantillon représentera.

Ces deux étapes sont mises en œuvre sous le contrôle des données agrégées disponibles, qui contiennent en particulier : le nombre de ménages, la population totale par âge et par sexe, la population active par sexe, la motorisation des ménages. En France, ces données sont recueillies par l'INSEE lors des recensements. Pour l'agglomération de Grenoble, par exemple, elles sont disponibles à l'INSEE de Lyon, et datent du dernier recensement (1982).

Plus précisément, pour chaque zone de l'aire d'étude, on cherche des facteurs d'expansion différents pour chacun des ménages, de sorte que la population générée par l'application de ces facteurs à l'échantillon corresponde le plus possible à des données agrégées connues ou prévues telles que le nombre d'actifs, le nombre d'individus par tranches d'âge, etc...

Dans la génération de l'échantillon interviennent également d'autres considérations importantes. La population synthétisée à l'aide des facteurs d'expansion doit être réaliste, et pour cela il n'est pas suffisant qu'elle coïncide avec les données agrégées. Par exemple, il faut non seulement que la taille moyenne des ménages soit correcte, mais aussi que la répartition des ménages constitués d'une personne, de deux personnes, de trois, etc... soit raisonnable. Cela suggère la mise en place d'une distribution de référence, basée sur une enquête réelle, dont les échantillons artificiels ne devraient pas trop s'écarter.

Le mécanisme permettant d'atteindre tous ces objectifs est décrit en détail par Daly et Gunn *(1985)*.

II.4.2.1- construction pratique de l'échantillon artificiel

Chaque zone est représentée par un échantillon composé d'environ 1000 ménages, à chacun desquels est associé un facteur d'expansion approprié.

Pour simplifier, on peut utiliser le même ensemble de 1000 ménages pour figurer plusieurs zones. Les différences entre les zones s'expriment alors par des variations dans les facteurs d'expansion, plutôt que par des ménages complètement différents. Cela permet de gagner du temps de calcul et de l'espace mémoire sur l'ordinateur : il serait en effet impossible en pratique de représenter les zones par des ensembles de ménages tous distincts.

sélection des ménages de l'échantillon

L'échantillon artificiel comporte un certain nombre de caractéristiques des ménages et de leurs membres, qui doivent être distribuées d'une manière réaliste.

Pour cela, les ménages réels et leurs membres sont tirés au hasard dans un vaste ensemble de données représentatives de la population. Aux Pays-Bas, il s'agit de l'enquête ménage nationale *"OVG"*. En France, il est évident que la source d'une telle information sera l'enquête ménage existante.

On répartit les ménages de l'enquête suivant plusieurs catégories définies par les critères suivants :

- taille du ménage : 1, 2, 3, 4, ou au moins 5 personnes,
- nombre d'actifs : 0, 1, 2, ou au moins 3,
- présence ou non d'une femme active dans le foyer,
- âge du chef de famille : moins de 35 ans; de 35 à 65 ans; plus de 65 ans.

Cette analyse mène à une classification en 120 (5 x 4 x 2 x 3) catégories, dont certaines sont nécessairement vides (par exemple les ménages d'une personne avec plus d'un actif...), et d'autres effectivement vides bien que possibles en toute rigueur (par exemple les ménages constitués d'une personne, dont l'âge du chef de famille est supérieur à 65 ans, et comportant une femme active).

En fait, le nombre de catégories effectivement "utiles" est bien plus faible que

120. Dans l'application concrète décrite par Daly et Gunn *(1985)*, par exemple, il a été constaté à partir de données de 1982 que 44 de ces catégories seulement suffisaient à couvrir 96% des ménages.

Il a donc été conclu que l'échantillon artificiel pouvait être fabriqué à l'aide de ménages provenant uniquement de ces 44 catégories, et qu'il n'y aurait ainsi que 44 facteurs d'expansion différents pour chaque zone. De plus, la distribution des ménages suivant ces catégories pour l'année de référence donne la distribution de référence nécessaire pour juger de la crédibilité des populations synthétisées par l'échantillon.

Les 1000 ménages composant l'échantillon sont donc tirés au hasard parmi ces 44 catégories, et les facteurs d'expansion associés sont ensuite réajustés de manière à permettre la reconstitution une population vérifiant les données agrégées.

calcul des facteurs d'expansion

On observe de grandes variations dans la taille des différentes catégories. Pour vérifier qu'elles sont toutes représentées par un nombre raisonnable de ménages dans l'échantillon, on cherche pour chacune d'entre elles un effectif de référence (qui n'est jamais inférieur à 10 ménages), définissant ainsi un taux d'échantillonnage différent pour chacune, donné par $1/N_i$ pour la catégorie i. On sélectionnera alors tous les N_i-ièmes ménages de cette catégorie dans les données de l'enquête.

On analyse ensuite les échantillons prélevés dans chaque catégorie pour les comparer aux données zonales de référence déjà mentionnées, c'est-à-dire : nombre de ménages, population totale par âge et par sexe, population active par sexe. Pour cela, on calcule le nombre moyen de personnes de chaque catégorie se trouvant dans 8 classes déterminées par l'âge et le sexe, ainsi que le nombre moyen d'actifs hommes et femmes. On dispose ainsi de onze éléments de comparaison : 8 pour âge-sexe, nombre d'actifs-hommes, nombre d'actifs-femmes, et nombre de ménages dans la zone.

C'est donc en utilisant ces données zonales et la répartition des ménages suivant les 44 catégories de l'année de base, que l'on calcule les facteurs d'expansion pour chaque zone, à la fois pour l'année de base et pour une année de prévision.

Ceci se réalise dans la pratique en définissant une fonction objective pour chaque zone et pour chaque année de la manière suivante :

$$OBJ\ (N_i, i = 1,...,44) = \sum_{s=1}^{11} L_s \cdot \left(\sum_{i=1}^{44} W_{is} \cdot N_i - P_s \right)^2 + \sum_{i=1}^{44} (N_i - R_i)^2 ,$$

où : N_i désigne le nombre inconnu de ménages à prendre dans la catégorie i, i = 1,...,44,

R_i désigne la référence pour la catégorie i,

P_s désigne la valeur agrégée de la caractéristique s, s = 1,...,11,

W_{is} désigne la moyenne connue de la caractéristique s dans la catégorie i,

L_s est un poids utilisé pour augmenter ou diminuer l'importance relative de la caractéristique s dans la fonction objective.

(les poids L_s sont choisis de manière à refléter approximativement l'importance relative accordée à certaines caractéristiques des données.)

On attribue alors aux facteurs d'expansion les valeurs (non négatives) des N_i qui minimisent la fonction objective, maximisant en un sens la correspondance de l'échantillon artificiel avec les données agrégées et la répartition des ménages entre les catégories (distribution de référence). En principe, il pourrait y avoir une distribution de référence différente pour chaque zone. Dans la pratique, cependant, les données ne sont disponibles qu'au niveau régional ou même national, de sorte que l'on utilisera la même distribution de référence pour différentes catégories de zones.

Pour résoudre concrètement ce problème, on peut utiliser la méthode des moindres carrés.

Il est important de noter ici que la procédure ne traite aucune des caractéristiques des données comme des contraintes : le but n'est pas d'obtenir l'égalité totale sur toutes ces caractéristiques (bien que cela se produise automatiquement si cela est réalisable). En général, il ne sera pas possible de faire coïncider exactement toutes les caractéristiques tout en préservant la

distribution moyenne de référence des ménages suivant les catégories : il faudra chercher un compromis acceptable, ce qui est le but de cette procédure.

En particulier, il semble judicieux d'adapter les R_i au cours de l'estimation : il ne s'agit pas d'ajuster l'échantillon à partir de certaines opinions contraires aux distributions de référence, mais il est possible d'obtenir une meilleure correspondance en faisant varier légèrement les R_i dans la fonction objective.

Cette manière d'opérer a été utilisée dans des applications récentes pour effectuer des prévisions. Certaines difficultés ont été rencontrées pour ajuster l'échantillon aux données de référence, en particulier pour des zones où la majorité des ménages avaient des structures très différentes de la moyenne. De plus, il a été nécessaire d'utiliser plusieurs distributions de référence différentes pour l'année de prévision, afin de refléter les évolutions pressenties de la société vers des ménages plus petits et une participation plus importante des femmes à la vie active.

C'est donc de cette manière que l'on fabrique les échantillons artificiels pour chaque zone étudiée. On assure ainsi une correspondance raisonnable de l'échantillon avec les caractéristiques des données agrégées, tout en maintenant une distribution vraisemblable des ménages de différentes tailles, du nombre d'actifs, etc... L'échantillon obtenu, associé à l'ensemble des facteurs d'expansion spécifiques de la zone et de l'année, suffit à définir une base pour l'application des modèles.

II.4.2.2- autres contraintes

D'autres contraintes variées peuvent également être intégrées au processus. Par exemple, on peut borner les facteurs d'expansion de manière à ce que certaines caractéristiques restent comprises dans un intervalle allant de la moitié au double de la valeur moyenne de ces caractéristiques au niveau national.

De telles contraintes supplémentaires réduiront généralement le degré d'ajustement de l'échantillon aux données agrégées "connues", mais dans la pratique les résultats se révèlent acceptables *(Gunn, 1985)*.

II.4.3- répercussions de l'aspect artificiel sur la manipulation des modèles

Cette question est soulevée par Gunn, Fisher, Daly et Pol *(1983)*. Cet article rapporte une expérience effectuée sur des données de l'étude *"Zuidvleugel"*, et dans laquelle les modèles désagrégés étaient appliqués en vue de prévoir la possession d'une voiture, en même temps que des détails sur la fréquence et la longueur des déplacements pour des affaires personnelles à partir du choix du mode de transport. On cherchait aussi à évaluer l'impact d'une politique visant à accélérer les transports en commun et à ralentir les véhicules privés.

Cette expérience a été réalisée une première fois avec des données réelles extraites de l'ensemble de données utilisé pour l'estimation, puis elle a été répétée plusieurs fois avec deux types d'échantillons artificiels :

- les échantillons artificiels du premier type étaient obtenus en échangeant les localisations des ménages d'une manière contrôlée n'autorisant les échanges qu'entre des ménages de taille, de revenus, et de nombre d'actifs comparables, dans des types de zone et des accès au réseau de transports en commun similaires ;
- dans les échantillons du second type, les "localisations" étaient tirées complètement au hasard entre les ménages.

Gunn, Fisher, Daly et Pol concluent que les erreurs introduites par l'échantillonnage artificiel sont finalement assez faibles.

Une autre application récente de l'échantillonnage artificiel est rapportée par Gunn *(1985)*. Cette technique a été utilisée dans l'étude *"Overdraagbaarheidstudie"*, et l'on peut constater que les échantillons artificiels ainsi fabriqués permettent de synthétiser des populations dont la structure est tout à fait réaliste, et qui correspondent de manière satisfaisante aux données agrégées disponibles.

II.4.4- améliorations possibles de cette technique

Gunn *(1985)* propose quelques mesures permettant d'améliorer encore cette technique.

Il est possible d'affiner le réalisme de l'échantillon artificiel en se référant non plus à la répartition moyenne au niveau national des ménages dans les différentes catégories, mais en prenant des répartitions plus spécifiques pour les

différents types de zones, et en distinguant en particulier les zones urbaines à forte densité de population des zones périphériques moins peuplées.

Un certain nombre d'idées intéressantes ont été suggérées pour exploiter la flexibilité de cette approche. En particulier, puisque les ménages sont décrits de manière très précise, il devient possible de prendre en compte les interactions, aussi bien entre les différents individus qui composent le ménage qu'entre les divers déplacements effectués par une même personne.

Les interactions entre membres d'un même ménage pourraient intervenir dans des modèles de génération basés sur les ménages (et non plus sur les individus) pour les déplacements qui peuvent être effectués indifféremment par plusieurs membres du ménage (certaines courses par exemple).

Un exemple d'interaction entre les déplacements d'une même personne est donné dans le modèle *"Landelijk"*, dans lequel on dispose de données suffisantes (impact de la durée du travail – temps complet ou temps partiel – sur le nombre et la durée des déplacements pour d'autres motifs) pour exploiter l'échantillon artificiel de manière à étudier l'impact de changements éventuels dans la répartition du temps de travail.

Toutes les possibilités d'enrichissement que cette technique apporte aux méthodes traditionnelles de prévision laissent à penser que les années qui viennent verront se développer des études fondamentales supplémentaires qui amélioreront encore ce procédé.

II.4.5- conclusion

Toutes ces applications montrent l'utilité et l'efficacité de la méthode de l'échantillonnage artificiel telle qu'elle est pratiquée actuellement aux Pays-Bas.

De plus, l'analyse de cette technique montre qu'elle est applicable aussi en France. Il est en effet possible d'utiliser un tel échantillon : pour cela, on se base sur une ville pour laquelle on dispose d'une enquête ménage, et on peut alors effectuer un transfert temporel (prévisions pour le futur), spatial (sur une autre ville), ou même simultanément temporel et spatial, des modèles désagrégés, en faisant appel aux données INSEE sur le recensement.

CHAPITRE III : **ETUDE CONCRETE :**

MISE AU POINT DE MODELES DESAGREGES SUR L'AGGLOMERATION DE GRENOBLE

SECTION I : DEPLACEMENTS DOMICILE-COURSES

III.I.1- Introduction

Les modèles désagrégés constituent un outil récent et de plus en plus utilisé dans le domaine des transports, en particulier pour ce qui concerne la prévision des déplacements urbains. Une des premières études utilisant les modèles désagrégés en France a été menée (après Paris) sur l'agglomération grenobloise de 1981 à 1983, pour tenter de prévoir le choix du mode (et de la destination) pour les déplacements domicile-travail et domicile-école, sur la base du mode de transport habituel et du lieu du travail ou des études. Les résultats obtenus étant tout à fait satisfaisants pour ce qui concerne le travail (un peu plus nuancés pour l'école), il était naturel de vouloir étendre l'étude à tous les déplacements dûs à d'autres motifs que le travail ou les études. Parmi ces déplacements non professionnels, le trajet lié à l'approvisionnement (domicile-courses) semble le plus important, ainsi a-t-il été le premier à faire l'objet d'un examen.

Cette partie de la thèse est un compte-rendu du travail qui a été effectué pour modéliser ce dernier type de déplacements sur l'agglomération grenobloise. La modélisation se fait en deux temps : on fait d'abord intervenir le choix du mode et de la destination, puis la décision du déplacement (modèle de génération), comme cela avait été fait notamment aux Pays-Bas dans l'étude "Zuidvleugel" *(Cambridge Systematics Europe bv, 1981)*. Le choix simultané du mode et de la destination paraît justifié ici, alors qu'il posait quelques difficultés pour les déplacements professionnels *(Daly, 1984)*. De même, il semble tout à fait approprié de mettre au point un modèle de génération des déplacements domicile-courses, alors que cela ne s'imposait pas pour les déplacements

domicile-travail. Les déplacements pris en compte ici sont ceux dont l'origine coïncide avec le domicile (comme dans l'étude précédente sur le travail). Ils sont en effet nettement plus nombreux que les déplacements secondaires, et ce choix permet d'éviter le problème des détours.

Cette recherche a été réalisée pour le compte du Centre d'Etudes des Transports Urbains (C.E.T.U.R., Bagneux) par la société ALMA (Grenoble) assistée du Laboratoire I.M.A.G. de l'Université Scientifique et Médicale de Grenoble (U.S.M.G.). Cambridge Systematics Europe bv (devenu entre temps : Hague Consulting Group bv) nous a fait bénéficier de son expérience en matière de modélisation, et nous a fourni les programmes informatiques permettant d'estimer les modèles logit. Les conseils du C.E.T.U.R. ont été appréciables, ainsi que l'assistance du Centre d'Etudes Techniques de l'Equipement (C.E.T.E.) de Lyon.

Intérêt de cette étude

Comme on l'a vu, le modèle sur les déplacements domicile-travail s'est révélé intéressant. On peut noter que les déplacements domicile-travail se font essentiellement aux heures de pointe, alors que les déplacements pour d'autres motifs ont lieu de préférence aux heures creuses. Il était donc légitime d'étendre le modèle aux autres types de mouvements tels les courses en vue d'obtenir une chaîne complète, ce qui présente l'avantage d'accroître les possibilités de mesure et d'appréciation de la circulation urbaine.

Grenoble est une ville moyenne, dont on peut considérer le comportement des habitants en matière de transports comme assez représentatif du comportement général des Français habitant une agglomération de même importance. Le succès du transfert du modèle domicile-travail de Grenoble sur Nantes *(Daly, 1985)* confirme d'ailleurs bien cette hypothèse.

De plus, on dispose pour cet ensemble citadin d'un grand nombre de données. L'étude des déplacements domicile-travail est basée sur l'enquête ménage 1978, complétée par un certain nombre de données sur le réseau urbain. En particulier, il était indispensable de pouvoir disposer de certaines données zonales (lieu de résidence des ménages, qualité et coût du stationnement...) ou autres (distances d'accès au réseau de transports en

commun), pour lesquelles un immense travail de codage a dû être accompli à la main. L'extension du modèle aux déplacements domicile-courses permet donc d'exploiter ces données déjà existantes, ce qui est loin d'être négligeable, même si l'on ne perd pas de vue le fait que la spécificité de ces déplacements exige le recueil d'informations supplémentaires.

III.I.2- Méthodologie

III.I.2.1- le modèle

Comme dans l'étude des déplacements domicile-travail, le modèle utilisé ici est un modèle logit, tel qu'il a été décrit dans le chapitre II. La méthode d'estimation employée est celle du maximum de vraisemblance.

Le modèle sur les déplacements domicile-courses qui a été établi propose un choix simultané du mode et de la destination du déplacement.

A Grenoble, cinq modes de transport ont été pris en compte : conducteur de voiture particulière (vp), passager vp, transports en commun (tc), marche à pied, deux-roues (à moteur ou non). Ces différents modes ne sont pas nécessairement tous envisageables pour toutes les personnes de l'enquête : par exemple si une personne n'a pas le permis de conduire, elle ne peut évidemment conduire une voiture, ou encore si la distance à parcourir est très grande, la possibilité de marcher à pied est éliminée.

Chaque destination est accessible par tous les moyens de transport disponibles pour la personne considérée et compatibles avec la distance à parcourir. Par conséquent chaque individu a le choix entre au plus :

nombre de destinations x nombre de modes disponibles alternatives.

III.I.2.2- aspect informatique du travail

L'étude sur les déplacements domicile-courses a été faite sous le système Multics implanté sur l'ordinateur HB-68 du Centre Inter-universitaire de Calcul de Grenoble (C.I.C.G.), comme celle portant sur les déplacements domicile-travail.

Malgré un coût d'utilisation élevé, ce choix présente un certain nombre d'avantages. Le système DPS-8 (Multics) est un gros système qui permet de manipuler des fichiers de données importants. De plus, il offre une vaste bibliothèque de programmes parmi lesquels figure, entre autres, un programme très complet permettant de faire subir des tests statistiques à un fichier de

données, en vue d'y déceler d'éventuelles anomalies.

L'enquête ménage de 1978, qui représente un volume considérable en termes d'espace disque, a été installée sans aucun problème sur Multics à partir d'une bande magnétique du C.E.T.E. de Lyon.

D'autre part, les fichiers de données qui avaient été fabriqués pour l'étude des déplacements domicile-travail étaient disponibles directement sous Multics.

Les programmes transmis par Cambridge Systematics Europe bv sont écrits en langage fortran, et ont pu être implantés sans difficulté majeure.

Quant aux divers programmes nécessaires à la manipulation et à l'extraction des données, ils ont également été écrits en fortran.

Cambridge Systematics Europe bv a décomposé la procédure d'estimation du modèle logit en trois programmes principaux.

Le premier : PREPARE, est chargé de faire toutes les initialisations correspondant au modèle à estimer. Il fournit éventuellement des informations sur les données. Le second : ESTIMATE, estime les paramètres q_k du modèle par la méthode du maximum de vraisemblance. Le troisième programme : VALID, génère des tableaux détaillés permettant d'analyser les résultats du modèle.

III.I.2.3- calibrage du modèle

Comme on l'a vu, le travail de calibrage du modèle consiste essentiellement, pour sa partie "manuelle", à choisir les variables appropriées, afin d'obtenir les estimations des paramètres les meilleures possibles. Ensuite c'est l'ordinateur qui estime les paramètres correspondants. L'analyse des résultats peut induire des modifications du modèle. Dans ce cas, on charge l'ordinateur d'estimer les paramètres du nouveau modèle, et ainsi de suite.

D'où le double aspect du calibrage, faisant appel conjointement à un travail de réflexion et à un procédé de calcul automatique.

La démarche la plus naturelle au départ est de prendre des variables qui ont déjà été utilisées dans des modèles approchants. Ici, il était logique de reprendre les variables du modèle domicile-travail de Grenoble. Les valeurs initiales des paramètres sont les valeurs obtenues dans le modèle domicile-travail.

Après un passage du modèle, les résultats fournis par le programme

ESTIMATE sont soumis à différents tests, afin d'évaluer leur qualité.

Tout d'abord, on regarde les valeurs estimées des paramètres. En particulier on vérifie que leur signe est correct, et on s'intéresse à leur niveau de signification.

On trouve quelquefois dans l'échantillon des individus ayant choisi une alternative dont la probabilité dans le modèle est très faible. Ces observations sont détectées par le programme VALID, et peuvent provenir d'une erreur de codage dans l'enquête. Leur présence peut avoir une influence relativement forte sur le modèle, et il est souvent préférable de les éliminer de l'échantillon.

Un élément de comparaison entre deux modèles est la valeur prise par la fonction de vraisemblance, que l'on cherche à maximiser. Mais il est évident, de par la manière dont cette fonction est définie, que la comparaison ne peut avoir de signification que dans la mesure où les deux modèles sont basés sur le même fichier de données et rejettent exactement le même nombre d'observations.

Enfin il est utile de consulter les tableaux produits par le programme VALID. Il y a un tableau pour chaque variable, qui détaille la répartition modale (ou géographique) des mouvements selon les valeurs prises par la variable. Pour chaque cas on peut lire à la fois le nombre de déplacements réellement observés dans l'échantillon et le nombre de déplacements prévus. Ces tableaux fournissent donc de précieuses indications sur la qualité du modèle.

En prenant tous ces éléments en considération, on obtient de nombreuses précisions, et on arrive ainsi à trouver quels éléments faire intervenir en vue d'éventuelles améliorations.

III.I.3- Problème des données

Il a fallu pour cette étude d'une part retrouver les informations qui avaient été collectées ou reconstituées pour le modèle domicile-travail, d'autre part recueillir des données supplémentaires spécifiques des déplacements domicile-courses.

Pensant qu'il serait intéressant de compléter par la suite ce travail en développant des modèles concernant tous les autres motifs de déplacement, nous avons rassemblé dans le même temps tous les éléments nécessaires à l'établissement d'un tel modèle. Cette décision a évidemment occasionné un surcroît de travail qui s'est ressenti essentiellement dans le temps consacré au

codage des emplois.

Un préalable indispensable à la mise au point du modèle portant sur les déplacements domicile-courses était de constituer un fichier de données "F1" analogue à celui de l'étude des déplacements domicile-travail. Il s'agissait d'y regrouper tous les déplacements de personnes de l'enquête ménage sorties faire des achats, et de compléter ces informations.

De plus, pour modéliser le choix de la destination, il était indispensable d'évaluer le pouvoir d'attraction de chaque zone par le nombre d'emplois qui s'y trouvaient en 1978.

III.I.3.1- le problème des zones

La première question à régler était de choisir un zonage sur lequel travailler. Nous avons en effet d'emblée été confrontés au problème du découpage de l'agglomération, car il en existe trois bien différents:

- les informations géographiques enregistrées dans l'enquête ménage de 1978 sont codées suivant un zonage propre à l'enquête, qui comporte 63 zones,
- le système TERESE de modélisation des réseaux de transports en commun sur l'agglomération de Grenoble utilise un découpage spécifique en 92 zones,
- Le programme DAVIS qui traite les déplacements en voiture particulière (vp) est basé sur un autre découpage, en 82 zones.

Les zones enquête ne sont pas trop différentes des zones vp. Ces deux types de zones s'appuient sur les grands axes de circulation, alors qu'au contraire les zones TERESE sont découpées autour de ces axes, de manière à être à peu près centrées sur les arrêts de bus. On observe par conséquent un net chevauchement entre les différents zonages.

L'élément de base dans l'agglomération est l'îlot INSEE, qui représente pratiquement un pâté de maisons. Les îlots donnent une image très fine de l'agglomération grenobloise (on en dénombre 1791), mais il existe très peu d'informations à ce niveau.

Nous avions tout d'abord l'idée de travailler sur le zonage de l'enquête (D63), puisque tous les déplacements de l'enquête ménage sont codés ainsi. Pour modéliser les transports en commun, nous avions même écrit un

programme qui à chaque zone enquête fait correspondre une zone TERESE obtenue par tirage au sort entre les différentes zones TERESE qui recouvrent la zone enquête, affectées d'une probabilité proportionnelle au nombre d'emplois qui s'y trouvent.

Nous pensions en particulier pouvoir utiliser la totalité des ménages de l'enquête, puis nous nous sommes aperçus qu'il était indispensable de connaître les domiciles au niveau des îlots, afin d'évaluer de manière précise la distance d'accès au réseau de bus. Il fallait donc remonter aux fiches de l'enquête, et coder manuellement les domiciles en îlots INSEE à partir des adresses. Une partie de ce codage a déjà été faite pour l'étude des déplacements domicile-travail, à savoir pour tous les ménages dont l'une au moins des personnes est allée travailler. Nous avions l'intention de compléter le fichier existant avec les ménages dont aucun des membres ne s'est déplacé pour le travail (ni pour les études), mais de plus amples renseignements pris auprès du C.E.T.E. de Lyon nous ont appris que les adresses précises de ces ménages n'ont pas été stockées. Il est par conséquent impossible de coder leur domicile en îlots, et nous avons été contraints de les laisser de côté.

Mais malgré ces restrictions de données notre échantillon est d'une taille acceptable (711 observations).

N'ayant rien à gagner en utilisant le découpage de l'enquête, il a été finalement décidé, pour des raisons de commodité, de travailler avec le découpage TERESE, comme cela avait été fait pour les déplacements domicile-travail.

Pour clarifier tous ces problèmes de zonages, nous avons été amenés à construire un fichier (nommé "comilot.tve") donnant les localisations de tous les îlots INSEE de l'agglomération grenobloise dans les différents découpages : zones TERESE, zones vp, zones enquête. Certaines de ces correspondances avaient été établies pour le modèle domicile-travail, mais tous les îlots n'apparaissaient pas dans les zones vp, et il manquait les relations entre îlots et zones enquête. Ayant remarqué que les zones enquête suivent un découpage assez proche de celui des zones vp (à une renumérotation près), nous avons pu compléter notre fichier, en suivant les plans de l'agglomération sur lesquels sont figurés les différents découpages.

III.I.3.2- les sources d'information

Les différentes sources d'information auxquelles nous avons fait appel sont les suivantes:

- l'enquête ménage 1978 (sous forme d'une bande magnétique provenant du C.E.T.E. de Lyon),
- les fichiers des domiciles codés en îlots INSEE (codage effectué à la main pour l'étude des déplacements domicile-travail),
- les fichiers donnant la qualité et le coût du parking à l'intérieur de chaque zone TERESE (codage également effectué à la main pour l'étude sur les déplacements domicile-travail),
- divers plans de l'agglomération de Grenoble faisant apparaître les différents découpages, émanant de l'Agence d'Urbanisme de la Région Grenobloise (A.U.R.G.),
- un fichier (malheureusement incomplet) donnant les accès au réseau de transports en commun, qui avait été fabriqué manuellement pour le modèle domicile-travail,
- le programme DAVIS a fourni les temps de transport vp en heures creuses,
- le système TERESE a estimé la durée des déplacements par les transports en commun.

A cette liste s'ajoutent les fichiers des emplois :

- le fichier des établissements publics pour 1978, fourni par l'INSEE de Lyon,
- un fichier des entreprises privées.

III.I.3.3- le fichier "F1"

Ce fichier a été fabriqué à partir de l'enquête ménage, et complété à l'aide de fichiers de données et de programmes utilisés pour le modèle domicile-travail.

Chaque enregistrement de ce fichier F1 représente un déplacement domicile-courses extrait de l'enquête ménage 1978, et contient tout un ensemble d'informations à la fois sur le déplacement lui-même (zone de départ, zone de destination, durée du déplacement, mode de transport utilisé...), sur la persone ayant effectué ce déplacement (sexe, âge, possession du permis de conduire,

catégorie socio-profesionnelle..), et sur le ménage auquel cette personne appartient (lieu du domicile, nombre de personnes du ménage, nombre d'actifs, nombre de voitures et de deux-roues dans le ménage...).

La structure de ce fichier a été adaptée en fonction des variables que nous voulions faire intervenir dans le modèle "courses". Plus précisément, les variables enregistrées dans F1 sont les suivantes :

VARIABLES	SIGNIFICATION
(*caractéristiques du ménage* :)	
échant	numéro de l'échantillon (du ménage),
izr	zone (enquête) du domicile,
nactif	nombre d'actifs dans le ménage,
napc	nombre d'actifs ayant le permis de conduire,
nna	nombre de non actifs,
nnapc	nombre de non actifs ayant le permis de conduire,
nems	nombre d'enfants de moins de 5 ans,
ne511	nombre d'enfants ayant entre 5 et 11 ans,
ne 1217	nombre d'enfants ayant entre 12 et 17 ans,
nvp	nombre de voitures possédées par le ménage,
nbyc	nombre de bicyclettes possédées par le ménage,
n2r	nombre de cyclomoteurs possédés par le ménage,
n2rp	nombre de motocyclettes possédées par le ménage ;
(*caractéristiques de la personne* :)	
person	numéro de la personne,
sexe	sexe,
age	âge,
pmena	position dans le ménage (chef, conjoint,enfant...),
pc	possession du permis de conduire,
csp	catégorie socio-professionnelle,
des	dernier établissement scolaire fréquenté (niveau d'études),
pveil	position la veille de l'interview (travail, congé...),

ezt	zone (enquête) habituelle de travail,
mtht	mode de transport habituel pour se rendre au travail ;

(*caractéristiques du déplacement* :)

ezonor	zone (enquête) de départ,
ezondes	zone (enquête) de destination,
motor	motif à l'origine,
motdes	motif à la destination,
hdep	heure de départ,
harr	heure d'arrivée,
moduti	mode de transport utilisé,
comd	commune de départ,
ilod	îlot de départ,
coma	commune d'arrivée,
iloa	îlot d'arrivée,
mapd	distance de marche à pied au départ (mètres),
mapa	distance de marche à pied à l'arrivée (mètres),
itc	zone TERESE de départ,
jtc	zone TERESE d'arrivée,
ivp	zone vp de départ,
jvp	zone vp d'arrivée,
ienq	zone enquête de départ,
jenq	zone enquête d'arrivée,
mdis	distance par les transports en commun (mètres),
mtemps	temps total de parcours par les tc (secondes),
mcor	nombre de correspondances tc,
mtti	temps d'accès au réseau tc depuis l'origine,
mttj	temps d'accès du réseau tc jusqu'à la destination,
mvpvid	distance en voiture (mètres),
mvp	temps de parcours en voiture (secondes),
qi	qualité du stationnement dans la zone TERESE origine,
qj	qualité du stationnement dans la zone TERESE de destination,
csi	coût du stationnement dans la zone TERESE origine,

csj	coût du stationnement dans la zone TERESE de destination,
intpl	intervalle de temps entre 2 bus sur la 1ère ligne empruntée,
intot	somme des intervalles de temps entre les bus,
attot	temps d'attente total par le bus (secondes).

La constitution de ce fichier s'est avérée relativement longue, car il n'est pas toujours très simple de se procurer des données, même (et peut-être surtout !) si elles sont informatisées. De plus il a fallu, une fois ce fichier obtenu, corriger les erreurs qui s'y étaient inévitablement glissées. Cette étape du travail a été globalement assez coûteuse en temps de calcul sur l'ordinateur, du fait des nombreuses manipulations de la volumineuse enquête ménage sur Multics.

Cette tâche enfin terminée, nous avons jugé utile d'effectuer des tests statistiques sur F1 (à l'aide du programme "SPSS" de la bibliothèque "NAG" disponible sous Multics). Les valeurs des variables enregistrées dans F1 se situent dans les intervalles attendus, il n'y a pas de valeurs aberrantes. Par contre, notre attention a été attirée sur un fait surprenant : contrairement aux indications portées sur le descriptif de l'enquête ménage, il n'est fait aucune distinction entre les deux types de commerces : "commerce traditionnel ou grand magasin", et "supermarché ou hypermarché". Nous avons constaté qu'il en était ainsi pour tous les déplacements pour des achats de l'enquête ménage, y compris pour ceux dont l'origine n'est pas le domicile, et pour les ménages dont le domicile n'est pas codé.

III.I.3.4- détermination des caractéristiques des déplacements "courses"

- *origine* : l'îlot de départ est connu, puisqu'il s'agit du domicile de la personne interrogée.

- *destination* : on connaît la zone enquête de destination. On y tire au hasard un îlot INSEE, ce qui offre la possibilité de se ramener indifféremment à l'un des trois découpages : TERESE, vp, ou enquête.

Le facteur choix de la destination intervient de la manière suivante : on tire au sort quatre îlots parmi tous ceux de l'agglomération. Le modèle de choix du mode et de la destination propose ainsi à chaque individu de l'enquête cinq îlots d'arrivée, dont quatre sont tirés au hasard, et dont le cinquième est pratiquement

celui qui a été choisi dans la réalité. Ces différentes destinations sont stockées dans un fichier "F2" mis en parallèle avec F1.

- *estimation de la durée du trajet* :

. on considère que les temps de transports en bus sont sensiblement les mêmes aux heures creuses qu'aux heures de pointe.

Pour ce qui concerne les temps d'accès au réseau, les distances de marche à pied de l'îlot de départ à l'arrêt de bus le plus proche avaient déjà été codées à la main pour les déplacements domicile-travail, et ce pour la majorité des îlots. Ce codage a été achevé pour les îlots manquants. Comme il en manquait un nombre non négligeable, nous avons approximé la distance en la prenant égale à la moyenne des distances à l'intérieur de la zone TERESE contenant l'îlot considéré.

. les durées des déplacements en voiture aux heures creuses ont été estimées sur la base de vitesses moyennes à l'aide du programme DAVIS par le C.E.T.E. de Lyon.

. pour les modes lents : marche à pied et deux-roues, on a gardé une vitesse moyenne de déplacement constante, qui vaut : 5 km/heure pour les piétons, et 15 km/heure pour les deux-roues. Les distances pour ces modes sont prises dans les sorties de DAVIS (ce sont les mêmes que pour les voitures).

III.I.3.5- les fichiers des emplois

L'A.U.R.G. nous a transmis le nombre total d'emplois dans chaque zone TERESE, mais les secteurs d'activité ne sont pas détaillés. Nous avons donc dû nous procurer une liste de tous les emplois, aussi bien publics que privés, pour 1978. A cet effet, nous avons pris contact avec l'INSEE de Lyon, par l'intermédiaire de l'A.U.R.G., qui a pu nous fournir une copie du fichier sur papier des emplois publics à temps complet de 1978, classés par commune.

Nous nous sommes adressés aux ASSEDIC pour essayer d'obtenir un fichier des emplois privés. Nos démarches n'ont malheureusement pas abouti, les ASSEDIC ne consentant à laisser filtrer que des informations agrégées sur les entreprises, ce qui ne nous était d'aucune utilité. Nous avons donc dû trouver un biais pour nous procurer un fichier équivalent. Il est à noter que ce fichier est incomplet dans la mesure où il ne contient que les entreprises privées employant au moins cinq personnes, en particulier il y manque un certain nombre de professions libérales.

Dans ces deux fichiers, les établissements sont localisés par l'adresse de leur siège. Quelquefois le siège ne se trouve pas dans la région, et il fallait commencer par entreprendre des recherches pour trouver l'adresse précise de l'entreprise sur l'agglomération. Ensuite il était nécessaire de coder toutes ces adresses en zones TERESE. Ce codage a été fait à la main pour toute l'agglomération, sauf pour la ville de Grenoble. Pour cette commune en effet, l'A.U.R.G. a pu mettre à notre disposition un répertoire donnant pour chaque numéro de chaque rue, le numéro de l'îlot INSEE se trouvant à cette adresse. Il nous suffisait donc de coder les adresses des entreprises en îlots, et d'utiliser notre fichier "comilot.tve" pour passer des îlots aux zones TERESE correspondantes. Vu le volume d'adresses à coder, cette tâche fastidieuse a demandé plusieurs mois de travail. Même si le codage était un peu plus rapide dans Grenoble, le nombre d'établissements y est considérablement plus élevé, et il a globalement fallu y consacrer autant de temps que pour les autres communes.

Ensuite, nous devions regrouper les emplois par zone TERESE et par secteur d'activité. Ce qui nous intéressait en l'occurrence était de dénombrer les commerces situés à l'intérieur de chaque zone TERESE.

Sachant qu'il nous manquait les petits établissements (moins de cinq salariés), nous avons convenu d'ajouter au résultat un nombre d'établissements et d'emplois proportionnel à la population résidant dans la zone (0,5 ou 1%). Nous avions donc besoin de connaître les populations par zone TERESE, et l'A.U.R.G. a pu nous donner ces chiffres.

III.I.4- Modèle du choix du mode et de la destination pour les courses

Ce modèle a été établi à partir d'un échantillon de 711 observations, dont 9 ont été éliminées car elles décrivaient des choix non modélisés ici (utilisation d'un mode de transport non disponible : marche à pied sur une trop longue distance, voiture pour un temps de déplacement très long, transports en commun à l'intérieur d'une même zone). L'échantillon définitif est donc composé de 702 enregistrements, répartis de la manière suivante :

mode de transport	alternative disponible	alternative choisie
t c	465	48
conducteur vp	338	129
deux-roues	702	42
marche à pied	669	416
passager vp	702	67
total		702

Nous avons pris pour point de départ la fonction d'utilité obtenue pour le modèle domicile-travail. Les variables et leurs valeurs initiales sont extraites du rapport de Daly *(1984)*, page 45 ("modèle 30").

Ensuite nous avons amélioré le modèle selon la méthode exposée au paragraphe III.I.2.3.

Les divers passages effectués sur Multics n'ayant pas toujours donné des résultats immédiats (suite à des erreurs de programmation), la numérotation des modèles ne correspond pas systématiquement à leur ordre chronologique.

Nous donnons d'abord une description des différents modèles, suivie de tableaux présentant le détail des résultats obtenus, puis d'un commentaire sur le meilleur modèle.

modèle 1 : c'est le modèle initial. Les variables sont les suivantes :

1 ktc constante tc,
2 k2r constante deux-roues,
3 kmap constante marche à pied,
4 tg temps généralisé,
5 coût coût généralisé,
6 postc chef de ménage-tc,
7 nv/npc nombre de voitures par permis de conduire,
8 sexef2r sexe féminin-deux-roues,

9 centre2r domicile dans le centre-deux-roues,
10 ouvr2r ouvrier-deux-roues,
11 15-30ml déplacement de 15 à 30 minutes pour les modes lents,
12 mapo marche à pied à l'origine,
13 kpassvp constante passager vp,
14 v>0-pass passager vp si le ménage possède une voiture,
15 sexefpass sexe féminin-passager vp,
16 grandeur variable de taille, représentant le nombre total d'emplois dans la zone TERESE de destination, contrainte à la valeur 1.

On constate que ce modèle constitue une base de départ tout à fait correcte.

La fonction de vraisemblance passe d'une valeur initiale de : -1163,4 unités, à : -1153,3.

modèle 2 : les variables "centre2r" et "ouvr2r" n'étant pas significatives, on les élimine du modèle.

modèle 3 : le chef de ménage était associé aux transports en commun, et le paramètre associé à la variable "postc" était négatif, comme prévu. On a envie de mettre en évidence son lien avec la voiture, dans la mesure où il semble nettement prioritaire sur les autres membres de la famille pour en disposer. D'où le changement de la variable "postc" en : "posvp".

La fonction de vraisemblance augmente légèrement, et le niveau de signification de la nouvelle variable est plus important que celui de l'ancienne (3,41 contre 1,47).

modèle 4 : Dans l'ensemble, les sorties de VALID pour le modèle 3 expriment des résultats meilleurs que pour le modèle 1. Si on regarde en particulier le tableau donnant la répartition du choix du mode de transport en fonction de la catégorie socio-professionnelle, on voit que le seul écart un peu marqué entre la réalité et les prévisions du modèle correspond aux ouvriers qui sont passagers vp.

La relation entre ouvriers et deux-roues n'était pas évidente (voir la variable "ouvr2r" du modèle initial). Mais peut-être en existe t-il une entre les ouvriers et le mode passager vp.

Nous avons donc introduit la variable "ouv-pvp", et le modèle s'est alors légèrement amélioré.

modèles 5 et 6 : on essaie d'établir un lien entre les personnes actives et la voiture, en se basant sur le modèle 3 pour le modèle 5, et sur le modèle 4 pour le modèle 6.

modèle 7 : on veut résoudre le problème de la distance pour les modes lents. On avait considéré jusqu'à présent que la pénibilité pour ces modes était constante si le trajet durait moins de 15 minutes (et nulle dans ce cas), ou plus de 30 minutes.On essaie ici de fixer le seuil de pénibilité à 7,5 minutes (soit 450 secondes). On conserve les mêmes vitesses moyennes, c'est-à-dire : 5 km/h pour les piétons, et 15 km/h pour les deux-roues, ce qui fixe le seuil de pénibilité à : 625 m pour les piétons, et à 1,875 km pour les deux-roues.

A partir du modèle 4, on transforme donc la variable "15-30ml" en "7,5mnml".

On avait initialement, pour les modes lents :

$$v = \begin{cases} 0 & tg \leq 900 \\ tg - 900 & 900 < tg \leq 1800 \\ 900 & tg > 1800. \end{cases}$$

Ici, on essaie :

$$v = \begin{cases} tg & tg \leq 450 \\ 450 & tg > 450. \end{cases}$$

Cette fonction encourage l'utilisation des deux-roues, mais introduit une pénibilité un peu trop forte pour la marche à pied.

modèle 7-2 : dans le même esprit que pour le modèle 7, on calcule "7,5mnml" ainsi :

$$v = \begin{cases} 0 & tg \leq 450 \\ tg - 450 & tg > 450. \end{cases}$$

L'approche du modèle 7-2 semble meilleure, les déplacements en deux-roues sont favorisés pour les courtes distances, et les déplacements piétons sont mieux représentés.

Ces différentes pénibilités sont représentées dans la figure 3.

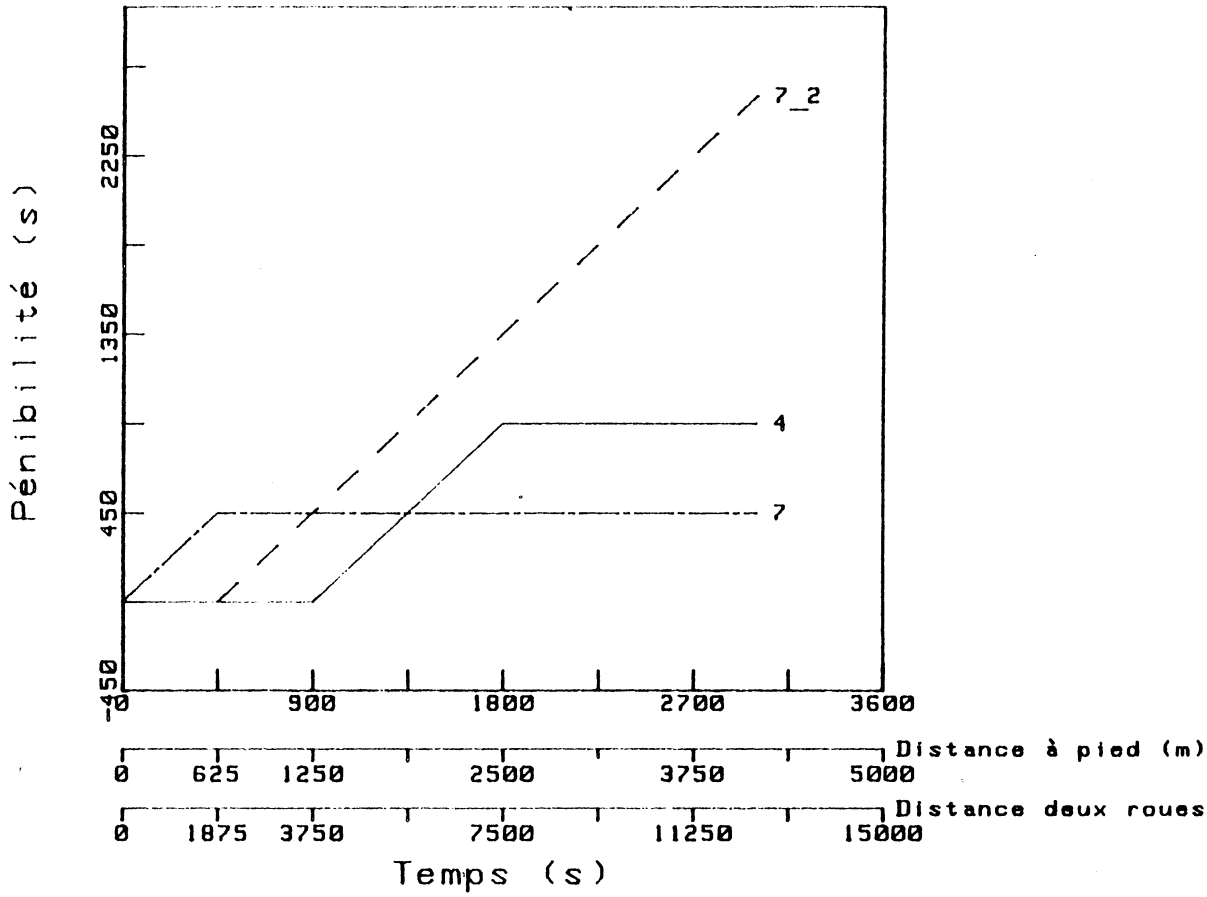


Figure 3 : pénibilité des modes lents pour les modèles 4, 7, et 7-2.

modèle 7-3 : par analogie avec ce qui a été fait à Nantes, on essaie d'affiner le modèle en prenant deux fonctions différentes pour la marche à pied et les deux-roues. Ces fonctions ont été choisies en examinant le tableau de VALID concernant les distances. Nous avons cherché d'une part à favoriser la marche à pied entre 1 et 2 km et le déplacement deux-roues pour moins de 1 km, d'autre part à décourager la marche sur plus de 4 km et les deux-roues au-delà de 1 km. Nous avons pris les pénibilités suivantes :

. pour la marche à pied :

$$v = \begin{cases} 0. & tgmap \leq 450 \\ 1.5 * tgmap - 675. & 450 < tgmap \leq 720 \\ 405. & 720 < tgmap \leq 1530 \\ 1.5 * tgmap - 1890. & tgmap > 1530 \end{cases}$$

. pour les deux-roues :

$$v = \begin{cases} 0.5 * tg2r - 120. & tg2r \leq 240. \\ tg2r - 240. & tg2r > 240. \end{cases}$$

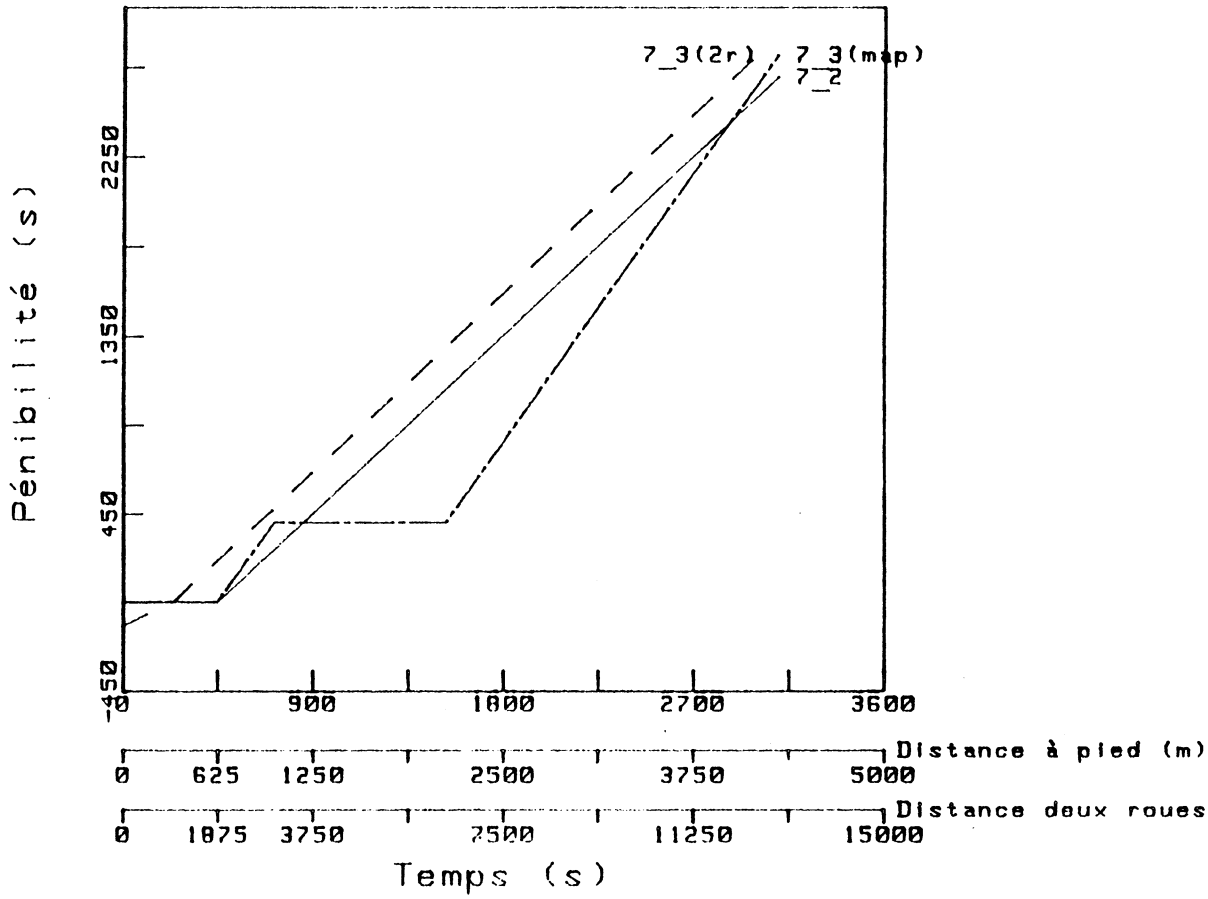


Figure 4 : pénibilité des modes lents pour les modèles 7-2 et 7-3.

La distance est alors mieux représentée, mais ce modèle est globalement moins bon que le modèle 7-2, en particulier la valeur de la fonction de vraisemblance est moins élevée.

modèle 8 : à partir du modèle 4, on change la variable "grandeur", qui représentait le nombre total d'emplois dans la zone TERESE de destination, en : nombre d'emplois dans les commerces dans cette zone. La fonction de vraisemblance accuse alors une très forte augmentation (69,8 unités).

modèle 10 : il s'agit du modèle 7-2, dans lequel on introduit la variable supplémentaire "factive" : femme active pour le mode conducteur vp.

Mais cette modification n'apporte rien.

modèle 11 : dans le modèle 8, on introduit une seconde variable de taille, à côté de la variable "emploicom" (nombre d'emplois dans les commerces) : la variable "commerces", qui désigne le nombre de commerces (c'est-à-dire d'établissements) situés dans la zone TERESE de destination. Cela entraîne une nouvelle amélioration du modèle.

Si l'on se réfère au modèle 4, on constate que la seule introduction de ces deux variables de taille spécifiques fait progresser la fonction de vraisemblance de 96,5 unités, ce qui est considérable.

modèle 12 : dans le modèle 7-2, on essaie de changer le temps généralisé pour les conducteurs vp en fonction de la qualité du stationnement notée q_j, en utilisant la fonction qui avait été prise à Nantes : $v = tg + (4-q_j) * 180$. Mais cela n'avance à rien, pas plus qu'à Nantes...

modèle 13 : à partir du modèle 11, on essaie deux choses :

- on supprime la variable "mapo", qui n'est décidément pas significative (mais la marche à pied à l'origine ne disparaît malgré tout pas complètement, elle intervient toujours par l'intermédiaire de la variable mtti dans l'évaluation de ce qui concerne les transports en commun dans le temps généralisé tg),
- on rejette l'échantillon 1850-05, qui a une probabilité beaucoup trop faible dans tous nos modèles (de l'ordre de 10^{-5} à 10^{-7} suivant les modèles, alors que les probabilités les plus petites pour les autres observations sont de l'ordre de 10^{-3}). Cet échantillon décrit un individu qui a effectué en tant que passager vp un déplacement dont le temps de parcours estimé par DAVIS serait de 8500 secondes... et qui, dans la réalité, a duré 5 minutes.

La fonction de vraisemblance augmente alors de 16 unités.

Nous avons effectué un premier passage de VALID pour étudier la répartition modale des mouvements, puis nous avons refait un second passage avec une version modifiée de VALID de manière à étudier leur répartition géographique : à cet effet, les zones TERESE ont été regroupées en 12 "grandes" zones sur l'agglomération, et c'est dans ce nouveau découpage que

l'on étudie les destinations des déplacements.

Le modèle 13 a ensuite été la base de plusieurs essais, dont les résultats ont servi à la mise au point du modèle final.

modèle 14 : le deuxième passage de VALID pour le modèle 13 ayant mis en évidence certaines erreurs d'estimation du modèle, plus précisément : trop de déplacements vers le centre ville et vers le sud-est de Grenoble, au détriment du centre commercial de "Grand-Place" au sud, nous avons décidé de faire appel à une constante pour Grand-Place : "kgr-pl".

D'autre part, il nous semble que l'on fait moins volontiers de la bicyclette dans un ménage qui comporte de jeunes enfants, d'où l'idée d'utiliser la variable "enf-2r" (s'adressant aux ménages ayant au moins un enfant de moins de 12 ans, pour le mode deux-roues).

La fonction de vraisemblance s'améliore de 46,6 unités, et cela est dû essentiellement à la constante "kgd-pl". L'introduction de cette constante est certainement discutable, mais la valeur du "t-ratio" de ce paramètre (7,37) montre néanmoins son importance. Cela peut s'interpréter par le fait que le centre commercial Grand-Place est perçu comme un pôle un peu privilégié par la population grenobloise, plus attirant que les autres centres commerciaux de l'agglomération.

modèle 15 : on veut évaluer la pénalité de l'attente d'une correspondance tc, afin de changer éventuellement sa valeur dans notre modèle (nous avions jusqu'à présent une pénalité de 390 secondes, correspondant à la durée de l'attente elle-même majorée par une pénalité supplémentaire soulignant le côté désagréable de cette attente). On introduit donc une variable "corresp" dans le modèle 13. Les sorties du modèle 15 attribuent au paramètre attaché à cette variable une valeur de 0,79, pour un temps tc généralisé de 0,00156, ce qui fixe la durée de la pénalité pour une correspondance tc à 506 secondes (soit une augmentation d'environ 30%).

modèle 16 : pour voir si les femmes font beaucoup plus de courses que les hommes, on essaie ici un modèle sans homme. On refait donc un passage du modèle 13 en éliminant les hommes du fichier de données, et en supprimant par

conséquent les variables spécifiques des femmes : "sexef2r", et "sexefpass".

Notre fichier comportait près des deux-tiers de femmes (484 sur 711 personnes), et la fonction de vraisemblance augmente dans les mêmes proportions, en s'améliorant légèrement. Les paramètres ne changent guère dans l'ensemble, sauf pour les variables "coût" et "nv/npc".

modèle 17 : on revient encore une fois au problème de la distance pour les modes lents. On décompose la variable "15-30ml" en quatre variables : "7,5-15map", "7,5-15.2r", "15+.map", "15+.2r", pour voir si le seuil de pénibilité de chaque mode est plus proche de 7,5 ou de 15 minutes.

Il ressort de ce passage que ce seuil est le même pour la marche à pied et pour les deux-roues, et qu'il se situe plutôt à 7,5 minutes (ce qui confirme les résultats du modèle 7-2). En effet les variables "15+.map" et "15+.2r" ne sont pas significatives, par contre "7,5-15map" et "7,5-15.2r" ont de "bonnes" valeurs. On remarque que ces valeurs sont nettement différentes, par conséquent nous conserverons par la suite deux variables distinctes pour la marche à pied et les deux-roues.

modèle 18 : on part du modèle 13, que l'on améliore en tenant compte des résultats des modèles 14 à 17.

- on utilise les variables : "kgd-pl" et "enf-2r" (modèle 14),
- dans le calcul du temps généralisé pour les transports en commun, on modifie la pénalité de l'attente pour les correspondances de 390 en 510 secondes (modèle 15),
- on change la variable "posvp" en "posvp-h", pour montrer la priorité (pour la voiture) donnée au chef de famille qui est un homme (modèle 16),
- on sépare la variable "nv/npc" en "nv/npc-h" et "nv/npc-f" pour souligner la compétition entre hommes et femmes au sein du ménage pour disposer d'une voiture (modèle 16),
- on remplace la variable "15-30ml" par "7,5-15map3 et "7,5-15.2r" (modèle 17).

La fonction de vraisemblance augmente nettement (63,2 unités entre le modèle 18 et le modèle 13).

Les tableaux des résultats sont présentés dans les pages qui suivent.

	modèle 1	modèle 2	modèle 3
	estim.(st.err.)(t.ratio)	estim.(st.err.)(t.ratio)	estim.(st.err.)(t.ratio)
constantes			
ktc	1.31 (.51)	1.31 (.51)	1.36 (.50)
k2r	- .33 (.53)	- .31 (.52)	.02 (.52)
kmap	3.48 (.45)	3.48 (.45)	3.69 (.45)
kpassvp	-2.51 (.72)	-2.50 (.72)	-2.10 (.73)
niveau de service			
tg $\cdot 10^3$	-1.38 (.14) (-9.74)	-1.38 (.14) (-9.74)	-1.38 (.14) (-9.71)
coût $\cdot 10^3$	-2.00 (.56) (-3.59)	-2.00 (.56) (-3.60)	-1.96 (.55) (-3.55)
15-30ml $\cdot 10^3$	-2.76 (.40) (-6.86)	-2.76 (.40) (-6.87)	-2.81 (.40) (-6.99)
mapo $\cdot 10^3$	.79 (.75) (1.06)	.79 (.75) (1.06)	.85 (.74) (1.16)
socio-économiques			
postc	- .65 (.44) (-1.47)	- .65 (.44) (-1.46)	
posvp			.93 (.27) (3.41)
nv/npc	1.79 (.52) (3.43)	1.80 (.52) (3.44)	1.54 (.53) (2.93)
sexef2r	- .39 (.36) (-1.07)	- .41 (.34) (-1.19)	- .60 (.35) (-1.72)
centre2r	- .33 (.76) (- .44)		
ouvr2r	.18 (.53) (.33)		
v>0-pass	1.13 (.51) (2.22)	1.13 (.51) (2.22)	1.08 (.51) (2.12)
sexefpass	.72 (.35) (2.06)	.72 (.35) (2.06)	.47 (.36) (1.30)
emploi			
grandeur	1.	1.	1.
nb. de variables	16	14	14
nb. d'observations	702	702	702
vraisemblance	- 1153.33	- 1153.48	- 1148.86

	modèle 4	modèle 5	modèle 6
	estim.(st.err.)(t.ratio)	estim.(st.err.)(t.ratio)	estim.(st.err.)(t.ratio)
constantes			
ktc	1.31 (.51)	1.63 (.52)	1.55 (.52)
k2r	- .04 (.53)	.27 (.54)	.18 (.54)
kmap	3.65 (.45)	3.95 (.47)	3.88 (.47)
kpassvp	-2.47 (.75)	-2.31 (.74)	-2.61 (.76)
niveau de service			
tg $*10^3$	-1.38 (.14) (-9.71)	-1.39 (.14) (-9.75)	-1.39 (.14) (-9.75)
coût $*10^3$	-1.95 (.55) (-3.56)	-1.93 (.55) (-3.52)	-1.93 (.55) (-3.53)
15-30ml $*10^3$	-2.82 (.40) (-7.02)	-2.81 (.40) (-6.97)	-2.82 (.40) (-6.99)
mapo $*10^3$	.82 (.74) (1.10)	.77 (.75) (1.02)	.75 (.76) (.99)
socio-économiques			
posvp	.96 (.27) (3.51)	.74 (.29) (2.60)	.79 (.29) (2.75)
actifvp		.56 (.25) (2.26)	.49 (.25) (1.95)
nv/npc	1.48 (.53) (2.82)	1.47 (.53) (2.79)	1.42 (.53) (2.70)
sexef2r	- .60 (.35) (-1.71)	- .61 (.35) (-1.75)	- .61 (.35) (-1.74)
ouv-pvp	1.13 (.46) (2.45)		.97 (.47) (2.09)
v>0-pass	1.12 (.51) (2.21)	1.13 (.51) (2.20)	1.17 (.51) (2.28)
sexefpass	.69 (.38) (1.82)	.61 (.37) (1.68)	.78 (.38) (2.07)
emploi			
grandeur	1.	1.	1.
nb. de variables	15	15	16
nb. d'observations	702	702	702
vraisemblance	- 1146.23	- 1146.27	- 1144.31

	modèle 7	modèle 7-2	modèle 7-3
	estim.(st.err.)(t.ratio)	estim.(st.err.)(t.ratio)	estim.(st.err.)(t.ratio)
constantes			
ktc	1.62 (.49)	.78 (.53)	1.16 (.51)
k2r	.75 (.55)	.19 (.53)	.41 (.53)
kmap	4.07 (.48)	3.89 (.46)	3.73 (.46)
kpassvp	-2.53 (.76)	-2.58 (.76)	-2.62 (.77)
niveau de service			
tg $\cdot 10^3$	-1.83 (.11) (-16.01)	-1.04 (.15) (-6.78)	-1.35 (.14) (-9.45)
coût $\cdot 10^3$	-1.97 (.55) (-3.59)	-2.05 (.56) (-3.65)	-2.01 (.56) (-3.62)
7,5mnml $\cdot 10^3$	-2.92 (.53) (-5.49)	-1.99 (.24) (-8.27)	
pen-ml $\cdot 10^3$			-2.10 (.31) (-6.76)
mapo $\cdot 10^3$	1.31 (.73) (1.80)	.59 (.75) (.79)	.75 (.75) (.99)
socio-économiques			
posvp	.97 (.28) (3.51)	.97 (.28) (3.52)	.95 (.28) (3.46)
nv/npc	1.36 (.53) (2.56)	1.44 (.53) (2.71)	1.40 (.53) (2.65)
sexef2r	- .59 (.34) (-1.74)	- .59 (.35) (-1.72)	- .58 (.34) (-1.74)
ouv-pvp	1.10 (.46) (2.38)	1.16 (.47) (2.49)	1.19 (.47) (2.53)
v>0-pass	1.11 (.51) (2.18)	1.17 (.51) (2.29)	1.13 (.52) (2.18)
sexefpass	.66 (.38) (1.76)	.68 (.38) (1.81)	.72 (.38) (1.86)
emploi			
grandeur	1.	1.	1.
nb. de variables	15	15	15
nb. d'observations	702	702	702
vraisemblance	- 1156.99	- 1137.50	- 1144.46

	modèle 8	modèle 10	modèle 11
	estim.(st.err.)(t.ratio)	estim.(st.err.)(t.ratio)	estim.(st.err.)(t.ratio)
constantes			
ktc	1.29 (.51)	.75 (.54)	1.25 (.50)
k2r	- .23 (.53)	.16 (.54)	- .14 (.52)
kmap	3.69 (.46)	3.86 (.47)	3.60 (.45)
kpassvp	-2.69 (.77)	-2.61 (.76)	-2.55 (.76)
niveau de service			
tg $*10^3$	-1.58 (.16) (-10.18)	-1.04 (.15) (-6.78)	-1.44 (.15) (-9.79)
coût $*10^3$	-2.64 (.54) (-4.91)	-2.05 (.56) (-3.66)	-2.15 (.54) (-4.02)
15-30ml $*10^3$	-2.79 (.42) (-6.68)		-2.74 (.41) (-6.74)
7,5mnml $*10^3$		-1.99 (.24) (-8.27)	
mapo $*10^3$	.99 (.76) (1.31)	.59 (.75) (.79)	.96 (.75) (1.28)
socio-économiques			
posvp	1.04 (.28) (3.72)	.94 (.30) (3.13)	.94 (.27) (3.43)
factive		- .10 (.31) (- .34)	
nv/npc	1.56 (.54) (2.91)	1.46 (.53) (2.73)	1.56 (.53) (2.95)
sexef2r	- .55 (.35) (-1.58)	- .60 (.35) (-1.74)	- .55 (.35) (-1.58)
ouv-pvp	1.27 (.47) (2.71)	1.16 (.47) (2.48)	1.18 (.46) (2.54)
v>0-pass	1.17 (.52) (2.27)	1.17 (.51) (2.29)	1.17 (.51) (2.29)
sexefpass	.70 (.39) (1.78)	.68 (.38) (1.78)	.71 (.39) (1.84)
emploi			
grandeur	1.	1.	
emploicom			-1.19 (.26) (-4.66)
commerces			1.
nb. de variables	15	16	16
nb. d'observations	702	702	702
vraisemblance	- 1076.41	- 1137.44	- 1049.77

	modèle 12	modèle 13	modèle 14
	estim.(st.err.)(t.ratio)	estim.(st.err.)(t.ratio)	estim.(st.err.)(t.ratio)
constantes			
ktc	.32 (.50)	1.70 (.50)	1.75 (.50)
k2r	- .24 (.53)	- .12 (.53)	.31 (.54)
kmap	3.46 (.47)	3.66 (.46)	3.66 (.46)
kpassvp	-3.03 (.79)	-2.55 (.77)	-2.61 (.79)
kgd-pl			3.09 (.42) (7.37)
niveau de service			
tg $*10^3$	-1.01 (.15) (-6.96)	-1.59 (.15) (-10.61)	-1.68 (.16) (-10.86)
coût $*10^3$	-2.30 (.54) (-4.27)	-2.17 (.53) (-4.06)	-1.65 (.55) (-2.98)
15-30ml $*10^3$		-2.49 (.40) (-6.18)	-2.24 (.41) (-5.51)
7,5mnml $*10^3$	-2.03 (.23) (-8.67)		
mapo $*10^3$	.56 (.75) (.75)		
socio-économiques			
posvp	.96 (.28) (3.49)	.95 (.28) (3.44)	.96 (.28) (3.45)
nv/npc	1.42 (.53) (2.68)	1.61 (.53) (3.02)	1.50 (.54) (2.80)
sexef2r	- .59 (.35) (-1.72)	- .53 (.35) (-1.51)	- .53 (.35) (-1.50)
ouv-pvp	1.17 (.47) (2.52)	1.20 (.47) (2.56)	1.25 (.47) (2.63)
v>0-pass	1.17 (.51) (2.29)	1.17 (.52) (2.26)	1.23 (.52) (2.34)
sexefpass	.69 (.38) (1.84)	.72 (.39) (1.83)	.78 (.40) (1.92)
enf-2r			-1.14 (.39) (-2.96)
emploi			
grandeur emploicom	1.	-1.16 (.26) (-4.49)	-2.84 (.52) (-5.51)
commerces		1.	1.
nb. de variables	15	15	17
nb. d'observations	702	701	701
vraisemblance	- 1136.60	- 1033.46	- 986.87

	modèle 15	modèle 16	modèle 17
	estim.(st.err.)(t.ratio)	estim.(st.err.)(t.ratio)	estim.(st.err.)(t.ratio)
constantes			
ktc	1.88 (.69)	1.84 (.64)	1.10 (.53)
k2r	- .12 (.63)	- .42 (.62)	.59 (.54)
kmap	3.66 (.46)	3.90 (.60)	3.97 (.47)
kpassvp	-2.54 (.77)	-1.70 (.83)	-2.75 (.78)
niveau de service			
tg $*10^3$	-1.56 (.17) (-9.41)	-1.40 (.17) (-8.04)	-1.22 (.16) (-7.41)
coût $*10^3$	-2.17 (.53) (-4.06)	-3.16 (.91) (-3.48)	-2.28 (.55) (-4.17)
15-30ml $*10^3$	-2.54 (.43) (-5.98)	-2.96 (.49) (-6.07)	
7,5-15map $*10^3$			-2.30 (.57) (-4.01)
7,5-15.2r $*10^3$			-5.84 (1.46)(-4.00)
15+.map $*10^3$			.72 (.69) (1.04)
15+.2r $*10^3$			1.81 (4.64) (.39)
socio-économiques			
posvp	.95 (.28) (3.44)	.43 (.60) (.71)	.98 (.28) (3.50)
nv/npc	1.61 (.53) (3.02)	2.15 (.71) (3.02)	1.56 (.54) (2.88)
sexef2r	- .53 (.35) (-1.51)		- .52 (.34) (-1.53)
ouv-pvp	1.20 (.47) (2.56)	1.81 (.60) (3.02)	1.28 (.48) (2.67)
v>0-pass	1.16 (.52) (2.25)	1.22 (.59) (2.08)	1.24 (.52) (2.37)
sexefpass	.72 (.39) (1.83)		.75 (.40) (1.88)
corresp	- .79 (.47) (-1.69)		
emploi			
emploicom	-1.17 (.26) (-4.51)	-1.26 (.32) (-3.91)	-1.09 (.26) (-4.15)
commerces	1.	1.	1.
nb. de variables	16	13	18
nb. d'observations	701	476	701
vraisemblance	- 1033.39	- 676.52	- 1015.47

	modèle 18
	estim.(st.err.)(t.ratio)
constantes	
ktc	1.61 (.59)
k2r	1.17 (.61)
kmap	4.10 (.55)
kpassvp	-2.53 (.84)
kgd-pl	3.10 (.42) (7.35)
niveau de service	
tg $\cdot 10^3$	-1.32 (.16) (-8.02)
coût $\cdot 10^3$	-1.76 (.57) (-3.09)
7,5-15map $\cdot 10^3$	-1.65 (.25) (-6.70)
7,5-15.2r $\cdot 10^3$	-5.42 (1.21) (-4.49)
socio-économiques	
posvp-h	1.34 (.66) (2.04)
nv/npc-h	1.36 (.69) (1.96)
nv/npc-f	1.79 (.65) (2.74)
sexef2r	- .52 (.34) (-1.52)
ouv-pvp	1.28 (.48) (2.65)
v>0-pass	1.26 (.53) (2.38)
sexefpass	.77 (.41) (1.87)
enf-2r	-1.03 (.38) (-2.71)
emploi	
emploicom	-2.80 (.51) (-5.50)
commerces	1.
nb. de variables	19
nb. d'observations	701
vraisemblance	- 970.27
ρ_0^2	.54

le meilleur modèle

Le meilleur modèle parmi tous ceux qui ont été présentés ici est le modèle 18.

Il serait certainement possible d'obtenir encore de légères améliorations, par exemple en intervenant au niveau des vitesses des modes lents que l'on avait prises constantes et égales à 5 et 15 km/heure. Mais le gain serait sans doute peu important. En outre notre budget de calcul sur Multics était limité. Nous nous en sommes donc tenus à ce modèle, dont les résultats répondent de manière satisfaisante à ce qui était attendu.

Les principales différences que l'on peut observer entre le modèle initial tiré de l'étude des déplacements domicile-travail et notre modèle final sont les suivantes :

- les variables socio-économiques ont été réorganisées,
- les variables liées au niveau de service ont été légèrement modifiées, en particulier la pénibilité pour les modes lents a été corrigée, ainsi que la pénalité d'attente pour une correspondance de transports en commun, et la variable "marche à pied à l'origine" a disparu,
- on voit apparaître une nouvelle constante : "kgd-pl",
- les variables de taille ont été adaptées de manière à mieux représenter la spécificité des courses.

Entre le modèle 1 et le modèle 18, la fonction de vraisemblance a augmenté de : 183,0 unités. (Une partie de cette augmentation, environ 16 unités, s'explique par l'élimination d'une observation du fichier.)

Le facteur essentiel de cette amélioration réside dans le changement des variables de taille (qui fait progresser la fonction de vraisemblance de 96,5 unités). Un autre élément important est l'introduction de la constante "kgd-pl" (qui est la principale cause d'une augmentation de 46,6 unités). Le reste de l'amélioration semble dû principalement à la redéfinition de la pénibilité des modes lents.

Il aurait été intéressant d'effectuer un passage supplémentaire du modèle afin de calculer des élasticités, mais notre budget ne nous l'a pas permis.

Si on calcule la valeur du temps induite par ce modèle, on trouve 27,00 F/heure (pour 1978). Cela paraît un peu élevé. En effet, celle du modèle sur les actifs était de 10,42 F/heure (pour 1978 également), et on attendrait une valeur du temps légèrement moins élevée pour les courses que pour le travail, ce qui est loin d'être le cas. Même si celle du travail était jugée trop faible par rapport aux revenus de 1978, la valeur de 27,00 F/heure pour les achats semble malgré tout un peu forte.

Mais si on se penche sur les autres modèles estimés dans cette étude, on trouve toujours le même ordre de grandeur : par exemple le modèle 1 donne : 24,96 F/heure, et le modèle 13 : 26,38 F/heure. Seul le modèle 16 induit une valeur nettement moins élevée : 15,95 F/heure. Mais il s'agit du cas particulier du modèle sans homme, et sans doute le temps des femmes est-il moins précieux que celui des hommes, dans la mesure où un grand nombre d'entre elles sont inactives... La valeur de 27,00 F/heure extraite du modèle 18 n'est donc pas liée uniquement à la structure de ce modèle, mais met à jour une certaine réalité reflétée par les données.

De toute manière, il est universellement reconnu que la valeur du temps est un élément difficile à apprécier. Comme le soulignent Langdon et Mitchell *(1977)*, "la valeur du temps dérivée des calibrations de modèles est le reflet d'un ensemble complexe de facteurs, et il n'est donc pas surprenant que des valeurs déduites d'observations simplifiées varient considérablement".

Il n'a malheureusement pas été possible de valider notre modèle en faisant un passage avec d'autres données sur l'agglomération : cela aurait été envisageable en se basant soit sur les données de 1973, date de l'enquête ménage précédant celle de 1978, soit sur celles de 1983, année où a eu lieu la dernière enquête.

Mais plusieurs raisons nous en ont empêchés : les fichiers des emplois sont détruits périodiquement, et ceux de 1973 n'existent déjà plus, mais surtout entre 1973 et 1978 s'est produit un grand changement sur l'agglomération : l'implantation du centre commercial de Grand-Place, dont l'impact est loin d'être négligeable, car il a profondément modifié le comportement des Grenoblois, et cet élément est fondamental pour les déplacements que nous avons étudiés ici, puisqu'ils concernent précisément les achats.

Il serait donc plus significatif de chercher à faire une validation en projetant le modèle sur le futur, sur 1983 en l'occurrence. Mais d'une part se pose là encore le problème du codage des emplois, d'autre part l'exploitation de cette enquête ménage n'est pas encore terminée.

III.I.5- Modèle de génération des courses

Il s'agit cette fois d'établir un modèle de fréquence des sorties domicile-courses effectuées par un individu selon certaines caractéristiques que l'on cherche à déterminer.

III.I.5.1- méthodologie

Dans un cadre général, le choix de "sortir" ou "ne pas sortir" devrait intervenir au même niveau que le choix du mode et de la destination. Mais la mise en place d'un modèle unique pour représenter simultanément ces trois choix (mode - destination - fréquence des déplacements) entraînerait une augmentation considérable du nombre d'alternatives. Cela poserait des problèmes pratiques, sans compter que les temps et les coûts de calcul deviendraient prohibitifs. Nous avons donc utilisé une séquence de modèles logit "hiérarchiques" (ou "séquentiels"), selon la méthode exposée dans le rapport sur l'étude *"Zuidvleugel" (Cambridge Systematics Europe bv, 1981).*

Après avoir mis au point un modèle de choix simultané du mode et de la destination pour les déplacements dûs à des achats, on établit un modèle de génération de ces déplacements.

Ce modèle de génération dépend étroitement du précédent dans la mesure où il utilise directement ses résultats sous la forme des utilités que l'on y a évaluées. En effet, Ben-Akiva et Lerman *(1977)* ont montré que dans un modèle désagrégé de type logit, l'utilité d'un ensemble d'alternatives, c'est-à-dire son attractivité, peut se mesurer pour chaque individu par une fonction des utilités de ces alternatives, que nous noterons ici "logsum", définie de la manière suivante :

$$\text{logsum}(k) = \log \left(\sum_{i \in A(k)} \exp U_i \right),$$

où $A(k)$ est l'ensemble des alternatives disponibles pour la personne k,

et U_i désigne l'utilité de l'alternative i.

Ce logsum traduit en particulier l'**accessibilité** des différentes zones de destination possibles dans l'agglomération. Il intervient en tant que variable dans le modèle de génération, les autres variables du modèle étant des caractéristiques socio-économiques de l'individu ou du ménage dont il fait partie.

On exprime le modèle de génération par un modèle logit à deux alternatives, qui sont ainsi dans le cas présent : ne pas faire d'achats, ou bien sortir au moins une fois pour en faire. Il y a en effet dans notre enquête trop peu de déplacements multiples pour une même personne pour qu'il soit justifié de prendre en compte l'alternative de sortir plus d'une fois. On peut donc reprendre ici la procédure utilisée pour le choix du mode et de la destination.

III.I.5.2- fichiers de départ

Il était nécessaire de redescendre au niveau de l'enquête ménage, afin d'y reprendre toutes les personnes dont le domicile est codé en îlots INSEE, y compris celles qui ne sont pas sorties de chez elles. Ces échantillons ont été regroupés dans un fichier "FF1" analogue au fichier F1 précédent, mais qui, lui, est basé sur les personnes, alors que F1 concernait plutôt les déplacements. On a donné à FF1 une structure assez voisine de celle de F1, à ceci près que l'on a remplacé dans chaque enregistrement les caractéristiques des déplacements par une variable "nbcou" mémorisant le nombre de déplacements domicile-courses effectués par la personne concernée (on a bien entendu conservé l'îlot de départ, qui définit le domicile de la personne) .

Le choix de la destination est représenté dans un fichier "FF2" analogue à F2, offrant cette fois huit destinations différentes, donc au plus 40 alternatives, à chaque personne. Ces destinations sont indépendantes du choix réel (s'il y en a eu un), puisqu'il n'est pas enregistré dans FF1.

III.I.5.3- fichiers de données utilisés

Après avoir constaté et rectifié certaines erreurs dans le calcul des logsum, nous avons fabriqué un fichier "FFF1", qui n'est autre que FF1 complété avec les logsum.

Pour des raisons d'économie, il a été décidé de mettre au point le modèle de génération tout d'abord en utilisant un fichier échantillon extrait de FFF1, et de ne faire appel à FFF1 que lorsque le modèle aurait été établi.

A l'origine, FFF1 comporte 2597 observations, dont 633 représentent des individus qui ont fait des achats. Nous en avons extrait un fichier échantillon "fech" comprenant environ autant de personnes ayant fait des courses (633) que n'en ayant pas fait (654 sur 1964, c'est-à-dire une sur trois), soit un total de 1287 enregistrements.

Nous avons appliqué quelques tests statistiques sur FFF1 et sur fech, à l'aide du programme "spss", et n'avons rien obtenu que de tout à fait normal.

III.I.5.4- calibrage du modèle de génération

N'ayant pas cette fois la possibilité de prendre pour point de départ un modèle de génération des déplacements domicile-travail sur Grenoble, puisqu'un tel modèle n'existe pas, nous sommes partis d'un modèle hollandais. Cela donnait également une occasion unique d'étudier un transfert sur un pays différent, car il semble que ce soit le premier transfert international utilisant la méthode d'échelle. Les résultats sont très intéressants pour cette raison, mais aussi par leur qualité intrinsèque.

Nous nous sommes donc basés sur un modèle hollandais extrait du rapport sur *Zuidvleugel (Cambridge Systematics Europe bv, 1981)*. Nous avons repris le modèle de génération des courses à deux alternatives, noté "0/1+" : ne pas faire d'achats, ou sortir au moins une fois pour en faire (voir le tome 2 du rapport cité, page A.47, table A7.5).

Nous avons repris les mêmes variables, excepté la variable concernant la densité de population dans la zone du domicile : en effet, le modèle hollandais porte sur une région tout entière, pas uniquement sur un ensemble urbain. Dans le cas de l'agglomération de Grenoble, ce facteur densité ne paraît pas nécessaire.

Les variables sont les suivantes :

1	k-depl	constante déplacement, valant 1. si la personne s'est déplacée,
2	logsmd	logsum,
3	nactif	personne non active,
4	âge≤17	personne âgée de moins de 17 ans,
5	âge>64	personne âgée de plus de 64 ans,
6	nbadult	nombre d'adultes dans le ménage,

7 sexef personne du sexe féminin,
8 et-prim niveau d'études primaire.

Estimation directe du modèle

Comme nous l'avons vu, le modèle de génération des courses a été mis au point d'abord à l'aide du fichier échantillon fech, puis le meilleur modèle a été appliqué au fichier FFF1 tout entier.

Les détails des résultats sont présentés page 102.

modèle de génération initial : comme on l'a vu, il est inspiré du modèle hollandais, et reprend les variables décrites précédemment.

Les valeurs initiales des variables sont celles du modèle hollandais, à l'exception de la constante déplacement, qui a été corrigée par : log 3, du fait de la structure de fech (il contient une personne sur 3 parmi celles qui n'ont pas effectué d'achats).

Nous avons décelé une anomalie dans le calcul du nombre d'adultes du ménage, due à une erreur de codage dans les fichiers de données. En effet, constatant que le nombre d'adultes était quelquefois négatif, ce qui paraît bien sûr aberrant, nous avons remarqué que le nombre d'actifs et surtout le nombre de non actifs dans les ménages sont codés sur un seul chiffre : ceci pose un problème pour les familles nombreuses dans lesquelles le nombre d'enfants dépasse 9, et ce cas, sans être courant, n'est cependant pas totalement exclu.

Nous avons donc dû éliminer de l'échantillon les personnes provenant de tels ménages. Le programme PREPARE nous a indiqué que le fichier fech n'en comportait que 8, ainsi cette réduction de l'échantillon (de 1287 observations à 1279) ne porte pas trop à conséquence.

La fonction de vraisemblance vaut ici : 816,9 unités (avec une valeur initiale de : 905,1 unités). Cette amélioration est significative à plus de 99,9%.

modèle de génération 2 : on constate que les variables "âge>64" et "et-prim" ne sont pas significatives, on les supprime donc du modèle.

Par contre, il semble intéressant de mieux cerner une certaine catégorie de la population : les femmes au foyer, d'où l'introduction de la variable "femfoy".

Cela se confirme, la fonction de vraisemblance augmente.

modèle de génération 3 : on supprime la variable "nbadult" du modèle 2. On ne rencontre alors plus le problème mentionné ci-dessus pour les familles nombreuses, et on peut conserver toutes les observations du fichier fech.

La fonction de vraisemblance diminue légèrement dans l'absolu (4,2 unités), mais le modèle 3 s'avère tout de même meilleur, compte tenu de l'augmentation du nombre d'observations (ce qui entraîne une diminution d'environ : 8 log 2= 5,5 unités).

modèle de génération 4 : on essaie de souligner le fait que les jeunes enfants ne font pas de courses en changeant dans le modèle 3 la variable "âge≤17" en "âge≤13". Mais cette transformation a plutôt tendance à détériorer le modèle.

le modèle de génération final : le meilleur modèle est le modèle 3. C'est donc celui que nous avons gardé, et nous avons refait un passage de ce modèle avec le fichier FFF1 complet (en rectifiant la valeur initiale de la constante déplacement avec log3).

Les résultats de ce passage prouvent amplement que le choix du fichier échantillon n'avait pas introduit de biais, et que la correction de la constante par : log 3 était une bonne approximation.

	modèle hollandais		modèle initial			modèle 2		
	estim.	(t.ratio)	estim.	(st.err.)	(t.ratio)	estim.	(st.err.)	(t.ratio)
k-depl	-2.12	(- 7.41)	- .74	(.45)		- .64	(.45)	
logsmd	.00522	(.298)	.077	(.049)	(1.59)	.075	(.049)	(1.54)
nactif	1.56	(11.7)	.89	(.15)	(5.77)	.34	(.19)	(1.78)
âge≤17	-1.85	(-12.1)	-1.51	(.19)	(-8.13)	- .99	(.21)	(-4.65)
âge>64	- .395	(-2.95)	.18	(.39)	(.45)			
densité	- .448	(-2.72)						
femfoy						1.19	(.25)	(4.68)
nbadult	- .165	(-2.09)	- .11	(.08)	(-1.40)	- .09	(.08)	(-1.16)
sexef	.750	(6.60)	.50	(.13)	(3.86)	.34	(.13)	(2.61)
et-prim	- .461	(-4.27)	.21	(.17)	(1.26)			
nb. de var.	9		8			7		
nb. d'obs.	3817		1279			1279		
vraisemblance	- 1525.13		- 816.88			- 806.53		
$\rho_{o_2}^2$	.424		.079					
ρ_c^2	.148		.079					

---

	modèle3			modèle 4			modèle 3 (sur FFF1)		
	estim.	(st.err.)	(t.ratio)	estim.	(st.err.)	(t.ratio)	estim.	(st.err.)	(t.ratio)
k-depl	- .91	(.39)		-1.08	(.39)		-1.86	(.33)	
logsmd	.08	(.05)	(1.67)	.10	(.05)	(2.14)	.05	(.04)	(1.30)
nactif	.31	(.19)	(1.66)	.05	(.16)	(.30)	.20	(.15)	(1.34)
âge≤17	- .95	(.21)	(-4.55)				- .85	(.17)	(-4.86)
âge≤13				- .73	(.20)	(-3.69)			
femfoy	1.21	(.25)	(4.75)	1.49	(.23)	(6.39)	1.16	(.18)	(6.29)
sexef	.36	(.13)	(2.79)	.37	(.13)	(2.85)	.51	(.11)	(4.73)
nb. de var.	6			6			6		
nb. d'obs.	1287			1287			2597		
vraisemblance	- 810.76			- 814.33			- 1319.67		
$\rho_{o_2}^2$	.091						.267		
ρ_c^2	.091						.085		

Sur ces tableaux, on peut comparer le modèle hollandais et notre modèle final, c'est-à-dire le modèle 3 sur FFF1. On peut voir en particulier que les différences entre les paramètres associés aux variables "nactif" et "sexef" compensent l'introduction de la variable "femfoy". Les personnes qui font des achats en France semblent être plutôt les femmes au foyer, et ce phénomène paraît plus marqué qu'aux Pays-Bas. Mais cette différence est sans doute plus apparente que réelle.

On peut considérer la qualité de ce modèle comme tout à fait acceptable, car la décision d'un déplacement est toujours très difficile à prévoir.

Il serait intéressant de tester l'effet de modifications dans le niveau de service du réseau (par exemple : rendre les transports en commun gratuits) : on peut s'attendre à observer peu de changements dans le modèle de génération, alors que le choix du mode et de la destination se modifierait sans doute nettement.

Transfert par la méthode d'échelle

Cette méthode consiste à estimer un modèle comportant seulement deux paramètres, qui correspondent à une constante et à un facteur d'échelle (ou utilité) u_{1+} calculé à partir du modèle de départ, ici le modèle hollandais, de la manière suivante :

$$u_{1+} = \sum_{i=1,n} \beta_i X_i \ ,$$

où : X_i, $i = 1, n$: variables du modèle de départ,
et : β_i, $i = 1, n$: valeurs estimées des paramètres dans le modèle de départ.

Les résultats sont les suivants :

	méthode d'échelle
	estim. (st.err.)(t.ratio)
k-depl	- .250(.060)
facteur d'échelle	.660 (.068) (9.762)
nb. de variables	2
nb. d'observations	1279
vraisemblance	- 833.90
ρ_o^2	.059
ρ_c^2	.059

L'estimation du paramètre d'échelle et de la constante à partir du fichier "fech" améliore la fonction de vraisemblance de 905,1 à 833,9 unités, ce qui est tout à fait remarquable. Le paramètre d'échelle est estimé à .660 (avec une erreur standard de .068), il est donc différent de 1 de manière significative.

La valeur de la fonction de vraisemblance est donc légèrement moins bonne que celle de la méthode directe (833,9 unités contre 816,9 pour le modèle initial), mais cet écart de 17,0 unités pour une estimation de 6 paramètres supplémentaires est tout de même assez faible, et l'on peut dire que l'estimation du facteur d'échelle produit l'essentiel de l'amélioration.

La validation du modèle fait apparaître un certain nombre d'erreurs, en particulier au niveau de la catégorie socio-professionnelle.

III.I.6- Conclusion - Perspectives

Cette étude nous a permis d'obtenir d'une part un modèle du choix du mode et de la destination, d'autre part un modèle de génération des déplacements domicile-courses tout à fait satisfaisants.

Ces résultats laissent à penser qu'il sera intéressant d'élargir ce modèle pour mettre au point un modèle global regroupant tous les déplacements individuels non professionnels (et non scolaires) : déplacements motivés non

seulement par les achats, mais également par les loisirs (sport, détente, réunion, restauration), par les visites (parents ou amis), aussi bien que par les affaires personnelles ou par toute autre raison. Il serait possible aussi de construire un modèle pour chaque type de déplacements, mais cela semble moins justifié, car moins transportable sur d'autres villes, et inutilement coûteux.

Dans la même optique, il sera intéressant de compléter ce travail par les modèles de génération des déplacements couvrant ces différents motifs, en distinguant quatre types de motifs :

- les courses,
- les loisirs,
- les visites,
- enfin les affaires personnelles ou les autres motifs.

Cela fait l'objet du chapitre III.

CHAPITRE III : SECTION II :

DEPLACEMENTS DOMICILE-"AUTRES MOTIFS" QUE LE TRAVAIL OU LES ETUDES

Cette partie du travail constitue un prolongement de l'étude des déplacements domicile-courses sur l'agglomération grenobloise qui vient d'être décrite. Cette fois, au lieu de nous limiter aux seuls achats, nous avons établi un modèle de choix du mode et de la destination unique pour tous les déplacements non professionnels et non scolaires, que nous avons regroupés sous l'étiquette "autres motifs". Cela n'avait encore jamais été réalisé, et nous avons rencontré quelques problèmes lors de l'estimation du modèle, mais le modèle final est tout de même acceptable.

Une fois ceci achevé, nous avons mis au point des modèles de génération de tous ces déplacements, en distinguant quatre principaux types de motifs : courses, loisirs, visites, et divers.

La méthodologie utilisée dans cette partie est la même que celle qui a été décrite dans la première partie.

III.II.1- les données

Un préalable à l'établissement de ce modèle était une refonte des données. La collecte des données proprement dite avait déjà été effectuée pour le modèle courses, et n'avait par conséquent pas lieu d'être élargie. Par contre, il était nécessaire de redescendre au niveau de l'enquête ménage de 1978, afin d'en extraire les déplacements correspondant à ce que nous nommerons ici les "autres motifs" que le travail ou les études : non seulement les courses, mais également les loisirs (détente, réunion, restauration...), les visites (chez des parents ou des amis), et les motifs dits "divers" comme par exemple les affaires personnelles.

La constitution des fichiers de données a demandé un temps relativement long, et des opérations de manipulation de données assez coûteuses sur

Multics.

Nous avons finalement obtenu un fichier "G1" analogue au fichier F1 du modèle courses. Ce fichier contient tous les déplacements de personnes sorties de leur domicile pour une autre raison que pour le travail ou les études. Les enregistrements de G1 regroupent globalement les mêmes informations que F1.

Nous avons effectué quelques tests statistiques sur ce fichier, et nous n'avons rien obtenu d'anormal. Ce fichier était assez volumineux (2233 lignes), aussi en avons-nous extrait un échantillon "echg1", à l'aide duquel nous avons dans un premier temps bâti notre modèle.

Après élimination des observations dont le choix s'est porté sur une alternative non disponible pour ce modèle (alternatives consistant pour la plupart en un choix de destination hors du périmètre de l'agglomération), nous avons constaté que le fichier G1 se réduisait à 2122 observations. Ces déplacements de G1 se répartissent selon le mode de transport utilisé de la manière suivante :

mode de transport	alternative disponible	alternative choisie
t c	1464	132
conducteur vp	1096	560
deux-roues	2122	165
marche à pied	1995	1024
passager vp	2122	241
	total	2122.

III.II.2- le modèle du choix du mode et de la destination pour les déplacements domicile-"autres motifs"

Nous avons pris pour base de départ le modèle du choix du mode et de la destination obtenu pour les déplacements concernant les courses dans l'agglomération grenobloise (le modèle 18 décrit dans la première partie, voir page 94), en y supprimant dans un premier temps les deux variables de taille spécifiques des achats ("emploicom" et "commerces"), pour les remplacer par une variable de taille unique pour les "autres motifs".

Plus précisément, les variables étaient les suivantes :

1	ktc	constante tc,
2	k2r	constante deux-roues,
3	kmap	constante marche à pied,
4	tg	temps généralisé,
5	coût	coût généralisé,
6	posvp-h	chef de ménage - tc,
7	nv/npc-h	nombre de voitures par permis de conduire - homme,
8	nv/npc-f	nombre de voitures par permis de conduire - femme,
9	sexef2r	sexe féminin-deux-roues,
10	ouv-pvp	ouvrier-passager vp,
11	7,5+map	déplacement de plus de 7,5 minutes pour la marche à pied,
12	7,5+2r	déplacement de plus de 7,5 minutes pour les deux-roues,
13	kpassvp	constante passager vp,
14	v>0-pass	passager vp si le ménage possède une voiture,
15	sexefpass	sexe féminin-passager vp,
16	kgd-pl	constante pour le centre commercial "Grand-Place",
17	enf-2r	ménage ayant au moins un jeune enfant pour le mode deux-roues,
18	emploimau	variable de taille représentant le nombre total d'emplois pouvant attirer les déplacements "autres motifs" dans la zone TERESE de destination, contrainte à la valeur 1.

A partir du modèle décrit ci-dessus, nous avons effectué différents passages des programmes d'estimation, dans lesquels nous avons fait intervenir des

variables touchant aux différents motifs de déplacement autres que le travail ou les études.

Ces différents motifs englobent en particulier les courses, les loisirs, et les visites chez des parents ou des amis : d'où l'idée de mettre en évidence les commerces, les cafés-restaurants-hôtels, ainsi que la population de la zone TERESE de destination du déplacement.

Nous avons donc utilisé les variables suivantes :

- *"emploicom"* : nombre d'emplois dans les commerces dans la zone TERESE de destination,
- *"emploibar"* : nombre d'emplois dans les : cafés, restaurants ou hôtels dans la zone TERESE de destination,
- *"emploidiv"* : nombre d'emplois divers dans la zone TERESE de destination,

  (en fait, emploimau = emploicom+emploibar+emploidiv),
- *"nbmau"* : nombre total d'établissements pouvant attirer les déplacements "autres motifs" dans la zone TERESE de destination,
- *"popul"* : population habitant la zone TERESE de destination.

Nous avons rencontré quelques difficultés lors de l'estimation de certains autres modèles, en particulier lors de l'introduction de certaines variables "ordinaires" supplémentaires (problèmes de convergence...), qui avaient probablement pour origine la diversité des déplacements regroupés dans les données. Nous avons finalement obtenu huit modèles différents, numérotés de 1 à 7 (en passant par un modèle "4-b").

Globalement, on peut dire qu'entre le modèle 1 inspiré du modèle des courses et le modèle 6, la fonction de vraisemblance a augmenté de 107 unités sur environ 1617, ce qui représente une différence importante.

Cette amélioration se manifeste essentiellement lors de l'introduction des variables *"popul"* et *"nbmau"* : le nombre d'établissements semble avoir une influence plus grande sur le modèle que le nombre d'emplois, pour les déplacements domicile-"autres motifs". La différence s'accroît encore lors de l'introduction de *"emploidiv"* : le nombre d'emplois divers (santé, administrations...) a donc une influence plus grande sur les déplacements

"domicile-autres motifs" que le nombre total d'emplois "tous autres motifs".

Du modèle 1 au modèle 4-b, nous avons constaté que l'apparition de la variable *"popul"* est très fructueuse, et que par contre la séparation des divers types d'emplois (éclatement de *"emploimau"* en : *"emploicom"*, *"emploibar"*, et *emploidiv"*) ne l'est guère.

Le modèle 5 est analogue au modèle 4-b, avec la variable "ordinaire" : *"centre-ts"* (destination centre ville pour tous les modes). Mais cette modification n'apporte pas d'amélioration notable.

Le modèle 6, lui aussi basé sur le modèle 4-b, comporte la variable de taille supplémentaire : *"emploidiv"* (emplois divers). Cette fois, nous obtenons un modèle nettement meilleur que les précédents.

Le modèle 6 posant encore quelques problèmes au niveau de la distance, surtout pour les modes lents (cela s'observe sur les tableaux de validation), nous avons ajouté pour le modèle 7 deux variables reflétant la pénibilité des modes lents : *"15+.map"* et *"15+.2r"*. Mais on n'obtient pas de valeurs significatives pour ces variables, et ce passage ne nous donne finalement pas beaucoup d'indications sur la manière de corriger le modèle 6.

Le modèle 6 est donc actuellement le meilleur, et nous en avons refait un passage avec le fichier de données G1 complet. Ce modèle a été nommé : modèle 6-t, et ses résultats sont présentés à la suite des autres.

Les tableaux donnant les résultats détaillés sont donnés dans les pages 113 à 116.

La valeur du temps induite par le modèle final (le modèle 6-t) est de : 6,52 F/heure. Cela n'est pas très surprenant, même si l'on se souvient que la valeur extraite du modèle des courses était de : 27,00 F/h, puisqu'une grande partie des déplacements "autres motifs" est consacrée aux loisirs ou aux affaires personnelles (les courses constituent environ un tiers des déplacements "autres motifs").

Il sera maintenant intéressant de compléter cette étude par la mise au point de modèles de génération des déplacements domicile-"autres motifs", en séparant les divers motifs englobés sous cette étiquette, à cause de leur spécificité : ceci fait l'objet du paragraphe suivant.

	modèle 1 estim.(st.err.)(t.ratio)	modèle 2 estim.(st.err.)(t.ratio)	modèle 3 estim.(st.err.)(t.ratio)
constantes			
ktc	- .47 (.44)	- .19 (.44)	- .22 (.45)
k2r	.68 (.45)	.73 (.45)	.76 (.44)
kmap	1.75 (.41)	1.68 (.41)	1.65 (.41)
kpassvp	-2.59 (.60)	-2.54 (.59)	-2.41 (.55)
kgd-pl	1.76 (.33)	2.60 (.34)	2.08 (.41)
niveau de service			
tg $*10^3$	- .68 (.14) (-4.78)	- .83 (.14) (-5.85)	- .82 (.14) (-5.78)
coût $*10^3$	-3.81 (.45) (-8.43)	-3.48 (.46) (-7.50)	-3.54 (.46) (-7.69)
7,5-15map $*10^3$	-1.92 (.27) (-7.17)	-1.62 (.26) (-6.23)	-1.63 (.26) (-6.28)
7,5-15.2r $*10^3$	-2.53 (.50) (-5.08)	-2.33 (.48) (-4.81)	-2.34 (.48) (-4.83)
socio-économiques			
posvp-h	1.33 (.46) (2.89)	1.34 (.45) (2.95)	1.35 (.45) (2.98)
nv/npc-h	1.79 (.58) (3.09)	1.65 (.57) (2.89)	1.71 (.57) (3.03)
nv/npc-f	1.77 (.51) (3.47)	1.73 (.50) (3.45)	1.69 (.50) (3.37)
sexef2r	-1.48 (.28) (-5.30)	-1.47 (.28) (-5.30)	-1.55 (.27) (-5.84)
ouv-pvp	- .04 (.46) (- .08)	- .06 (.46) (- .13)	
v>0-pass	1.52 (.40) (3.75)	1.50 (.40) (3.71)	1.50 (.40) (3.72)
sexefpass	.17 (.28) (.61)	.22 (.28) (.79)	
enf-2r	- .48 (.26) (-1.81)	- .51 (.26) (-1.93)	- .50 (.26) (-1.92)
emploi			
emploimau	1.	.62 (.23) (2.67)	
emploicom			1.56 (.42) (3.68)
emploibar			1.01 (1.83) (.55)
emploidiv			.44 (.28) (1.55)
popul		1.	1.
nb. de variables	18	19	19
nb. d'observations	719	719	719
vraisemblance	- 1616.997	- 1523.965	- 1522.805
ρ_0^2	.249	.292	.293

	modèle 4	modèle 4-b
	estim.(st.err.)(t.ratio)	estim.(st.err.)(t.ratio)
constantes		
ktc	- .31 (.45)	- .31 (.45)
k2r	.72 (.45)	.71 (.45)
kmap	1.62 (.41)	1.61 (.41)
kpassvp	-2.47 (.55)	-2.51 (.55)
kgd-pl	2.31 (.34)	2.33 (.34)
niveau de service		
tg $*10^3$	- .78 (.14) (-5.57)	- .79 (.14) (-5.67)
coût $*10^3$	-3.72 (.45) (-8.22)	-3.80 (.45) (-8.41)
7,5-15map $*10^3$	-1.68 (.26) (-6.47)	-1.66 (.26) (-6.43)
7,5-15.2r $*10^3$	-2.39 (.49) (-4.92)	-2.41 (.49) (-4.94)
socio-économiques		
posvp-h	1.33 (.45) (2.94)	1.33 (.45) (2.93)
nv/npc-h	1.76 (.57) (3.09)	1.76 (.57) (3.09)
nv/npc-f	1.70 (.50) (3.38)	1.70 (.50) (3.36)
sexef2r	-1.55 (.27) (-5.84)	-1.55 (.27) (-5.85)
v>0-pass	1.51 (.40) (3.74)	1.52 (.40) (3.76)
enf-2r	- .49 (.26) (-1.89)	- .49 (.26) (-1.89)
emploi		
emploimau	.26 (.42) (.61)	
nbmau	4.71 (.38) (12.39)	5.04 (.33) (15.24)
popul	1.	1.
nb. de variables	18	17
nb. d'observations	719	719
vraisemblance	- 1510.461	- 1515.904
ρ_o^2	.299	.296

	modèle 5	modèle 6	modèle 7
	estim.(st.err.)(t.ratio)	estim.(st.err.)(t.ratio)	estim.(st.err.)(t.ratio)
constantes			
ktc	- .34 (.45)	- .30 (.45)	- .30 (.45)
k2r	.70 (.45)	.73 (.45)	.79 (.45)
kmap	1.60 (.41)	1.63 (.41)	1.61 (.41)
kpassvp	-2.51 (.55)	-2.46 (.55)	-2.47 (.55)
kgd-pl	2.40 (.35)	2.45 (.34)	2.45 (.34)
niveau de service			
tg $*10^3$	- .78 (.14) (-5.54)	- .78 (.14) (-5.57)	- .78 (.14) (-5.53)
coût $*10^3$	-3.82 (.45) (-8.47)	-3.71 (.45) (-8.20)	-3.72 (.45) (-8.20)
7,5-15map $*10^3$	-1.68 (.26) (-6.47)	-1.68 (.26) (-6.47)	-1.42 (.66) (-2.13)
7,5-15.2r $*10^3$	-2.42 (.49) (-4.96)	-2.39 (.49) (-4.92)	-3.08 (.84) (-3.65)
15+.map $*10^3$			- .40 (.90) (- .45)
15+.2r $*10^3$			1.49 (1.42) (1.05)
socio-économiques			
posvp-h	1.33 (.45) (2.94)	1.34 (.45) (2.95)	1.34 (.45) (2.95)
nv/npc-h	1.75 (.57) (3.08)	1.75 (.57) (3.08)	1.75 (.57) (3.08)
nv/npc-f	1.70 (.50) (3.36)	1.71 (.50) (3.39)	1.71 (.50) (3.39)
sexef2r	-1.56 (.27) (-5.86)	-1.55 (.27) (-5.83)	-1.54 (.27) (-5.80)
v>0-pass	1.51 (.40) (3.75)	1.51 (.40) (3.75)	1.52 (.40) (3.75)
enf-2r	- .49 (.26) (-1.88)	- .49 (.26) (-1.89)	- .51 (.26) (-1.93)
centre-ts	.13 (.18) (.72)		
emploi			
emploidiv		.37 (.42) (.89)	.37 (.42) (.87)
nbmau	4.88 (.40) (12.31)	4.77 (.37) (13.01)	4.78 (.37) (13.02)
popul	1.	1.	1.
nb. de paramètres	18	18	20
nb. d'observations	719	719	719
vraisemblance	- 1515.645	- 1509.831	- 1509.227
ρ_o^2	.296	.299	.299

	modèle 6-t (sur G1 complet) estim.(st.err.)(t.ratio)
constantes	
ktc	- .17 (.30)
k2r	.98 (.29)
kmap	3.19 (.26)
kpassvp	-2.09 (.37)
kgd-pl	2.71 (.22)
niveau de service	
tg $*10^3$	- .67 (.09) (-7.22)
coût $*10^3$	-3.70 (.31) (-11.94)
7,5-15map $*10^3$	-1.77 (.14) (-12.86)
7,5-15.2r $*10^3$	-2.59 (.33) (-7.72)
socio-économiques	
posvp-h	1.35 (.31) (4.39)
nv/npc-h	1.92 (.35) (5.42)
nv/npc-f	2.16 (.33) (6.64)
sexef2r	-1.26 (.17) (-7.20)
v>0-pass	1.38 (.28) (4.90)
enf-2r	- .54 (.17) (-3.09)
emploi	
emploidiv	- .004 (.34) (- .01)
nbmau	4.76 (.22) (21.45)
popul	1.
nb. de paramètres	18
nb. d'observations	2122
vraisemblance	- 3657.680
ρ_o^2	.420

III.II.3- les différents modèles de génération

La présente étude se propose d'établir des modèles de génération pour tous les déplacements entrant dans le cadre des "autres motifs". Il s'agit de modèles de prévision du nombre de sorties effectuées par un individu selon certaines caractéristiques que l'on cherche à déterminer.

Il paraît assez naturel de distinguer quatre principaux types de motifs parmi tous ceux qui sont regroupés ici, correspondant à des déplacements différents :

- les courses,
- les loisirs (y compris : détente, réunion, restauration),
- les visites chez des parents ou des amis,
- enfin les motifs que nous nommerons "divers", comme par exemple les affaires personnelles.

Nous avons donc mis au point quatre modèles de génération distincts, à partir du même modèle de choix du mode et de la destination, en l'occurrence le modèle 6-t obtenu au paragraphe précédent.

Comme dans l'étude sur les déplacements domicile-courses, nous nous sommes basés, pour établir les différents modèles de génération, sur les modèles hollandais correspondants extraits du rapport *"Zuidvleugel" (Cambridge Systematics Europe bv, 1981)*. Nous avons repris de manière analogue les modèles de génération à deux alternatives, notés "0/1+" : ne pas faire de déplacement du type étudié, ou bien sortir pour en faire au moins un (voir le tome 2 de ce rapport).

III.II.3.1- Modèle de génération des courses

Ce motif de déplacement constitue un cas un peu spécial, puisqu'il avait déjà été étudié précédemment. Nous avons donc repris pour point de départ ici le modèle de génération des courses qui avait été obtenu.

Les variables de départ sont donc les suivantes :

1 *k-depl* constante déplacement, valant 1. si la personne s'est déplacée,
2 *logsum* logsum,
3 *nactif* personne non active,
4 *âge≤17* personne âgée de moins de 17 ans,

5 *femfoy* femme au foyer,
6 *sexef* personne du sexe féminin.

Le modèle de génération initial : "courses" est à peine moins bon que celui qui avait été obtenu avec le logsum spécifique des courses. Nous avons essayé de l'améliorer en ajoutant successivement les variables *"tailmen"* (taille du ménage) et *"retrait"* (retraité). Cela nous a conduits à supprimer le logsum, puis la variable *"nactif"* . C'est ainsi que nous avons finalement obtenu le modèle "courses 5", que nous avons jugé satisfaisant.

Les détails des résultats sont présentés ci-contre.

	modèle courses (logsum courses) *(rappel)*			modèle courses (logsum général)			modèle courses 2		
	estim.	(st.err.)	(t.ratio)	estim.	(st.err.)	(t.ratio)	estim.	(st.err.)	(t.ratio)
k-depl	-1.86	(.33)		-1.48	(.84)		-1.20	(.88)	
logsum	.05	(.04)	(1.30)	.002	(.050)	(.035)	- .008	(.051)	(- .156)
nactif	.20	(.15)	(1.34)	.19	(.15)	(1.23)	.18	(.15)	(1.21)
âge≤17	- .85	(.17)	(- 4.86)	- .88	(.18)	(- 5.02)	- .84	(.18)	(- 4.67)
femfoy	1.16	(.18)	(6.29)	1.16	(.18)	(6.26)	1.18	(.19)	(6.35)
sexef	.51	(.11)	(4.73)	.49	(.11)	(4.32)	.48	(.12)	(4.13)
tailmen							- .035	(.032)	(- 1.10)
retrait									
nb. de var.	6			6			7		
nb. d'obs.	2597			2598			2598		
vraisemblance	- 1319.67			-1322.356			-1321.740		
$\rho_{o_2}^2$	.267			.266			.266		
ρ_c^2	.085			.084			.085		

---

	modèle courses 3			modèle courses 4			modèle courses 5		
	estim.	(st.err.)	(t.ratio)	estim.	(st.err.)	(t.ratio)	estim.	(st.err.)	(t.ratio)
k-depl	-1.33	(.14)		-1.36	(.14)		-1.36	(.14)	
logsum									
nactif	.18	(.15)	(1.23)	- .04	(.17)	(- .28)			
âge≤17	- .83	(.18)	(- 4.73)	- .61	(.19)	(- 3.20)	- .65	(.13)	(- 4.92)
femfoy	1.18	(.19)	(6.34)	1.40	(.20)	(7.00)	1.36	(.15)	(9.29)
sexef	.48	(.11)	(4.52)	.50	(.11)	(4.69)	.50	(.11)	(4.69)
tailmen	- .034	(.031)	(- 1.09)	- .03	(.03)	(- .99)	- .03	(.03)	(- .99)
retrait				1.25	(.34)	(3.71)	1.21	(.31)	(3.94)
nb. de var.	6			7			6		
nb. d'obs.	2598			2598			2598		
vraisemblance	- 1321.752			- 1315.071			- 1315.108		
$\rho_{o_2}^2$	.266			.270			.270		
ρ_c^2	.085			.089			.089		

III.II.3.2- Modèle de génération des loisirs

Nous sommes partis ici du modèle de génération des loisirs hollandais. Les variables initiales sont les suivantes :

1 *k-depl* constante déplacement,
2 *logsum* logsum,
3 *sexef* personne du sexe féminin,
4 *âge≤16* personne âgée de moins de 16 ans,
5 *v>0-ffpc* femme au foyer ayant le permis de conduire dans un ménage possédant au moins une voiture,
6 *retrait* retraité.

Le modèle de génération de départ : "loisirs" attribue un paramètre négatif au logsum. Cela est impossible au niveau théorique : en effet le paramètre du logsum est toujours compris entre 0 et 1 (voir Cambridge Systematics Europe, *1981*, ou Ben-Akiva et Lerman, *1977*). On montre en effet à l'aide des élasticités que si l'on suppose ce coefficient négatif ou supérieur à 1, alors l'augmentation de l'utilité d'une alternative donnée entraîne une augmentation du nombre de déplacements correspondant aux autres alternatives, ce qui paraît bien évidemment absurde.

Nous avons donc supprimé cette variable, puis nous avons amélioré le modèle en ajoutant successivement les variables *"nb≤17a"* (nombre d'enfants âgés de moins de 17 ans dans le ménage), *"femfoy"* (femme au foyer), et *"nactif"* (non actif). C'est ainsi que nous avons finalement obtenu le modèle "loisirs 5", que nous avons jugé satisfaisant.

Les détails des résultats sont présentés ci-contre.

	modèle loisirs			modèle loisirs 2			modèle loisirs 3		
	estim.	(st.err.)	(t.ratio)	estim.	(st.err.)	(t.ratio)	estim.	(st.err.)	(t.ratio)
k-depl	-1.29	(.98)		-1.87	(.09)		-1.82	(.10)	
logsum	- .035	(.059)	(- .601)						
sexef	- .47	(.13)	(- 3.66)	- .44	(.12)	(- 3.69)	- .45	(.12)	(- 3.71)
âge≤16	.58	(.14)	(4.13)	.63	(.12)	(5.08)	.69	(.14)	(4.94)
v>0-ffpc	.22	(.29)	(.75)	.21	(.29)	(.71)	.23	(.29)	(.77)
retrait	1.01	(.35)	(2.91)	1.03	(.35)	(2.95)	.99	(.35)	(2.84)
nb≤17a							- .04	(.04)	(- .93)
femfoy									
nactif									
nb. de var.	6			5			6		
nb. d'obs.	2598			2598			2598		
vraisemblance	- 1008.253			-1008.432			-1007.984		
$\rho_{o_2}^2$	.440			.440			.440		
ρ_c^2	.022			.022			.022		

---

	modèle loisirs 4			modèle loisirs 5		
	estim.	(st.err.)	(t.ratio)	estim.	(st.err.)	(t.ratio)
k-depl	-2.00	(.11)		-2.00	(.11)	
logsum						
sexef	- .48	(.12)	(- 3.81)	- .48	(.12)	(- 3.81)
âge≤16	.02	(.19)	(.09)			
v>0-ffpc						
retrait	.33	(.37)	(.88)	.32	(.36)	(.90)
nb≤17a	- .03	(.04)	(- .81)	- .03	(.04)	(- .83)
femfoy	- .63	(.26)	(- 2.40)	- .64	(.23)	(- 2.77)
nactif	.85	(.18)	(4.79)	.86	(.13)	(6.49)
nb. de var.	7			6		
nb. d'obs.	2598			2598		
vraisemblance	- 997.676			- 997.680		
$\rho_{o_2}^2$	.446			.446		
ρ_c^2	.032			.032		

III.II.3.3- Modèle de génération des visites

Nous sommes partis cette fois du modèle de génération des visites hollandais. Les variables initiales sont les suivantes :

1 *k-depl* constante déplacement,
2 *tailmen* taille du ménage,
3 *nactif* non actif,
4 *âge≤16* personne âgée de moins de 16 ans,
5 *âge>64* personne âgée de plus de 64 ans.

Le modèle de génération initial : "visites" n'était pas très bon (en effet, ρ_c^2 vaut .012). Nous avons essayé de lui incorporer une variable *"logsum"*. En effet, le logsum ne figurait pas dans le modèle hollandais, mais nous avons pensé que nos valeurs de logsum étaient peut-être mieux adaptées au présent modèle, et que cela valait la peine de le vérifier. Cette tentative a montré que le logsum avait effectivement sa place ici.

Nous avons encore amélioré le modèle en élargissant la variable *"âge>64"* à *"âge>55"*, puis en ajoutant successivement les variables *"sexef"* (sexe féminin), *"femfoy"* (femme au foyer), et *"nb≤11a"* (nombre d'enfants âgés de moins de 11 ans dans le ménage). C'est ainsi que nous avons finalement obtenu le modèle "visites 5", qui nous a paru relativement satisfaisant.

Les résultats détaillés sont présentés ci-contre.

	modèle visites			modèle visites 2			modèle visites 3		
	estim.	(st.err.)	(t.ratio)	estim.	(st.err.)	(t.ratio)	estim.	(st.err.)	(t.ratio)
k-depl	-2.17	(.18)		-2.55	(1.11)		-2.84	(1.22)	
logsum				.02	(.07)	(.35)	.04	(.07)	(.58)
tailmen	- .08	(.04)	(- 1.84)	- .08	(.04)	(- 1.76)	- .08	(.05)	(- 1.88)
nactif	.64	(.16)	(4.05)	.66	(.16)	(4.00)	.67	(.17)	(4.06)
âge≤16	- .32	(.18)	(- 1.77)	- .30	(.18)	(- 1.67)	- .33	(.19)	(- 1.73)
âge>64	.20	(.38)	(.52)	.20	(.38)	(.51)			
âge>55							- .43	(.29)	(- 1.47)
sexef							.12	(.15)	(.83)
femfoy									
nb≤11a									
nb. de var.	5			6			7		
nb. d'obs.	2598			2598			2598		
vraisemblance	- 830.467			- 830.404			- 828.922		
$\rho_{o_2}^2$	.539			.539			.540		
ρ_c^2	.012			.012			.014		

---

	modèle visites 4			modèle visites 5		
	estim.	(st.err.)	(t.ratio)	estim.	(st.err.)	(t.ratio)
k-depl	-2.51	(1.12)		-2.94	(1.22)	
logsum	.02	(.07)	(.32)	.04	(.07)	(.61)
tailmen	- .05	(.05)	(- .90)	- .04	(.05)	(- .80)
nactif	.68	(.19)	(3.52)	.65	(.17)	(3.91)
âge≤16	- .30	(.22)	(- 1.38)	- .26	(.19)	(- 1.35)
âge>64						
âge>55	- .49	(.30)	(- 1.65)	- .47	(.30)	(- 1.60)
sexef				.13	(.15)	(.89)
femfoy	- .002	(.24)	(- .01)			
nb≤11a	- .13	(.08)	(- 1.62)	- .13	(.08)	(- 1.68)
nb. de var.	8			8		
nb. d'obs.	2598			2598		
vraisemblance	- 827.895			- 827.496		
$\rho_{o_2}^2$	.540			.541		
ρ_c^2	.015			.016		

III.II.3.4- Modèle de génération des déplacements "divers"

Ce modèle de génération s'intéresse à tous les déplacements dont le motif est exprimé dans l'enquête ménage par : "affaires personnelles" ou "autre motif", que nous avons regroupés sous l'étiquette : déplacements "divers".

Nous avons pris ici deux modèles initiaux parmi les modèles hollandais : le modèle de génération des "déplacements divers", puis celui des "affaires personnelles". Nous avons ensuite effectué une synthèse de ces deux modèles pour obtenir un modèle de génération des déplacements "divers" convenable.

Les variables pour l'un ou l'autre de ces deux modèles initiaux sont les suivantes :

1	*k-depl*	constante déplacement,
2	*logsum*	logsum,
3	*âge>64*	personne âgée de plus de 64 ans,
4	*âge>55*	personne âgée de plus de 55 ans,
5	*âge≤17*	personne âgée de moins de 17 ans,
6	*âge≤16*	personne âgée de moins de 16 ans,
7	*nactif*	non actif,
8	*sexef*	sexe féminin,
9	*nbadult*	nombre d'adultes dans le ménage,
10	*nb≤17a*	nombre d'enfants de moins de 17 ans dans le ménage,
11	*v>0-ffpc*	femme au foyer ayant le permis de conduire dans un ménage possédant au moins une voiture.

Le premier modèle de génération : "divers" est meilleur que le second ("divers 2"). A partir de ces résultats, nous avons essayé de combiner les deux modèles pour produire les modèles "divers 3" et "divers 4". La variable *"nactif"* perdant toute signification, nous l'avons supprimée. Nous avons ensuite essayé d'incorporer une variable *"femfoy"* (femme au foyer). Le résultat : "divers 5" était alors déjà meilleur que le point de départ "divers".

Le modèle a encore accusé une très nette amélioration après la transformation des variables *"âge≤16"* en *"âge≤18"*, et *"nb≤17a"* en *"nb≤11a"*. C'est ainsi que nous avons finalement obtenu le modèle "divers 7", qui paraît tout à fait satisfaisant.

Les détails des résultats sont présentés dans les pages suivantes.

	modèle divers			modèle divers 2			modèle divers 3		
	estim.	(st.err.)	(t.ratio)	estim.	(st.err.)	(t.ratio)	estim.	(st.err.)	(t.ratio)
k-depl	-1.51	(.79)		-3.11	(.83)		-3.48	(.88)	
logsum	.034	(.047)	(.72)	.12	(.05)	(2.43)	.14	(.05)	(2.83)
âge>64	- .74	(.40)	(- 1.87)						
âge>55				- .86	(.22)	(- 3.89)	- .70	(.22)	(- 3.14)
âge≤17	-1.18	(.17)	(- 7.14)						
âge≤16				- .90	(.15)	(- 6.13)	-1.08	(.15)	(- 7.05)
nactif	.16	(.13)	(1.16)	.19	(.12)	(1.61)	.18	(.12)	(1.50)
sexef				.41	(.11)	(3.84)	.43	(.11)	(3.98)
nbadult	- .10	(.05)	(- 1.91)				- .08	(.05)	(- 1.59)
nb≤17a	.15	(.03)	(4.49)				.14	(.03)	(4.10)
v>0-ffpc	.79	(.21)	(3.84)						
nb. de var.	8			6			8		
nb. d'obs.	2598			2598			2598		
vraisemblance	- 1365.505			-1382.632			-1372.389		
$\rho_{o_2}^2$	.242			.232			.238		
ρ_c^2	.045			.033			.040		

---

	modèle divers 4			modèle divers 5		
	estim.	(st.err.)	(t.ratio)	estim.	(st.err.)	(t.ratio)
k-depl	-2.83	(.90)		-3.06	(.89)	
logsum	.11	(.05)	(2.04)	.12	(.05)	(2.34)
âge>55	- .67	(.22)	(- 2.98)	- .69	(.22)	(- 3.09)
âge≤16	- .90	(.16)	(- 5.50)	- .87	(.14)	(- 6.02)
nactif	- .03	(.13)	(- .25)			
sexef	.35	(.11)	(3.11)	.31	(.11)	(2.75)
nbadult	- .08	(.05)	(- 1.50)	- .08	(.05)	(- 1.54)
nb≤17a	.13	(.03)	(3.79)	.12	(.03)	(3.59)
v>0-ffpc	.82	(.21)	(3.94)	.55	(.25)	(2.18)
femfoy				.30	(.20)	(1.51)
nb. de var.	9			9		
nb. d'obs.	2598			2598		
vraisemblance	- 1364.671			-1363.590		
$\rho_{o_2}^2$	.242			.243		
ρ_c^2	.046			.046		

	modèle divers 6			modèle divers 7		
	estim.	(st.err.)	(t.ratio)	estim.	(st.err.)	(t.ratio)
k-depl	-2.48	(.90)		-2.61	(.87)	
logsum	.08	(.05)	(1.51)	.08	(.05)	(1.58)
âge>55	- .72	(.22)	(- 3.21)	- .72	(.22)	(- 3.23)
âge≤18	- .98	(.14)	(- 7.09)	- .98	(.14)	(- 7.09)
sexef	.31	(.11)	(2.76)	.32	(.11)	(2.82)
nbadult	- .03	(.05)	(- .54)			
nb≤11a	.23	(.04)	(5.10)	.23	(.04)	(5.34)
v>0-ffpc	.59	(.25)	(2.33)	.59	(.25)	(2.33)
femfoy	.18	(.20)	(.91)	.18	(.20)	(.90)
nb. de var.	9			8		
nb. d'obs.	2598			2598		
vraisemblance	- 1350.526			-1350.678		
ρ_o^2	.250			.250		
ρ_c^2	.056			.055		

III.II.3.5- Conclusions

On peut constater que ces divers modèles de génération sont assez différents les uns des autres. En particulier, la variable *"logsum"* n'apparaît pas dans certains d'entre eux (modèles sur les courses et sur les loisirs). L'expérience a montré que ce cas était relativement fréquent (voir par exemple le rapport de Cambridge Systematics Europe, *1981*).

Par contre, cette variable apparaît de manière significative pour les modèles de génération des visites et surtout pour les déplacements "divers".

Ces différences proviennent du fait que ce logsum, qui mesure l'accessibilité des alternatives mode-destination, et qui a donc la même valeur pour les différents motifs de déplacement étudiés ici, n'a pas la même influence selon la nature réelle des déplacements.

Les résultats obtenus peuvent être considérés comme assez satisfaisants, mais il ne faut pas perdre de vue que la décision d'un déplacement a toujours été une chose extrêmement difficile à prévoir.

CONCLUSION

Au stade auquel nous sommes arrivés, nous avons maintenant produit tous les outils permettant d'effectuer des prévisions de déplacement à l'intérieur de l'agglomération de Grenoble, et ce pour tous les types de motif. Plus précisément, il est possible, en changeant la valeur d'une ou de plusieurs variables des modèles, d'obtenir une nouvelle répartition modale, qui tiendra compte de l'évolution du contexte économique et social (variation des variables socio-économiques) et des politiques de transport (variation des variables relatives aux modes). Des politiques variées peuvent ainsi être testées, comme par exemple :

- l'impact du coût de l'essence,
- la modulation de la tarification des transports collectifs selon les cas : par exemple, gratuité pour les personnes âgées et les chômeurs, etc...
- le remboursement total ou partiel par les employeurs des trajets domicile-travail effectués au moyen des transports en commun...,
- le doublement du coût des parkings dans le centre ville, etc...

Parallèllement, ces modèles pourront être transférés sur d'autres agglomérations, et servir pour d'autres prévisions. Pour le moment, ils ont déjà été en partie transférés à Nantes, notamment les modèles de choix du mode pour les sorties domicile-travail, qui ont donné de bons résultats *(Daly, 1985)*.

D'une manière générale, les modèles désagrégés constituent un grand progrès dans l'étude des transports urbains, et l'on peut penser que les prochaines années verront cette technique s'améliorer encore.

Supernak *(1984)* suggère pour cela d'essayer de mieux spécifier les modèles en séparant la population en groupes homogènes, et propose une nouvelle technique de mise à jour des constantes spécifiques des alternatives.

Langdon et Mitchell *(1977)* pensent qu'il serait profitable d'étudier de manière plus approfondie les relations entre les modèles désagrégés et les modèles agrégés sur les zones, afin de mieux comprendre les effets des changements géographiques sur les constantes.

Il est également envisageable d'élargir le champ d'étude des déplacements en modélisant les déplacements dits "en chaîne", c'est-à-dire en fait les déplacements circulaires, comme par exemple :

domicile ---> travail ---> courses ---> visites ---> domicile,

dans lesquels le point de départ n'est pas nécessairement le domicile, ainsi que le suggère Ben-Akiva *(1977).*

Ben-Akiva *(1977)* pense également qu'il sera possible dans un avenir assez proche d'utiliser d'autres types de modèles que le modèle logit multinomial, comme le modèle probit multinomial ou le modèle "GEV" (Generalized Extreme Value model), qui est une généralisation du modèle logit multinomial, dans lequel la fonction : $\Sigma \exp V_i$ est remplacée par une fonction : $G (\exp V_1 , ..., \exp V_J)$.

Rose et Koppelman *(1984)* proposent, dans l'optique d'améliorer l'efficacité des transferts, d'essayer de mieux comprendre les conditions d'un transfert satisfaisant, et en particulier de consacrer des recherches à l'analyse de l'effet du type de modèle utilisé et de ses spécifications, ainsi que de l'impact des différences régionales sur la qualité de cette opération.

Il y a donc tout lieu de penser que les modèles désagrégés ont encore de belles perspectives de développement devant eux, et que cette technique, qui offre déjà de très bonnes bases de prévisions, s'améliorera encore durant les années qui viennent, et peut être plus particulièrement dans le domaine du transfert.

BIBLIOGRAPHIE

T. J. **ADLER** and M. E. **BEN-AKIVA**, "A joint choice model for frequency, destination and travel mode for shopping trips", Transportation Research Record 569, 1975.

Terry J. **ATHERTON** and Moshe E. **BEN-AKIVA**, "Transferability and updating of disaggregate travel demand models", Transportation Research Record 610, pp. 12-18, 1976.

Moshe E. **BEN-AKIVA**, "Alternative travel behaviour structures : structure of passenger travel demand models, Transportation Research Record 526, pp. 26-42, 1974.

Moshe E. **BEN-AKIVA**, "Passenger travel demand forecasting : applications of disaggregate models and directions for research", World Conference on Transport Research, Rotterdam, 1977.

Moshe E. **BEN-AKIVA** and Terry J. **ATHERTON**, "Methodology for short-range travel demand predictions : Analysis of carpooling incentives", Journal of Transport Economics and Policy, Vol. XI, No.3, September 1977.

Moshe E. **BEN-AKIVA** and Steven R. **LERMAN**, "Disaggregate travel and mobility choice models and measures of accessibility", Third International Conference on Behavioural Travel Modelling, Australia, 1977.

Moshe E. **BEN-AKIVA** and Steven R. **LERMAN**, "Travel behavior : theories, models and prediction methods", 1983.

M. E. **BEN-AKIVA**, C. F. **MANSKI**, and L. **SHERMAN**, "A behavioral approach to modelling household motor vehicle ownership and applications to aggregate policy analysis", Environment and Planning A, volume 13, pp. 399-411, 1981.

Cambridge Systematics Europe bv, "Zuidvleugel study, report 7 : travel demand models", 1981.

Cambridge Systematics Europe bv - **RATP** Direction des Etudes Générales, "Estimation and application of disaggregate models of mode and destination choice for home-based non-work trips", 1985.

Charles River Associates, "A disaggregated behavioral model of urban travel demand", Federal Highway Administration, U.S. Department of Transportation, Washington D.C., 1972.

Michèle **CYNA**, Benoît **FERRY**, Jean-Pierre **UHRY**, "Utilisation d'un modèle désagrégé à Grenoble, France", World Conference on Transport Research, Hamburg, 1983.

Andrew J. **DALY**, "Estimating choice models containing attraction variables", Transportation Research, Vol. 16B, No.1, pp. 5-15, 1982.

Andrew J. **DALY**, "Disaggregate mode choice models for work and school trips in Grenoble", Cambridge Systematics Europe bv, 1984.

Andrew J. **DALY**, "A study of transferability of disaggregate mode choice models from Grenoble to Nantes", Cambridge Systematics Europe bv, April 1985.

Andrew J. **DALY** and Hugh **GUNN**, "Cost-effective methods for National-level demand forecasting", Conference on Behavioural Research for Transport Policy, Noordwijk, 1985.

A. J. **DALY**, J. **VAN DER VALK**, H. H. P. **VAN ZWAM**, "Application of disaggregate models for a regional transportation study in the Netherlands", World Conference on Transport Research, Hamburg, 1983.

T. **DOMENCICH** and D. **McFADDEN**, "Urban travel demand : a behavioural analysis", North Holland, Amsterdam, 1975.

H. **GUNN**, "Artificial sample applications for spatial interaction models", Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk, The Hague, 1985.

H. **GUNN**, P. **FISHER**, A. J. **DALY** and H. **POL**, "Synthetic samples as a basis for enumerating disaggregate models", P. T. R. C., 1983.

Joel **HOROWITZ**, "Modelling traveler responses to alternative gasoline allocation plans", Transportation Research Vol.16A, No.2, pp. 117-133, 1982.

Frank S. **KOPPELMAN** and Moshe E. **BEN-AKIVA**, "Aggregate forecasting with disaggregate travel demand models using normally available data", World Conference on Transport Research, Rotterdam, pp. 159-166, 1977.

Frank S. **KOPPELMAN** and Chester G. **WILMOT**, "Transferability analysis of disaggregate choice models", Transport Research Record 895, pp. 18-24, 1982.

Frank S. **KOPPELMAN** and Chester G. **WILMOT**, "Identification of conditions for effective transferability of disaggregate choice models", report UMTA 429-1, Northwestern University, 1982.

M. G. **LANGDON** and C. G. B. **MITCHELL**, "Personal travel in towns : the development of models that reflect the real world", World Conference on Transport Research, pp. 200-210, Rotterdam, 1977.

Steven R. **LERMAN**, "Location, housing, auto ownership and mode to work : a joint choice model", 55th annual meeting of the Transportation Research Board, Washington, D.C., August 1975.

Steven R. **LERMAN** and Moshe E. **BEN-AKIVA**, "A disaggregate behavioural model of auto ownership", Transportation Research Record 569, 1975.

Marvin **MANHEIM**, Sergio **GONZALEZ**, Nicolaos **LITINAS** and Ilan **SALOMON**, "New computational environments : opportunities for more relevant transportation analyses", June 1980.

Daniel **McFADDEN**, "Conditional logit analysis of qualitative choice behaviour", in Frontiers in Econometrics (edited by P. Zarembka), Academic Press, New York, 1974.

Daniel **McFADDEN**, "Modelling the choice of residential location", Transportation Research Record 673, pp. 72-77, 1978.

M. **RICHARDS** and M. E. **BEN-AKIVA**, "A simultaneous destination and mode choice model for shopping trips", Transportation, Vol. III, n° 4, december 1974.

Geoffrey **ROSE** and Frank S. **KOPPELMAN**, "Transferability of disaggregate trip generation models", Ninth International Symposium on Transportation and Traffic Theory, VNU Science Press, pp. 471-491, 1984.

Earl R. **RUITER** and Moshe E. **BEN-AKIVA**, "Disaggregate travel demand models for the San Francisco Bay area : system structure, component models, and application procedures", Transportation Research Record 673, pp. 121-128, 1978.

Janusz C. **SUPERNAK**, "Disaggregate models of mode choices : an assessment of performance and suggestions for improvement", Ninth

International Symposium on Transportation and Traffic Theory, VNU Science Press, pp. 533-559, 1984.

Transport and Road Research Laboratory, "The demand for public transport", Crowthorne, U. K., 1980.

T. **WATANATADA** and M. **BEN-AKIVA**, "Development of an aggregate model of urbanized area travel behavior", Final Report, prepared for U.S. Department of Transportation and the Federal Highway Administration, july 1977.

P. **WATSON** and R. B. **WESTIN**, "Transferability of disaggregate mode choice models", Regional Science and Urban Economics, Volume 5, 1975.

ANNEXE I

ANNEXE TECHNIQUE A L'ORDONNANCEMENT DES PHASES D'UN CARREFOUR

SOMMAIRE

1- Matériel utilisé..... ANNEXE I - 2

2- Description du programme..... ANNEXE I - 2

2.1- paramètres du programme..... ANNEXE I - 2
2.2- procédures appelées par le programme..... ANNEXE I - 3
2.3- programme PHASAG..... ANNEXE I - 4

3- Fonctionnement interactif du programme..... ANNEXE I - 4

4- Programme faisant intervenir les coefficients de gêne..... ANNEXE I - 5

5- Sorties informatiques..... ANNEXE I - 5

1- Matériel utilisé

Comme l'IRT l'avait souhaité, la méthode décrite ci-dessus a été programmée sur un micro-ordinateur **Zénith Z100** (Data Systems; compatible IBM-PC), dans le langage **MS-PASCAL** disponible sur cet ordinateur.

2- Description du programme

Le programme général a été écrit de manière à être interactif. Il a été nommé "PHASAG".

2.1- paramètres du programme

Ce sont :

- les fichiers de données concernant les caractéristiques du carrefour,
- le fichier résultat.

* *fichiers de données*

- **CARF** : c'est le fichier qui contient le carrefour proprement dit. Il est structuré de la manière suivante :
  . nombre total de mouvements élémentaires du carrefour,
  . noms des mouvements élémentaires (séparés par un saut à la ligne).

- **MINCP** : donne la matrice des incompatibilités : c'est une matrice carrée, comportant autant de lignes et de colonnes qu'il y a de mouvements élémentaires. Ses éléments sont définis par :

$$mincp_{ij} = \begin{cases} 1 \text{ si les mouvements élémentaires i et j sont incompatibles,} \\ 0 \text{ si i et j sont compatibles.} \end{cases}$$

- **MTDEG** : donne la matrice des temps de dégagement : c'est une matrice carrée, comme la matrice MINCP décrite ci-dessus. Ses éléments sont définis par : $mtdeg_{ij}$ = temps de dégagement nécessaire si le mouvement j suit le mouvement i.

Remarque : si $mincp_{ij} = 0$, alors $mtdeg_{ij} = 0$.

- **TDURMIN** : c'est le tableau des durées minimum des feux verts des mouvements, données dans l'ordre dans lequel les mouvements ont été donnés dans le fichier CARF.

* *fichier résultat*

Il a été nommé : **"RESULT"**. Il contient :

. l'ordre initial choisi pour les mouvements, et la durée du cycle correspondante,

. la description de l'heuristique utilisée :

- mouvements consécutifs ou non,
- nombre k de mouvements à permuter,
- pas p pour les permutations de mouvements consécutifs,

. le résultat final, c'est-à-dire le (ou l'un des) meilleur(s) ordre(s) trouvé par l'heuristique proposée, ainsi que la durée minimale du cycle.

2.2- procédures appelées par le programme

Le programme PHASAG utilise un certain nombre de procédures.

* *procédure RECONNUM*

Les mouvements étant codés par leur numéro d'ordre, elle reconnaît le numéro d'un mouvement donné.

* *procédure TPSMIN*

Elle calcule la durée minimum du cycle pour un ordre donné des mouvements, ainsi que les dates de début des feux verts des mouvements, en tassant les mouvements à partir de la date t = 0 (procédure prévue aussi bien pour un cycle que pour une suite de mouvements qui ne se recolleraient pas en un cycle).

* *procédure PERMUTE*

Elle génère toutes les permutations de k éléments.

* *procédure PERMK*

Elle cherche une "meilleure" permutation parmi celles générées par la procédure permute, pour des mouvements consécutifs.

* *procédure PERMNB*

Analogue à la procédure PERMK, mais pour des mouvements non consécutifs.

2.3- programme PHASAG

Il se décompose en deux parties :

- initialisation des variables à l'aide des fichiers de données,
- recherche d'un meilleur phasage.

C'est un programme interactif, qui demande tout d'abord à l'utilisateur :

- l'ordre initial choisi pour les mouvements,
- s'il veut permuter des mouvements consécutifs ou non,
- combien de mouvements permuter,
- si les mouvements à permuter sont consécutifs, quel est le pas choisi.

Suivant les réponses, ce programme PHASAG utilise l'heuristique choisie parmi celles dont le principe a été décrit plus haut (voir partie III, pages 13 à 19).

Les données sont rappelées et les résultats affichés dans le fichier RESULT.

3- Fonctionnement interactif du programme

L'appel du programme PHASAG fait successivement apparaître sur l'écran les inscriptions :

"CARF :" : le programme attend que l'utilisateur lui donne le nom du fichier contenant les caractéristiques du carrefour, à savoir le nombre de mouvements élémentaires ainsi que leurs noms.

"MINCP :" : le programme attend le nom du fichier-matrice des incompatibilités entre mouvements.

"MTDEG :" : le programme attend le nom du fichier-matrice des temps de dégagement entre mouvements incompatibles.

"TDURMIN :" : le programme attend le nom du fichier donnant les durées minimum des feux verts des mouvements élémentaires.

"RESULT :" : le programme attend le nom du fichier dans lequel il devra écrire les résultats.

Ensuite apparaît la suite de questions :

"donner les mouvements dans l'ordre :" : taper alors les mouvements dans l'ordre initial que l'on veut tester, en séparant les noms des mouvements par un saut à la ligne.

"**permutation de mvts consécutifs(o/n) ?**" : répondre par "o" pour oui, "n" pour non.

* si l'on a répondu "**oui**" à la question précédente, on voit sur l'écran: "**combien de mvts à permuter (pas plus de 6) ?**", qui attend la valeur du paramètre k de l'heuristique, puis : "**valeur du pas(≤ *valeur que l'on a donnée à k*)?**".

* si l'on a répondu "**non**", on voit alors : "**combien de mvts à permuter (2,3,4) ?**" : donner alors la valeur du paramètre k.

Ensuite, le programme s'exécute, puis on voit apparaître sur l'écran : "**résultat final :**", suivi de la suite des mouvements dans le meilleur ordre obtenu par la méthode choisie, puis : "**zopt = **", suivi de la durée de cycle correspondant à cet ordre.

Enfin apparaît : "**un autre essai (o/n) ?**". Si l'on a envie d'essayer un autre ordre initial des mouvements et/ou une autre heuristique sur ce carrefour, répondre "o" pour oui, sinon taper "n" pour non.

4- Programme faisant intervenir les coefficients de gêne

Ce programme a été nommé : PHASGEN, il est analogue au programme PHASAG, la seule différence réside dans le fait que PHASGEN fait appel à une procédure TASGEN (au lieu de TPSMIN), qui "tasse" les mouvements dans l'ordre où ils sont donnés, en utilisant les coefficients de gêne selon la méthode décrite plus haut (TASGEN elle-même fait appel à TPSMIN...).

5- Sorties informatiques

Nous donnons dans les pages qui viennent les listings des programmes, des fichiers de données, et des fichiers résultats suivants :

page ANNEXE I- 7 : le programme **PHASAG**.

page ANNEXE I- 15 : les fichiers contenant les caractéristiques du carrefour de J.B. Lesort (voir page 8) :

- **CARFLS** (définition du carrefour),
- **MATLS** (matrice des incompatibilités),
- **MTDEGLS** (matrice des temps de dégagement),
- **DURMLS** (durées minimum des feux verts).

page ANNEXE I- 17 : les résultats de différentes heuristiques testées pour ce carrefour, rangés dans les fichiers nommés :

- "**PHASkPp**" pour les heuristiques concernant des permutations de mouvements consécutifs, de paramètres k et p, soit ici : PHAS6P6, PHAS6P1, PHAS5P3.
- "**PHASkNC**" pour les permutations de mouvements non consécutifs, où le nombre de mouvements à permuter est k : PHAS2A2, PHAS3NC, PHAS4NC.
- les détails des dates de début de feu vert des mouvements élémentaires sont enregistrés, pour les résultats de chaque heuristique, dans les fichiers : "**DEBVkPp**" et "**DEBVkNC**".

On trouve ainsi :

page ANNEXE I- 17 : PHAS6P6 ; page ANNEXE I- 19 : DEBV6P6 ;
page ANNEXE I- 21 : PHAS6P1 ; page ANNEXE I- 22 : DEBV6P1 ;
page ANNEXE I- 24 : PHAS5P3 ; page ANNEXE I- 25 : DEBV5P3 ;
page ANNEXE I- 27 : PHAS2A2 ; page ANNEXE I- 28 : DEBV2A2 ;
page ANNEXE I- 30 : PHAS3NC ; page ANNEXE I- 31 : DEBV3NC ;
page ANNEXE I- 33 : PHAS4NC ; page ANNEXE I- 34 : DEBV4NC ;

page ANNEXE I- 36 : le programme **PHASGEN**.

page ANNEXE I- 47 : la matrice des coefficients de gêne du carrefour : **GENLS**.

page ANNEXE I- 48 : les résultats de certaines heuristiques prenant en compte les coefficients de gêne, rangés dans les fichiers :

page ANNEXE I- 48 : **RGLS2NC** ; page ANNEXE I- 55 : **RGLS3NC** ;
page ANNEXE I- 59 : **RGLS5P3** ; page ANNEXE I- 63 : **RGLS6P4**.

```
 {$list-} {$symtab-}
program phasag(input,output,
               carf,mincp,mtdeg,tdurmin,result ) ;

  (* fichier carf = carrefour,                                    *)
  (*        mincp = matrice d'incompatibilite des mouvements,    *)
  (*        mtdeg = matrice des temps de degagement,             *)
  (*        tdurmin = tableau des durees minimum,                *)
  (*      result = meilleurs phasages obtenus                    *)


type comp  = 0..1;
     ch    = lstring(5);
     tmvt  = array [1..50] of ch;
     tcomp = array [1..50,1..50] of comp ;
     tdeg  = array [1..50,1..50] of integer ;
     tent  = array [1..50] of integer ;
     ens   = set of 1..50 ;
     tabens= array [1..50] of ens ;
     tperm = array [1..720,1..6] of integer ;
     ptent = array [1..5] of integer ;

var carf, mincp, mtdeg, tdurmin, result : text ;
    i, j, k, l, nmvt, nat, ind, nb, p : integer ;
    ndep, naperm, zopt, zmin, zech, nbperm, indopt : integer ;
    nbaperm, pas, dif, nap :integer ;
    mouv, mouvf, rep, reps  : ch ;
    mvt  : tmvt ;
    matincp : tcomp ;
    duree, tordmvt, perm, debvert, permopt, permin : tent ;
    penc : ens ;
    tpsdeg : tdeg ;
    recol :boolean ;
    tabperm : tperm ;
    tab : ptent ;

procedure reconnum( mouv : ch ;
                    nmvt : integer ;
                     mvt : tmvt ;
                   var k : integer );
   var i:integer;
   begin
      i:=1;
      while ( i<=nmvt ) and ( mouv<>mvt[i] ) do i:=i+1;
      k:=i;
   end;


procedure tpsmin ( nat    : integer ;
                   recol : boolean ;
                   tpsdeg : tdeg ;
                   tordmvt, duree : tent ;
                   var debvert : tent ;
                   var zopt : integer ) ;

     (*    nat = nbre de mouvements                              *)
     (*  tordmvt = tableau de l'ordre des mouvements             *)
     (*  duree   = tableau des durees                            *)
     (*  debvert = tableau des debuts de vert des mouvements     *)
     (*    zopt  = duree du cycle obtenue                        *)
```

```
var i, j, z, k, iemvt, jemvt, debminj, znec : integer ;
    tscomp : boolean ;
begin

   for i:=1 to nat do  debvert[i]:= 0 ;
   tscomp := true ;

       (*    debuts des feux verts     *)

   for i:=1 to (nat-1) do
      begin
          iemvt := tordmvt[i] ;
          for j:=i+1 to nat  do
             begin
                jemvt := tordmvt[j] ;
                if ( matincp[iemvt,jemvt] = 1 ) then
                   begin
                      tscomp := false ;
                      debminj := debvert[iemvt] + duree[iemvt]
                                                + tpsdeg[iemvt,jemvt] ;
                      if ( debvert[jemvt] < debminj ) then
                                          debvert[jemvt] := debminj ;
                   end;
             end ;

      end ;

       (*    duree du cycle   *)

   zopt := 0 ;

   if ( tscomp ) then  for i :=1 to nat  do
                         begin
                           znec := duree[tordmvt [i] ] ;
                           if ( zopt < znec )  then  zopt := znec ;
                         end
    else  if (recol) then
               for i := 1 to (nat-1) do
                 begin
                  iemvt := tordmvt[i] ;
                  for j := i+1 to nat  do
                    begin
                       jemvt := tordmvt[j] ;
                       if ( matincp[iemvt,jemvt] = 1 ) then
                          begin
                            znec := debvert[jemvt] - debvert[iemvt]
                                   + duree[jemvt] + tpsdeg[jemvt,iemvt] ;
                            if ( zopt < znec ) then  zopt := znec ;
                          end ;
                    end ;
                 end
              else  for i := 1 to nat do
                     begin
                       iemvt := tordmvt[i] ;
                       znec := debvert[iemvt] + duree[iemvt] ;
                       if ( zopt < znec ) then zopt := znec ;
                     end ;
```

```
   end ;


procedure permute( ndep, naperm : integer ;
                   var nbperm : integer ;
                   var tabperm: tperm     ) ;

   var fleche, perm : tent ;
       i, min, indmin : integer ;

   procedure memperm ;
   var i : integer ;
   begin
     for i:= ndep to naperm  do   tabperm[nbperm,i-ndep+1] := perm[i] ;
   end ;

   function mobile (indice : integer ) : integer ;
   var ind : integer ;
   begin
     mobile := 0 ;
     ind := indice + fleche[indice] ;
     if ( ind <= naperm )  and  ( ind >= ndep )   then
                  if  ( perm[ind] > perm[indice] ) then mobile :=1 ;
   end ;

   procedure echange( indice : integer ) ;
   var m,ind : integer ;
   begin
     ind := indice + fleche[indice] ;
     m := perm[indice] ;
     perm[indice] := perm[ind] ;
     perm[ind] := m ;
     m := fleche[indice] ;
     fleche[indice] := fleche[ind] ;
     fleche[ind] := m ;
   end ;

   procedure minmobi ( var min, indmin : integer ) ;
   var i : integer ;
   begin
     min := naperm +1 ;
     for i := ndep to naperm  do
       if ( mobile(i) = 1 )  then
          if ( perm[i] < min ) then
              begin
                min := perm[i] ;
                indmin := i ;
              end ;
   end ;

   procedure changefleches ( num : integer ) ;
   var i : integer ;
   begin
     for i := ndep to naperm  do
       if ( perm[i] < num )  then  fleche[i] := -fleche[i] ;
   end ;


 begin
```

```
      nbperm := 1 ;
      for i := ndep to naperm  do
         begin
           perm[i] := i ;
           fleche[i] := 1 ;
         end ;
      memperm ;
      minmobi (min, indmin ) ;
      while ( min <= naperm )   do
         begin
           echange ( indmin ) ;
           changefleches ( min ) ;
           nbperm := nbperm + 1 ;
           memperm ;
           minmobi ( min, indmin ) ;
         end ;
   end ;

procedure permk ( k, ndep :integer ;
                  tordmvt : tent ;
                  var zopt : integer ;
                  var permopt : tent ) ;
   var ind, naperm, zmin, indopt, i : integer ;
       recol : boolean ;
       perm : tent ;
   begin
      ind:= 1 ; naperm := ndep+k ;
      permute (ndep, naperm, nbperm, tabperm ) ;
      recol := true ; indopt := ind ;
      tpsmin ( nmvt, recol, tpsdeg, tordmvt, duree, debvert, zopt ) ;
      for i:=1 to nmvt  do  perm[i]:=permopt[i] ;
      while (ind <= nbperm )  do
       begin
        for i:= ndep to naperm do
                 perm[i] := tordmvt[ tabperm[ind,i-ndep+1] ] ;
        tpsmin ( nmvt, recol, tpsdeg, perm, duree, debvert, zmin ) ;
        if (zopt > zmin) then
          begin
            zopt := zmin ; indopt := ind ;
          end ;
        ind := ind + 1 ;
       end ;
      for i:=ndep to naperm  do
              permopt[i]:= tordmvt[ tabperm[indopt,i-ndep+1] ] ;

   end ;

procedure permnb ( nb, ndep :integer ;
                       tab : ptent ;
                   tordmvt : tent ;
                   var zopt : integer ;
                   var permopt : tent ) ;
   var ind, naperm, zmin, indopt, p : integer ;
       recol : boolean ;
       perm : tent ;
   begin
      ind:= 1 ; naperm := ndep+nb ;
      permute (ndep, naperm, nbperm, tabperm ) ;
      recol := true ; indopt := ind ;
```

```
      tpsmin ( nmvt, recol, tpsdeg, tordmvt, duree, debvert, zopt ) ;
      for p:=1 to nmvt  do  perm[p]:= permopt[p] ;
      while (ind <= nbperm )  do
       begin
        for p:= ndep to naperm do
                    perm[ tab[p] ] := tordmvt[tab[ tabperm[ind,p] ]];
        tpsmin ( nmvt, recol, tpsdeg, perm, duree, debvert, zmin ) ;
        if (zopt > zmin) then
          begin
           zopt := zmin ; indopt := ind ;
          end ;
        ind := ind + 1 ;
       end ;
      for p:=ndep to naperm  do
              permopt[ tab[p] ] := tordmvt[tab[ tabperm[indopt,p] ]];
   end ;


begin

  (* initialisations *)

   reset(carf) ;
    readln(carf,nmvt) ;
    for i:=1 to nmvt do  readln(carf,mvt[i]) ;
   close(carf) ;

   reset(mincp) ;
    for i:=1 to nmvt do
     begin
       for j:=1 to nmvt do  read(mincp,matincp[i,j]) ;
       readln(mincp);
     end;
   close(mincp) ;

   reset(mtdeg) ;
    for  i:=1 to nmvt  do
     begin
       for j:=1 to nmvt  do  read(mtdeg,tpsdeg[i,j] ) ;
       readln(mtdeg) ;
     end ;
   close(mtdeg) ;

   reset(tdurmin) ;
    for i:=1 to nmvt do  readln(tdurmin,duree[i] ) ;
   close(tdurmin) ;


     (*   programme general de phasage  *)

   rewrite(result);
   rep :='o' ;
   while ( rep='o' )  do
begin
   ndep :=1 ; k:= nmvt-ndep ; writeln ;
   writeln ('donner les mouvements dans l ordre : ') ;
   for i:=1 to nmvt  do
     begin
        readln (mouv) ;
        reconnum (mouv, nmvt, mvt, j ) ;
```

```
        tordmvt[i] := j ;
      end ;
    recol := true ;
    tpsmin( nmvt, recol, tpsdeg, tordmvt, duree, debvert, zopt );
    writeln(result) ; write(result,'ordre initial : ');
    for i:=1 to nmvt do write(result,' ',mvt[ tordmvt[i] ]);writeln(result);
    writeln(result,'duree initiale = ', zopt:3 ) ; writeln(result) ;
    for i:=1 to nmvt do
      begin
        permopt[i]:= tordmvt[i] ;
        permin[i]:=tordmvt[i] ;
      end ;
    write(result,'permutation de mvts consecutifs (o/n) ?  ');
    write('permutation de mvts consecutifs (o/n) ?  ');
    readln(reps) ;writeln(result,reps);
    if (reps='o')  then
  begin
    ndep :=1 ; k:= nmvt-ndep ;
    write('combien de mvts a permuter (pas plus de 6 ) ?  ');
    write(result,'combien de mvts a permuter ( pas plus de 6 ) ?  ');
    readln( nbaperm);writeln(result,nbaperm:1);
    write(result,'valeur du pas  ( <=',nbaperm:1,')  ?  ');
    write('valeur du pas  ( <=',nbaperm:1,')  ?  ');
    readln( pas);writeln(result,pas:1);writeln(result);
    dif := nbaperm-pas ;
    if (dif=0) then  dif:=1 ;

       (*   permutations (nbaperm)  par (nbaperm)
                                      avec un pas de (pas)     *)
    while (k >= dif)  do
      begin
        if (k > (nbaperm-1) )  then  k:= nbaperm-1 ;
        permk( k, ndep, permopt, zmin, permin ) ;
        if (zmin < zopt) then
         begin
          zopt := zmin;
          for i:=1 to nmvt do  permopt[i]:=permin[i] ;
         end ;
        ndep := ndep+pas ; k:= nmvt-ndep ;
      end ;

  end  else
  begin

    write(result,'combien de mvts a permuter (2,3,4)  ? ');
    write('combien de mvts a permuter (2,3,4)  ? ');
    readln(nap);writeln ;writeln(result,nap:1);writeln(result);
    if (nap=2) then
   begin
                    (*   echange des mvts 2 a 2   *)

     for i:=1 to (nmvt-1) do
      for j:=i+1 to nmvt do
        begin
          k:= permopt[i] ;
          permopt[i]:= permopt[j] ;
          permopt[j]:= k ;
          tpsmin( nmvt, recol, tpsdeg, permopt, duree, debvert, zech ) ;
          if (zech < zopt) then  zopt:= zech
           else begin
```

```
                k:=permopt[i] ;
                permopt[i]:= permopt[j] ;
                permopt[j]:= k ;
              end ;
      end ;

  end  else  if (nap=3) then
  begin
            (*   permutations de 3 mvts non consecutifs    *)

   nb:=2 ;
   for i :=1 to (nmvt-2)  do
    for j :=(i+1) to (nmvt-1)  do
     for k:=(j+1) to nmvt  do
     begin
       tab[1] := i ;
       tab[2] := j ;
       tab[3] := k ;
       permnb( nb, ndep, tab, permopt, zmin, permin ) ;
       if (zmin < zopt) then
        begin
         zopt := zmin;
         for p:=1 to nmvt do  permopt[p]:=permin[p] ;
        end ;
     end

  end  else  if (nap=4) then
  begin

   nb:=3 ;
   for i:=1 to (nmvt-3)  do
   for j :=(i+1) to (nmvt-2)  do
    for k :=(j+1) to (nmvt-1)  do
     for l:=(k+1) to nmvt  do
     begin
       tab[1] := i ;
       tab[2] := j ;
       tab[3] := k ;
       tab[4] := l ;
       permnb( nb, ndep, tab, permopt, zmin, permin ) ;
       if (zmin < zopt) then
        begin
         zopt := zmin;
         for p:=1 to nmvt do  permopt[p]:=permin[p] ;
        end ;
     end ;

 end else if (nap>4) then
      writeln('non, ce serait trop long !!!');

end;
  writeln ;
  write(result,'resultat final : ') ;
  write('resultat final : ') ;
  for i:=1 to nmvt do
    begin
       write(result,' ', mvt[ permopt[i] ]) ;
       write(' ', mvt[ permopt[i] ]) ;
    end;
  writeln ; writeln(result);
```

```
   writeln('zopt = ',zopt:3) ; writeln ;
   writeln(result,'duree = ',zopt:3) ; writeln(result) ;

   write ('un autre essai (o/n) ? ') ;
   readln (rep) ;writeln;
 end;
  close(result);
end.
```

carfls

11

a
b
c
d
e
f
g
h
i
j
k

matls

```
0 0 1 0 0 0 0 1 0 0 1
0 0 1 1 0 1 1 1 0 1 0
1 1 0 0 1 0 1 0 1 0 1
0 1 0 0 1 1 0 0 1 1 0
0 0 1 1 0 1 1 1 0 1 0
0 1 0 1 1 0 0 0 1 0 1
0 1 1 0 1 0 0 1 0 0 1
1 1 0 0 1 0 1 0 0 0 0
0 0 1 1 0 1 0 0 0 0 0
0 1 0 1 1 0 0 0 0 0 0
1 0 1 0 0 1 1 0 0 0 0
```

mtdegls

```
0 0 2 0 0 0 0 0 0 0 2
0 0 3 3 0 4 4 0 0 5 0
3 3 0 0 2 0 3 0 4 0 3
0 3 0 0 2 3 0 0 2 4 0
0 0 3 3 0 2 2 4 0 0 0
0 3 0 2 2 0 0 0 4 0 0
0 2 3 0 2 0 0 4 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
```

durmls

15
20
15
10
30
20
5
15
15
20
15

```
ordre initial :
 a b c d e f g h i j k
duree initiale = 107

permutation de mvts consecutifs (o/n) ?  o

combien de mvts a permuter ( pas plus de 6 ) ?  6

valeur du pas  ( <=6)  ?  6

resultat final :  a b e d f c g h i j k
zopt =  81


ordre initial :
 a k c g e j d i f b h
duree initiale = 192

permutation de mvts consecutifs (o/n) ?  o

combien de mvts a permuter ( pas plus de 6 ) ?  6

valeur du pas  ( <=6)  ?  6

resultat final :  j c a k e g d b i f h
zopt =  92


ordre initial :
 h c d g a e b i k f j
duree initiale =  79

permutation de mvts consecutifs (o/n) ?  o

combien de mvts a permuter ( pas plus de 6 ) ?  6

valeur du pas  ( <=6)  ?  6

resultat final :  h c d g a e b i k f j
zopt =  79


ordre initial :
 j f k i b e a g d c h
duree initiale =  69

permutation de mvts consecutifs (o/n) ?  o

combien de mvts a permuter ( pas plus de 6 ) ?  6

valeur du pas  ( <=6)  ?  6

resultat final :  k i b e j f a g d c h
zopt =  67
```

```
ordre initial :
 c e k i a g d b j f h
duree initiale =  92

permutation de mvts consecutifs (o/n) ?  o

combien de mvts a permuter ( pas plus de 6 ) ?  6

valeur du pas  ( <=6)  ?  6

resultat final :  c e k i a g d b j f h
zopt =  92
```

```
mvts dans l ordre :  a b e d f c g h i j k

 debut du vert pour a :   0
 debut du vert pour b :   0
 debut du vert pour e :   0
 debut du vert pour d :  33
 debut du vert pour f :  46
 debut du vert pour c :  33
 debut du vert pour g :  51
 debut du vert pour h :  60
 debut du vert pour i :  70
 debut du vert pour j :  47
 debut du vert pour k :  66

duree du cycle :  81


mvts dans l ordre :  j c a k e g d b i f h

 debut du vert pour j :   0
 debut du vert pour c :   0
 debut du vert pour a :  18
 debut du vert pour k :  35
 debut du vert pour e :  20
 debut du vert pour g :  52
 debut du vert pour d :  53
 debut du vert pour b :  66
 debut du vert pour i :  65
 debut du vert pour f :  90
 debut du vert pour h :  86

duree du cycle :  92


mvts dans l ordre :  h c d g a e b i k f j

 debut du vert pour h :   0
 debut du vert pour c :   0
 debut du vert pour d :   0
 debut du vert pour g :  18
 debut du vert pour a :  18
 debut du vert pour e :  25
 debut du vert pour b :  25
 debut du vert pour i :  19
 debut du vert pour k :  35
 debut du vert pour f :  57
 debut du vert pour j :  55

duree du cycle :  79
```

```
mvts dans l ordre :  k i b e j f a g d c h

 debut du vert pour k :   0
 debut du vert pour i :   0
 debut du vert pour b :   0
 debut du vert pour e :   0
 debut du vert pour j :  30
 debut du vert pour f :  32
 debut du vert pour a :  15
 debut du vert pour g :  32
 debut du vert pour d :  54
 debut du vert pour c :  40
 debut du vert pour h :  41

duree du cycle :  67


mvts dans l ordre :  c e k i a g d b j f h

 debut du vert pour c :   0
 debut du vert pour e :  17
 debut du vert pour k :  18
 debut du vert pour i :  19
 debut du vert pour a :  33
 debut du vert pour g :  49
 debut du vert pour d :  50
 debut du vert pour b :  63
 debut du vert pour j :  88
 debut du vert pour f :  87
 debut du vert pour h :  83

duree du cycle :  92
```

```
ordre initial :  a b c d e f g h i j k
duree initiale = 107

permutation de mvts consecutifs (o/n) ?  o
combien de mvts a permuter ( pas plus de 6 ) ?  6
valeur du pas  ( <=6)  ?  1

resultat final :  a b e d f c g h i j k
duree =  81


ordre initial :  a k c g e j d i f b h
duree initiale = 192

permutation de mvts consecutifs (o/n) ?  o
combien de mvts a permuter ( pas plus de 6 ) ?  6
valeur du pas  ( <=6)  ?  1

resultat final :  j c g f d i a e k b h
duree =  67


ordre initial :  h c d g a e b i k f j
duree initiale =  79

permutation de mvts consecutifs (o/n) ?  o
combien de mvts a permuter ( pas plus de 6 ) ?  6
valeur du pas  ( <=6)  ?  1

resultat final :  h c a e i b k g f j d
duree =  67


ordre initial :  j f k i b e a g d c h
duree initiale =  69

permutation de mvts consecutifs (o/n) ?  o
combien de mvts a permuter ( pas plus de 6 ) ?  6
valeur du pas  ( <=6)  ?  1

resultat final :  k i b e j f a g d c h
duree =  67


ordre initial :  c e k i a g d b j f h
duree initiale =  92

permutation de mvts consecutifs (o/n) ?  o
combien de mvts a permuter ( pas plus de 6 ) ?  6
valeur du pas  ( <=6)  ?  1

resultat final :  c a i k e b g j f d h
duree =  67
```

```
mvts dans l ordre :  a b e d f c g h i j k

 debut du vert pour a :   0
 debut du vert pour b :   0
 debut du vert pour e :   0
 debut du vert pour d :  33
 debut du vert pour f :  46
 debut du vert pour c :  33
 debut du vert pour g :  51
 debut du vert pour h :  60
 debut du vert pour i :  70
 debut du vert pour j :  47
 debut du vert pour k :  66

duree du cycle :  81


mvts dans l ordre :  j c g f d i a e k b h

 debut du vert pour j :   0
 debut du vert pour c :   0
 debut du vert pour g :  18
 debut du vert pour f :   0
 debut du vert pour d :  22
 debut du vert pour i :  34
 debut du vert pour a :  18
 debut du vert pour e :  34
 debut du vert pour k :  35
 debut du vert pour b :  35
 debut du vert pour h :  68

duree du cycle :  67


mvts dans l ordre :  h c a e i b k g f j d

 debut du vert pour h :   0
 debut du vert pour c :   0
 debut du vert pour a :  18
 debut du vert pour e :  17
 debut du vert pour i :  19
 debut du vert pour b :  18
 debut du vert pour k :  35
 debut du vert pour g :  50
 debut du vert pour f :  50
 debut du vert pour j :  47
 debut du vert pour d :  72

duree du cycle :  67
```

```
mvts dans l ordre :  k i b e j f a g d c h

 debut du vert pour k :   0
 debut du vert pour i :   0
 debut du vert pour b :   0
 debut du vert pour e :   0
 debut du vert pour j :  30
 debut du vert pour f :  32
 debut du vert pour a :  15
 debut du vert pour g :  32
 debut du vert pour d :  54
 debut du vert pour c :  40
 debut du vert pour h :  41

duree du cycle :  67


mvts dans l ordre :  c a i k e b g j f d h

 debut du vert pour c :   0
 debut du vert pour a :  18
 debut du vert pour i :  19
 debut du vert pour k :  35
 debut du vert pour e :  17
 debut du vert pour b :  18
 debut du vert pour g :  50
 debut du vert pour j :  47
 debut du vert pour f :  50
 debut du vert pour d :  72
 debut du vert pour h :  59

duree du cycle :  67
```

```
ordre initial :  a b c d e f g h i j k
duree initiale = 107

permutation de mvts consecutifs (o/n) ?  o
combien de mvts a permuter ( pas plus de 6 ) ?  5
valeur du pas  ( <=5)  ?  3

resultat final :  a e b d c f g h i j k
duree =  81


ordre initial :  a k c g e j d i f b h
duree initiale = 192

permutation de mvts consecutifs (o/n) ?  o
combien de mvts a permuter ( pas plus de 6 ) ?  5
valeur du pas  ( <=5)  ?  3

resultat final :  a e g i d j k c h f b
duree =  76


ordre initial :  h c d g a e b i k f j
duree initiale =  79

permutation de mvts consecutifs (o/n) ?  o
combien de mvts a permuter ( pas plus de 6 ) ?  5
valeur du pas  ( <=5)  ?  3

resultat final :  h c d g a e b i k f j
duree =  79


ordre initial :  j f k i b e a g d c h
duree initiale =  69

permutation de mvts consecutifs (o/n) ?  o
combien de mvts a permuter ( pas plus de 6 ) ?  5
valeur du pas  ( <=5)  ?  3

resultat final :  j f k i b e a g d c h
duree =  69


ordre initial :  c e k i a g d b j f h
duree initiale =  92

permutation de mvts consecutifs (o/n) ?  o
combien de mvts a permuter ( pas plus de 6 ) ?  5
valeur du pas  ( <=5)  ?  3

resultat final :  c e k i b d g a j f h
duree =  68
```

```
mvts dans l ordre :  a e b d c f g h i j k

 debut du vert pour a :   0
 debut du vert pour e :   0
 debut du vert pour b :   0
 debut du vert pour d :  33
 debut du vert pour c :  33
 debut du vert pour f :  46
 debut du vert pour g :  51
 debut du vert pour h :  60
 debut du vert pour i :  70
 debut du vert pour j :  47
 debut du vert pour k :  66

duree du cycle :  81


mvts dans l ordre :  a e g i d j k c h f b

 debut du vert pour a :   0
 debut du vert pour e :   0
 debut du vert pour g :  32
 debut du vert pour i :   0
 debut du vert pour d :  33
 debut du vert pour j :  47
 debut du vert pour k :  37
 debut du vert pour c :  52
 debut du vert pour h :  41
 debut du vert pour f :  52
 debut du vert pour b :  75

duree du cycle :  76


mvts dans l ordre :  h c d g a e b i k f j

 debut du vert pour h :   0
 debut du vert pour c :   0
 debut du vert pour d :   0
 debut du vert pour g :  18
 debut du vert pour a :  18
 debut du vert pour e :  25
 debut du vert pour b :  25
 debut du vert pour i :  19
 debut du vert pour k :  35
 debut du vert pour f :  57
 debut du vert pour j :  55

duree du cycle :  79
```

```
mvts dans l ordre :  j f k i b e a g d c h

 debut du vert pour j :   0
 debut du vert pour f :   0
 debut du vert pour k :  20
 debut du vert pour i :  24
 debut du vert pour b :  23
 debut du vert pour e :  22
 debut du vert pour a :  35
 debut du vert pour g :  54
 debut du vert pour d :  55
 debut du vert pour c :  62
 debut du vert pour h :  63

duree du cycle :  69


mvts dans l ordre :  c e k i b d g a j f h

 debut du vert pour c :   0
 debut du vert pour e :  17
 debut du vert pour k :  18
 debut du vert pour i :  19
 debut du vert pour b :  18
 debut du vert pour d :  50
 debut du vert pour g :  49
 debut du vert pour a :  33
 debut du vert pour j :  64
 debut du vert pour f :  63
 debut du vert pour h :  58

duree du cycle :  68
```

```
ordre initial :  a b c d e f g h i j k
duree initiale = 107

permutation de mvts consecutifs (o/n) ?  n
combien de mvts a permuter (2,3,4)  ? 2

resultat final :  e b c d h f g a i j k
duree =  69
----------------------------------------

ordre initial :  a k c g e j d i f b h
duree initiale = 192

permutation de mvts consecutifs (o/n) ?  n
combien de mvts a permuter (2,3,4)  ? 2

resultat final :  f c g a k j d i e b h
duree =  67
----------------------------------------

ordre initial :  h c d g a e b i k f j
duree initiale =  79

permutation de mvts consecutifs (o/n) ?  n
combien de mvts a permuter (2,3,4)  ? 2

resultat final :  j c d g a e b i k h f
duree =  66
----------------------------------------

ordre initial :  j f k i b e a g d c h
duree initiale =  69

permutation de mvts consecutifs (o/n) ?  n
combien de mvts a permuter (2,3,4)  ? 2

resultat final :  c f k i b e a g d j h
duree =  68
----------------------------------------

ordre initial :  c e k i a g d b j f h
duree initiale =  92

permutation de mvts consecutifs (o/n) ?  n
combien de mvts a permuter (2,3,4)  ? 2

resultat final :  b e k i a g f c j d h
duree =  67
----------------------------------------
```

```
mvts dans l ordre :  e b c d h f g a i j k

 debut du vert pour e :   0
 debut du vert pour b :   0
 debut du vert pour c :  33
 debut du vert pour d :  33
 debut du vert pour h :  34
 debut du vert pour f :  46
 debut du vert pour g :  51
 debut du vert pour a :  51
 debut du vert pour i :  70
 debut du vert pour j :  47
 debut du vert pour k :  68

duree du cycle :  69


mvts dans l ordre :  f c g a k j d i e b h

 debut du vert pour f :   0
 debut du vert pour c :   0
 debut du vert pour g :  18
 debut du vert pour a :  18
 debut du vert pour k :  35
 debut du vert pour j :   0
 debut du vert pour d :  22
 debut du vert pour i :  34
 debut du vert pour e :  34
 debut du vert pour b :  35
 debut du vert pour h :  68

duree du cycle :  67


mvts dans l ordre :  j c d g a e b i k h f

 debut du vert pour j :   0
 debut du vert pour c :   0
 debut du vert pour d :  20
 debut du vert pour g :  18
 debut du vert pour a :  18
 debut du vert pour e :  32
 debut du vert pour b :  33
 debut du vert pour i :  32
 debut du vert pour k :  35
 debut du vert pour h :  66
 debut du vert pour f :  64

duree du cycle :  66
```

```
mvts dans l ordre :  c f k i b e a g d j h

 debut du vert pour c :   0
 debut du vert pour f :   0
 debut du vert pour k :  20
 debut du vert pour i :  24
 debut du vert pour b :  23
 debut du vert pour e :  22
 debut du vert pour a :  35
 debut du vert pour g :  54
 debut du vert pour d :  55
 debut du vert pour j :  69
 debut du vert pour h :  63

duree du cycle :  68


mvts dans l ordre :  b e k i a g f c j d h

 debut du vert pour b :   0
 debut du vert pour e :   0
 debut du vert pour k :   0
 debut du vert pour i :   0
 debut du vert pour a :  15
 debut du vert pour g :  32
 debut du vert pour f :  32
 debut du vert pour c :  40
 debut du vert pour j :  30
 debut du vert pour d :  54
 debut du vert pour h :  41

duree du cycle :  67
```

```
ordre initial :  a b c d e f g h i j k
duree initiale = 107

permutation de mvts consecutifs (o/n) ?  n
combien de mvts a permuter (2,3,4)  ? 3

resultat final :  e k a j g f c d i h b
duree =  66
----------------------------------------

ordre initial :  a k c g e j d i f b h
duree initiale = 192

permutation de mvts consecutifs (o/n) ?  n
combien de mvts a permuter (2,3,4)  ? 3

resultat final :  c j h g a d e i k b f
duree =  66
----------------------------------------

ordre initial :  h c d g a e b i k f j
duree initiale =  79

permutation de mvts consecutifs (o/n) ?  n
combien de mvts a permuter (2,3,4)  ? 3

resultat final :  g k d b i e a c f h j
duree =  66
----------------------------------------

ordre initial :  j f k i b e a g d c h
duree initiale =  69

permutation de mvts consecutifs (o/n) ?  n
combien de mvts a permuter (2,3,4)  ? 3

resultat final :  h c k i b e a g f j d
duree =  66
----------------------------------------

ordre initial :  c e k i a g d b j f h
duree initiale =  92

permutation de mvts consecutifs (o/n) ?  n
combien de mvts a permuter (2,3,4)  ? 3

resultat final :  c b k i e g f a j d h
duree =  66
----------------------------------------
```

```
mvts dans l ordre :  e k a j g f c d i h b

 debut du vert pour e :   0
 debut du vert pour k :   0
 debut du vert pour a :  15
 debut du vert pour j :  30
 debut du vert pour g :  32
 debut du vert pour f :  32
 debut du vert pour c :  40
 debut du vert pour d :  54
 debut du vert pour i :  66
 debut du vert pour h :  41
 debut du vert pour b :  67

duree du cycle :  66


mvts dans l ordre :  c j h g a d e i k b f

 debut du vert pour c :   0
 debut du vert pour j :   0
 debut du vert pour h :   0
 debut du vert pour g :  18
 debut du vert pour a :  18
 debut du vert pour d :  20
 debut du vert pour e :  32
 debut du vert pour i :  32
 debut du vert pour k :  35
 debut du vert pour b :  33
 debut du vert pour f :  64

duree du cycle :  66


mvts dans l ordre :  g k d b i e a c f h j

 debut du vert pour g :   0
 debut du vert pour k :   5
 debut du vert pour d :   0
 debut du vert pour b :  13
 debut du vert pour i :  12
 debut du vert pour e :  12
 debut du vert pour a :  20
 debut du vert pour c :  45
 debut du vert pour f :  44
 debut du vert pour h :  46
 debut du vert pour j :  42

duree du cycle :  66
```

```
mvts dans l ordre :  h c k i b e a g f j d

 debut du vert pour h :   0
 debut du vert pour c :   0
 debut du vert pour k :  18
 debut du vert pour i :  19
 debut du vert pour b :  18
 debut du vert pour e :  17
 debut du vert pour a :  33
 debut du vert pour g :  49
 debut du vert pour f :  49
 debut du vert pour j :  47
 debut du vert pour d :  71

duree du cycle :  66


mvts dans l ordre :  c b k i e g f a j d h

 debut du vert pour c :   0
 debut du vert pour b :  18
 debut du vert pour k :  18
 debut du vert pour i :  19
 debut du vert pour e :  17
 debut du vert pour g :  49
 debut du vert pour f :  49
 debut du vert pour a :  33
 debut du vert pour j :  47
 debut du vert pour d :  71
 debut du vert pour h :  58

duree du cycle :  66
```

```
ordre initial :  a b c d e f g h i j k
duree initiale = 107

permutation de mvts consecutifs (o/n) ?  n
combien de mvts a permuter (2,3,4)  ? 4

resultat final :  d g i b k e f a h j c
duree =  66
----------------------------------------

ordre initial :  a k c g e j d i f b h
duree initiale = 192

permutation de mvts consecutifs (o/n) ?  n
combien de mvts a permuter (2,3,4)  ? 4

resultat final :  g h f c k d e a i b j
duree =  66
----------------------------------------

ordre initial :  h c d g a e b i k f j
duree initiale =  79

permutation de mvts consecutifs (o/n) ?  n
combien de mvts a permuter (2,3,4)  ? 4

resultat final :  a f d c h e b i k g j
duree =  66
----------------------------------------

ordre initial :  j f k i b e a g d c h
duree initiale =  69

permutation de mvts consecutifs (o/n) ?  n
combien de mvts a permuter (2,3,4)  ? 4

resultat final :  g d k i b e a c f j h
duree =  66
----------------------------------------

ordre initial :  c e k i a g d b j f h
duree initiale =  92

permutation de mvts consecutifs (o/n) ?  n
combien de mvts a permuter (2,3,4)  ? 4

resultat final :  c e b i k g f a j d h
duree =  66
----------------------------------------
```

```
mvts dans l ordre :  d g i b k e f a h j c

 debut du vert pour d :   0
 debut du vert pour g :   0
 debut du vert pour i :  12
 debut du vert pour b :  13
 debut du vert pour k :   5
 debut du vert pour e :  12
 debut du vert pour f :  44
 debut du vert pour a :  20
 debut du vert pour h :  46
 debut du vert pour j :  42
 debut du vert pour c :  45

duree du cycle :  66


mvts dans l ordre :  g h f c k d e a i b j

 debut du vert pour g :   0
 debut du vert pour h :   9
 debut du vert pour f :   0
 debut du vert pour c :   8
 debut du vert pour k :  26
 debut du vert pour d :  22
 debut du vert pour e :  34
 debut du vert pour a :  41
 debut du vert pour i :  34
 debut du vert pour b :  35
 debut du vert pour j :  64

duree du cycle :  66


mvts dans l ordre :  a f d c h e b i k g j

 debut du vert pour a :   0
 debut du vert pour f :   0
 debut du vert pour d :  22
 debut du vert pour c :  17
 debut du vert pour h :  15
 debut du vert pour e :  34
 debut du vert pour b :  35
 debut du vert pour i :  36
 debut du vert pour k :  35
 debut du vert pour g :  66
 debut du vert pour j :  64

duree du cycle :  66
```

```
mvts dans l ordre :  g d k i b e a c f j h

 debut du vert pour g :   0
 debut du vert pour d :   0
 debut du vert pour k :   5
 debut du vert pour i :  12
 debut du vert pour b :  13
 debut du vert pour e :  12
 debut du vert pour a :  20
 debut du vert pour c :  45
 debut du vert pour f :  44
 debut du vert pour j :  42
 debut du vert pour h :  46

duree du cycle :  66


mvts dans l ordre :  c e b i k g f a j d h

 debut du vert pour c :   0
 debut du vert pour e :  17
 debut du vert pour b :  18
 debut du vert pour i :  19
 debut du vert pour k :  18
 debut du vert pour g :  49
 debut du vert pour f :  49
 debut du vert pour a :  33
 debut du vert pour j :  47
 debut du vert pour d :  71
 debut du vert pour h :  58

duree du cycle :  66
```

```
 {$list-} {$symtab-}
program phasgen(input,output,result ) ;
----------------------------------------
  (* fichier carf = carrefour,                                        *)
  (*        mincp = matrice d'incompatibilite des mouvements,        *)
  (*        mtdeg = matrice des temps de degagement,                 *)
  (*       tdurmin = tableau des durees minimum,                     *)
  (*       mcogen = matrice des coefficients de gene,                *)
  (*       result = meilleurs phasages obtenus                       *)


type comp  = 0..1;
     ch    = lstring(5);
     tmvt  = array [1..30] of ch;
     tcomp = array [1..30,1..30] of comp ;
     tdeg  = array [1..30,1..30] of integer ;
     tent  = array [1..30] of integer ;
     tperm = array [1..720,1..6] of integer ;
     ptent = array [1..5] of integer ;
     tcoef = array [1..30,1..30] of real ;


var carf, mincp, mtdeg, tdurmin, mcogen, result : text ;
    i, j, k, l, nmvt, nb, p, q, iemvt : integer ;
    ndep, naperm, zopt, zmin, nbperm : integer ;
    nbaperm, pas, dif, zcomp :integer ;
    mouv, rep, reps : ch ;
    mvt  : tmvt ;
    matincp, mcomp, compopt, mcp : tcomp ;
    duree, tordmvt, perm, debvert, permopt, permin : tent ;
    ndver, nduree, duropt, dveropt, ndv, ndur : tent ;
    tpsdeg : tdeg ;
    tabperm : tperm ;
    tab : ptent ;
    coefg : tcoef ;

const carr = 'carfls' ;
      mat = 'matls' ;
      mtd = 'mtdegls' ;
      dur = 'durmls' ;
      mcg = 'genls' ;

procedure reconnum( mouv : ch ;
                    var k : integer );
   var i:integer;
   begin
      i:=1;
      while ( i<=nmvt ) and ( mouv<>mvt[i] ) do i:=i+1;
      k:=i;
   end;


procedure tpsmin ( nat   : integer ;
                   recol : boolean ;
                   matincp : tcomp ;
                   tordmvt, duree : tent ;
                   var debvert : tent ;
                   var zopt : integer ) ;

     (*    nat = nbre de mouvements                                  *)
```

```
  (*  tordmvt = tableau de l'ordre des mouvements          *)
  (*  duree   = tableau des durees                         *)
  (*  debvert = tableau des debuts de vert des mouvements  *)
  (*    zopt  = duree du cycle obtenue                     *)


var i, j, z, k, iemvt, jemvt, debminj, znec : integer ;
    tscomp : boolean ;
begin

   for i:=1 to nat do  debvert[i]:= 0 ;
   tscomp := true ;

       (*    debuts des feux verts     *)

   for i:=1 to (nat-1) do
    begin
      iemvt := tordmvt[i] ;
      for j:=i+1 to nat  do
         begin
           jemvt := tordmvt[j] ;
           if ( matincp[iemvt,jemvt] = 1 ) then
            begin
              tscomp := false ;
              debminj := debvert[iemvt] + duree[iemvt]
                                          + tpsdeg[iemvt,jemvt] ;
              if ( debvert[jemvt] < debminj ) then
                                       debvert[jemvt] := debminj ;
            end;
         end ;

    end ;

       (*    duree du cycle   *)

   zopt := 0 ;

   if ( tscomp ) then  for i :=1 to nat  do
         begin
           znec := duree[tordmvt [i] ] ;
           if ( zopt < znec )  then  zopt := znec ;
         end
    else  if (recol) then
             for i := 1 to (nat-1) do
               begin
                iemvt := tordmvt[i] ;
                for j := i+1 to nat  do
                  begin
                   jemvt := tordmvt[j] ;
                   if ( matincp[iemvt,jemvt] = 1 ) then
                      begin
                        znec:= debvert[jemvt] - debvert[iemvt]
                               + duree[jemvt] + tpsdeg[jemvt,iemvt];
                        if ( zopt < znec ) then  zopt := znec ;
                      end ;
                  end ;
               end
             else  for i := 1 to nat do
                    begin
                      iemvt := tordmvt[i] ;
```

```
                        znec := debvert[iemvt] + duree[iemvt] ;
                        if ( zopt < znec ) then zopt := znec ;
                      end ;
    for i:=1 to nat do
       begin
         iemvt := tordmvt[i] ;
         if ( debvert[iemvt] >= zopt ) then
                    debvert[iemvt] := debvert[iemvt] - zopt ;
       end ;

end ;


procedure permute( ndep, naperm : integer ;
                   var nbperm : integer ;
                   var tabperm: tperm     ) ;

   var fleche, perm : tent ;
       i, min, indmin : integer ;

   procedure memperm ;
   var i : integer ;
   begin
     for i:= ndep to naperm  do   tabperm[nbperm,i-ndep+1] := perm[i] ;
   end ;

   function mobile (indice : integer ) : integer ;
   var ind : integer ;
   begin
     mobile := 0 ;
     ind := indice + fleche[indice] ;
     if ( ind <= naperm )  and  ( ind >= ndep )   then
                  if  ( perm[ind] > perm[indice] ) then mobile :=1 ;
   end ;

   procedure echange( indice : integer ) ;
   var m,ind : integer ;
   begin
     ind := indice + fleche[indice] ;
     m := perm[indice] ;
     perm[indice] := perm[ind] ;
     perm[ind] := m ;
     m := fleche[indice] ;
     fleche[indice] := fleche[ind] ;
     fleche[ind] := m ;
   end ;

   procedure minmobi ( var min, indmin : integer ) ;
   var i : integer ;
   begin
     min := naperm +1 ;
     for i := ndep to naperm  do
       if ( mobile(i) = 1 )  then
          if ( perm[i] < min ) then
              begin
                min := perm[i] ;
                indmin := i ;
              end ;
   end ;
```

```
procedure changefleches ( num : integer ) ;
var i : integer ;
begin
  for i := ndep to naperm  do
    if ( perm[i] < num )  then  fleche[i] := -fleche[i] ;
end ;


begin

  nbperm := 1 ;
  for i := ndep to naperm  do
     begin
       perm[i] := i ;
       fleche[i] := 1 ;
     end ;
  memperm ;
  minmobi (min, indmin ) ;
  while ( min <= naperm )   do
     begin
       echange ( indmin ) ;
       changefleches ( min ) ;
       nbperm := nbperm + 1 ;
       memperm ;
       minmobi ( min, indmin ) ;
     end ;
end ;


procedure tasgen ( tordmvt : tent ;
                   matincp : tcomp ;
                var nduree, ndver : tent ;
                var mcomp : tcomp ;
                var zcomp : integer ) ;
  var i, j, k, iemvt, jemvt, kemvt, zmin, dmin :integer ;
      duri, durj, debj :integer;
      recol, superp : boolean ;
      zdur : real ;
      dver : tent ;
  begin
    for i:=1 to nmvt do
     begin
       nduree[i] := duree[i] ;
       for j:=1 to nmvt do  mcomp[i,j] := matincp[i,j] ;
     end;
    for i:=1 to nmvt do
     begin
      iemvt := tordmvt[i] ;
      for j:=1 to nmvt do
       begin
        jemvt := tordmvt[j] ;
        if ( matincp[iemvt,jemvt] = 0 ) then
         if(coefg[iemvt,jemvt] > 1.0)or(coefg[jemvt,iemvt] > 1.0)then
           begin
             mcomp[iemvt,jemvt] := 1 ;
             mcomp[jemvt,iemvt] := 1 ;
           end ;
       end ;
     end ;
```

```
recol := true ;
tpsmin(nmvt, recol, mcomp, tordmvt, nduree, ndver, zcomp);

for i:=1 to ( nmvt-1 ) do
 begin
  iemvt := tordmvt[i] ;
  for j:=i+1 to nmvt  do
   begin
    jemvt := tordmvt[j] ;
    if( matincp[iemvt,jemvt]= 0 )and( mcomp[iemvt,jemvt]= 1 )then
     if ( ndver[jemvt] = ndver[iemvt] + nduree[iemvt] ) or
      ( ndver[jemvt] = ndver[iemvt] + nduree[iemvt] - zcomp ) then
       begin

         (* on essaye de superposer le ieme et le jeme mouvement *)

         debj := ndver[jemvt] ;  ndver[jemvt] := ndver[iemvt] ;
         mcomp[iemvt,jemvt] := 0 ; mcomp[jemvt,iemvt] := 0 ;
         for k:=1 to (j-1) do
          begin      (* recherche du debut de vert du jeme mvt *)
           kemvt := tordmvt[k] ;
           if ( mcomp[kemvt,jemvt] = 1 ) then
            begin
             dmin := ndver[kemvt] + nduree[kemvt]
                              + tpsdeg[kemvt,jemvt] ;
             if ( ndver[jemvt] < dmin ) then ndver[jemvt] := dmin ;
            end ;
          end ;
         if ( ndver[jemvt] >= zcomp ) then
                             ndver[jemvt] := ndver[jemvt] - zcomp ;
         superp := false ;
         if (  ndver[jemvt] >= ndver[iemvt]  ) then
          begin
           if ( ndver[jemvt] < ndver[iemvt] + nduree[iemvt] )  or
            ( ndver[iemvt] < ndver[jemvt] + nduree[jemvt] - zcomp )
           then  superp := true
          end
         else
           if ( ndver[iemvt] < ndver[jemvt] + nduree[jemvt] )  or
           ( ndver[jemvt] < ndver[iemvt] + nduree[iemvt] - zcomp )
           then  superp := true ;
         if ( superp ) then
          begin
           duri := nduree[iemvt] ;
           zdur := duri * coefg[iemvt,jemvt];
           nduree[iemvt] := round(zdur) ;
           durj := nduree[jemvt] ;
           zdur := durj * coefg[jemvt,iemvt];
           nduree[jemvt] := round(zdur) ;
           tpsmin( nmvt, recol, mcomp, tordmvt, nduree, dver, zmin);
           if ( zcomp <= zmin ) then
             begin
                nduree[iemvt] := duri ;
                nduree[jemvt] := durj ;
                ndver[jemvt] := debj ;
                mcomp[iemvt,jemvt] := 1 ;
                mcomp[jemvt,iemvt] := 1 ;
             end else
                  begin
                   zcomp := zmin ;
```

```
                        for k:=1 to nmvt do  ndver[k] := dver[k] ;
                       end ;
                end ;
             end ;
          end ;
       end;
    end;


procedure permk ( k, ndep :integer ;
                  tordmvt : tent ;
                  var zopt : integer ;
                  var permopt, duropt, dveropt : tent ;
                  var compopt : tcomp ) ;
   var ind, naperm, indopt, i, j, zmini : integer ;
       perm : tent ;
   begin
      ind:= 1 ; naperm := ndep+k ;
      permute (ndep, naperm, nbperm, tabperm ) ;
      indopt := ind ;
      tasgen( tordmvt, matincp, duropt, dveropt, compopt, zopt);
      for i:=1 to nmvt  do  perm[i]:=permopt[i] ;
      while (ind <= nbperm )  do
       begin
        for i:= ndep to naperm do
                 perm[i] := tordmvt[ tabperm[ind,i-ndep+1] ] ;
        tasgen ( perm, matincp, ndur, ndv, mcp, zmini );
        if (zopt > zmini) then
          begin
            zopt := zmini ;
            indopt := ind ;
            for i:=1 to nmvt do
             begin
               duropt[i] := ndur[i] ;
               dveropt[i] := ndv[i] ;
               for j:=1 to nmvt do  compopt[i,j] := mcp[i,j] ;
             end ;
          end ;
        ind := ind + 1 ;
       end ;
      for i:=ndep to naperm  do
             permopt[i]:= tordmvt[ tabperm[indopt,i-ndep+1] ] ;

   end ;

procedure permnb ( nb, ndep :integer ;
                       tab : ptent ;
                  tordmvt : tent ;
                  var zopt : integer ;
                  var peropt, duropt, dveropt : tent ;
                  var compopt : tcomp ) ;
   var ind, naperm, zmini, indopt, p, q : integer ;
       perm : tent ;
   begin
      ind:= 1 ; naperm := ndep+nb ;
      permute (ndep, naperm, nbperm, tabperm ) ;
      indopt := ind ;
      tasgen ( tordmvt, matincp, duropt, dveropt, compopt, zopt);
      for p:=1 to nmvt  do
      begin
```

```
      perm[p]:= permopt[p] ;
      peropt[p] := permopt[p] ;
     end ;
     while (ind <= nbperm )  do
      begin
       for p:= ndep to naperm do
                  perm[ tab[p] ] := tordmvt[tab[ tabperm[ind,p] ]];
       tasgen( perm, matincp, ndur, ndv, mcp, zmini );
       if (zopt > zmini) then
         begin
          zopt := zmini ;
          indopt := ind ;
          for p:=1 to nmvt do
           begin
            duropt[p] := ndur[p] ;
            dveropt[p] := ndv[p] ;
            for q:=1 to nmvt do  compopt[p,q] := mcp[p,q] ;
           end ;
         end ;
       ind := ind + 1 ;
      end ;
     for p:=ndep to naperm  do
             peropt[ tab[p] ] := tordmvt[tab[ tabperm[indopt,p] ]];
  end ;


begin

  (* initialisations *)

   assign (carf, carr) ;
   assign (mincp, mat) ;
   assign (mtdeg, mtd) ;
   assign (tdurmin, dur) ;
   assign (mcogen, mcg) ;

   reset(carf) ;
    readln(carf,nmvt) ;
    for i:=1 to nmvt do  readln(carf,mvt[i]) ;
   close(carf) ;

   reset(mincp) ;
    for i:=1 to nmvt do
     begin
       for j:=1 to nmvt do  read(mincp,matincp[i,j]) ;
       readln(mincp);
     end;
   close(mincp) ;

   reset(mtdeg) ;
    for  i:=1 to nmvt  do
     begin
       for j:=1 to nmvt  do  read(mtdeg,tpsdeg[i,j] ) ;
       readln(mtdeg) ;
     end ;
   close(mtdeg) ;

   reset(tdurmin) ;
    for i:=1 to nmvt do  readln(tdurmin,duree[i] ) ;
```

```
  close(tdurmin) ;

  reset(mcogen) ;
   for i:=1 to nmvt do
    begin
      for j:=1 to nmvt do read(mcogen, coefg[i,j]) ;
      readln(mcogen) ;
    end ;
  close(mcogen) ;


     (*   programme general de phasage  *)

  rewrite(result);
  rep :='o' ;
  while ( rep='o' )  do
begin
  ndep :=1 ; k:= nmvt-ndep ; writeln ;
  writeln ('donner les mouvements dans l ordre : ') ;
  for i:=1 to nmvt  do
    begin
       readln (mouv) ;
       reconnum (mouv, j ) ;
       tordmvt[i] := j ;
    end ;
  tasgen( tordmvt, matincp, duropt, dveropt, compopt, zopt);
  writeln(result) ; write(result,'ordre initial : ');
  for i:=1 to nmvt do  write(result,' ',mvt[ tordmvt[i] ]) ;
  writeln(result);
  writeln( 'duree initiale = ', zopt:3 ) ; writeln ;
  writeln(result,'duree initiale = ', zopt:3 ) ; writeln(result) ;
  for i:=1 to nmvt do
    begin
      permopt[i]:= tordmvt[i] ;
      permin[i]:=tordmvt[i] ;
    end ;
  write(result,'permutation de mvts consecutifs (o/n) ?  ');
  write('permutation de mvts consecutifs (o/n) ?  ');
  readln(reps) ;writeln(result,reps);
  if (reps='o')  then
begin
  ndep :=1 ; k:= nmvt-ndep ;
  write('combien de mvts a permuter (pas plus de 6 ) ?  ');
  write(result,'combien de mvts a permuter ( pas plus de 6 ) ?  ');
  readln( nbaperm);writeln(result,nbaperm:1);
  write(result,'valeur du pas  ( <=',nbaperm:1,' )  ?  ');
  write('valeur du pas  ( <=',nbaperm:1,')  ?  ');
  readln( pas);writeln(result,pas:1);writeln(result);
  dif := nbaperm-pas ;
  if (dif=0) then  dif:=1 ;

     (*   permutations (nbaperm)  par (nbaperm)
                                    avec un pas de (pas)     *)
  while (k >= dif)  do
    begin
      if (k > (nbaperm-1) )  then  k:= nbaperm-1 ;
      permk( k, ndep, permopt, zmin, permin, nduree, ndver, mcomp );
      if (zmin < zopt) then
       begin
        zopt := zmin;
```

```
        for i:=1 to nmvt do
          begin
           permopt[i] :=permin[i] ;
           duropt[i] := nduree[i] ;
           dveropt[i] := ndver[i] ;
           for j:=1 to nmvt do  compopt[i,j] := mcomp[i,j] ;
          end ;
       end ;
      ndep := ndep+pas ; k:= nmvt-ndep ;
    end ;

end  else
begin

  write(result,'combien de mvts a permuter (2,3,4)  ? ');
  write('combien de mvts a permuter (2,3,4)  ? ');
  readln(nbaperm); writeln ;
  writeln(result,nbaperm:1); writeln(result) ;
  if (nbaperm=2) then
 begin
                  (*   echange des mvts 2 a 2   *)

   for i:=1 to (nmvt-1) do
    for j:=i+1 to nmvt do
      begin
        k:= permopt[i] ;
        permopt[i]:= permopt[j] ;
        permopt[j]:= k ;
        tasgen( permopt, matincp, nduree, ndver, mcomp, zmin);
        if (zmin < zopt) then
         begin
          zopt:= zmin ;
          for p:=1 to nmvt do
           begin
            duropt[p] := nduree[p] ;
            dveropt[p] := ndver[p] ;
            for q:=1 to nmvt do  compopt[p,q] := mcomp[p,q] ;
           end
         end
         else begin
                k:=permopt[i] ;
                permopt[i]:= permopt[j] ;
                permopt[j]:= k ;
              end ;
      end ;

 end  else  if (nbaperm=3) then
 begin
            (*   permutations de 3 mvts non consecutifs   *)

  nb:=2 ;
  for i :=1 to (nmvt-2)  do
   for j :=(i+1) to (nmvt-1)  do
    for k:=(j+1) to nmvt  do
    begin
     tab[1] := i ;
     tab[2] := j ;
     tab[3] := k ;
     permnb(nb,ndep,tab, permopt, zmin, permin, nduree, ndver, mcomp);
     if (zmin < zopt) then
```

```
      begin
        zopt := zmin;
        for p:=1 to nmvt do
         begin
          permopt[p] :=permin[p] ;
          duropt[p] := nduree[p] ;
          dveropt[p] := ndver[p] ;
          for q:=1 to nmvt do  compopt[p,q] := mcomp[p,q] ;
         end ;
      end
    end

 end  else  if (nbaperm=4) then
 begin

  nb:=3 ;
  for i:=1 to (nmvt-3)  do
  for j :=(i+1) to (nmvt-2)  do
   for k :=(j+1) to (nmvt-1)  do
    for l:=(k+1) to nmvt  do
    begin
     tab[1] := i ;
     tab[2] := j ;
     tab[3] := k ;
     tab[4] := l ;
     permnb(nb, ndep, tab, permopt, zmin, permin, nduree, ndver, mcomp);
     if (zmin < zopt) then
      begin
       zopt := zmin;
       for p:=1 to nmvt do
        begin
         permopt[p] := permin[p] ;
         duropt[p] := nduree[p] ;
         dveropt[p] := ndver[p] ;
         for q:=1 to nmvt do  compopt[p,q] := mcomp[p,q] ;
        end ;
      end ;
    end ;

 end else if (nbaperm>4) then
      writeln('non, ce serait trop long !!!');

end;
  writeln ;
  write(result,'resultat final : ') ;
  write('resultat final : ') ;
  for i:=1 to nmvt do
    begin
       write(result,' ', mvt[ permopt[i] ]) ;
       write(' ', mvt[ permopt[i] ]) ;
    end;
  writeln ; writeln(result);
  writeln('zopt = ',zopt:3) ; writeln ;
  writeln(result,'duree = ',zopt:3) ; writeln(result) ;
  for i:=1 to nmvt  do
   begin
    iemvt := permopt[i] ;
    write('debut du vert pour ',mvt[ iemvt ],' : ',
                                        dveropt[ iemvt ]:3 );
    write(' ; duree min = ',duree[ iemvt ]:3 );
```

```
      writeln(' ; duree totale = ',duropt[ iemvt ]:3 );
      write(result,'debut du vert pour ',mvt[ iemvt ],' : ',
                                          dveropt[ iemvt ]:3 );
      write(result,' ; duree min = ',duree[ iemvt ]:3 );
      writeln(result,' ; duree totale = ',duropt[ iemvt ]:3 );
     end ;
    writeln ; writeln(result) ;

    write ('un autre essai (o/n) ? ') ;
    readln (rep) ;writeln;
 end;
  close(result);
end.
```

genls

1	1	10E+4	1	1.2	1	1	10E+4	1	1	10E+4
1	1	10E+4	10E+4	2	10E+4	10E+4	10E+4	1.5	10E+4	1
10E+4	10E+4	1	1	10E+4	1	10E+4	1.2	10E+4	1	10E+4
1	10E+4	1	1	10E+4	10E+4	2	1	10E+4	10E+4	1
1.5	2	10E+4	10E+4	1	10E+4	10E+4	10E+4	1.5	10E+4	1.5
1	10E+4	1	10E+4	10E+4	1	1	1	10E+4	1.2	10E+4
1	10E+4	10E+4	2	10E+4	1	1	10E+4	1	1	10E+4
10E+4	10E+4	1	1	10E+4	1	10E+4	1	1	1	1
1	1	10E+4	10E+4	1	10E+4	1	1	1	1	1
1	10E+4	1	10E+4	10E+4	1	1	1	1	1	1
10E+4	1	10E+4	1	1	10E+4	10E+4	1	1	1	1

```
ordre initial :  a b c d e f g h i j k
duree initiale = 112

permutation de mvts consecutifs (o/n) ?  n
combien de mvts a permuter (2,3,4)  ? 2

resultat final :  e b c d a f g h i j k
duree = 106

debut du vert pour e :   0 ; duree min =  30 ; duree totale =  30
debut du vert pour b :  30 ; duree min =  20 ; duree totale =  20
debut du vert pour c :  53 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour d :  53 ; duree min =  10 ; duree totale =  10
debut du vert pour a :  71 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour f :  66 ; duree min =  20 ; duree totale =  20
debut du vert pour g :  71 ; duree min =   5 ; duree totale =   5
debut du vert pour h :  86 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour i :  90 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour j :  86 ; duree min =  20 ; duree totale =  20
debut du vert pour k :  88 ; duree min =  15 ; duree totale =  15


ordre initial :  e b c d a f g h i j k
duree initiale = 106

permutation de mvts consecutifs (o/n) ?  n
combien de mvts a permuter (2,3,4)  ? 2

resultat final :  e b c d a f g h i j k
duree = 106

debut du vert pour e :   0 ; duree min =  30 ; duree totale =  30
debut du vert pour b :  30 ; duree min =  20 ; duree totale =  20
debut du vert pour c :  53 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour d :  53 ; duree min =  10 ; duree totale =  10
debut du vert pour a :  71 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour f :  66 ; duree min =  20 ; duree totale =  20
debut du vert pour g :  71 ; duree min =   5 ; duree totale =   5
debut du vert pour h :  86 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour i :  90 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour j :  86 ; duree min =  20 ; duree totale =  20
debut du vert pour k :  88 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
```

```
ordre initial :  a k c g e j d i f b h
duree initiale = 192

permutation de mvts consecutifs (o/n) ?  n
combien de mvts a permuter (2,3,4)  ? 2

resultat final :  b f c g h j d k i e a
duree = 107

debut du vert pour b :   0 ; duree min =  20 ; duree totale =  20
debut du vert pour f :  24 ; duree min =  20 ; duree totale =  24
debut du vert pour c :  23 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour g :  41 ; duree min =   5 ; duree totale =   5
debut du vert pour h :  50 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour j :  25 ; duree min =  20 ; duree totale =  20
debut du vert pour d :  50 ; duree min =  10 ; duree totale =  10
debut du vert pour k :  48 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour i :  62 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour e :  77 ; duree min =  30 ; duree totale =  30
debut du vert pour a :   0 ; duree min =  15 ; duree totale =  15


ordre initial :  b f c g h j d k i e a
duree initiale = 107

permutation de mvts consecutifs (o/n) ?  n
combien de mvts a permuter (2,3,4)  ? 2

resultat final :  e g c f h j d k i b a
duree = 101

debut du vert pour e :   0 ; duree min =  30 ; duree totale =  30
debut du vert pour g :  32 ; duree min =   5 ; duree totale =   5
debut du vert pour c :  40 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour f :  32 ; duree min =  20 ; duree totale =  24
debut du vert pour h :  55 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour j :  30 ; duree min =  20 ; duree totale =  20
debut du vert pour d :  58 ; duree min =  10 ; duree totale =  10
debut du vert pour k :  58 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour i :  70 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour b :  71 ; duree min =  20 ; duree totale =  30
debut du vert pour a :  73 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
```

```
ordre initial :  e g c f h j d k i b a
duree initiale = 101

permutation de mvts consecutifs (o/n) ?  n
combien de mvts a permuter (2,3,4)  ? 2

resultat final :  e g c f h j d k i b a
duree = 101

debut du vert pour e :   0 ; duree min =  30 ; duree totale =  30
debut du vert pour g :  32 ; duree min =   5 ; duree totale =   5
debut du vert pour c :  40 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour f :  32 ; duree min =  20 ; duree totale =  24
debut du vert pour h :  55 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour j :  30 ; duree min =  20 ; duree totale =  20
debut du vert pour d :  58 ; duree min =  10 ; duree totale =  10
debut du vert pour k :  58 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour i :  70 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour b :  71 ; duree min =  20 ; duree totale =  30
debut du vert pour a :  73 ; duree min =  15 ; duree totale =  15


ordre initial :  h c d g a e b i k f j
duree initiale = 126

permutation de mvts consecutifs (o/n) ?  n
combien de mvts a permuter (2,3,4)  ? 2

resultat final :  f c g d a b e i k h j
duree = 106

debut du vert pour f :   0 ; duree min =  20 ; duree totale =  20
debut du vert pour c :   0 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour g :  18 ; duree min =   5 ; duree totale =   5
debut du vert pour d :  23 ; duree min =  10 ; duree totale =  10
debut du vert pour a :  18 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour b :  36 ; duree min =  20 ; duree totale =  20
debut du vert pour e :  56 ; duree min =  30 ; duree totale =  30
debut du vert pour i :  86 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour k :  86 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour h :  90 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour j :  86 ; duree min =  20 ; duree totale =  20
```

```
ordre initial :  f c g d a b e i k h j
duree initiale = 106

permutation de mvts consecutifs (o/n) ?  n
combien de mvts a permuter (2,3,4)  ? 2

resultat final :  g c f d a b e i k h j
duree = 105

debut du vert pour g :   0 ; duree min =   5 ; duree totale =   5
debut du vert pour c :   8 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour f :   0 ; duree min =  20 ; duree totale =  20
debut du vert pour d :  22 ; duree min =  10 ; duree totale =  10
debut du vert pour a :  26 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour b :  35 ; duree min =  20 ; duree totale =  20
debut du vert pour e :  55 ; duree min =  30 ; duree totale =  30
debut du vert pour i :  85 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour k :  85 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour h :  89 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour j :  85 ; duree min =  20 ; duree totale =  20


ordre initial :  g c f d a b e i k h j
duree initiale = 105

permutation de mvts consecutifs (o/n) ?  n
combien de mvts a permuter (2,3,4)  ? 2

resultat final :  g c f d a b e i k h j
duree = 105

debut du vert pour g :   0 ; duree min =   5 ; duree totale =   5
debut du vert pour c :   8 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour f :   0 ; duree min =  20 ; duree totale =  20
debut du vert pour d :  22 ; duree min =  10 ; duree totale =  10
debut du vert pour a :  26 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour b :  35 ; duree min =  20 ; duree totale =  20
debut du vert pour e :  55 ; duree min =  30 ; duree totale =  30
debut du vert pour i :  85 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour k :  85 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour h :  89 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour j :  85 ; duree min =  20 ; duree totale =  20
```

```
ordre initial :  j f k i b e a g d c h
duree initiale = 108

permutation de mvts consecutifs (o/n) ?  n
combien de mvts a permuter (2,3,4)  ? 2

resultat final :  j f k d b e a g i c h
duree = 104

debut du vert pour j :   0 ; duree min =  20 ; duree totale =  20
debut du vert pour f :   0 ; duree min =  20 ; duree totale =  24
debut du vert pour k :  24 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour d :  26 ; duree min =  10 ; duree totale =  10
debut du vert pour b :  39 ; duree min =  20 ; duree totale =  20
debut du vert pour e :  59 ; duree min =  30 ; duree totale =  30
debut du vert pour a :  89 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour g :  91 ; duree min =   5 ; duree totale =   5
debut du vert pour i :  89 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour c :   2 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour h :  17 ; duree min =  15 ; duree totale =  15


ordre initial :  j f k d b e a g i c h
duree initiale = 104

permutation de mvts consecutifs (o/n) ?  n
combien de mvts a permuter (2,3,4)  ? 2

resultat final :  j f k d b e a g i c h
duree = 104

debut du vert pour j :   0 ; duree min =  20 ; duree totale =  20
debut du vert pour f :   0 ; duree min =  20 ; duree totale =  24
debut du vert pour k :  24 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour d :  26 ; duree min =  10 ; duree totale =  10
debut du vert pour b :  39 ; duree min =  20 ; duree totale =  20
debut du vert pour e :  59 ; duree min =  30 ; duree totale =  30
debut du vert pour a :  89 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour g :  91 ; duree min =   5 ; duree totale =   5
debut du vert pour i :  89 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour c :   2 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour h :  17 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
```

```
ordre initial :  c e k i a g d b j f h
duree initiale = 115

permutation de mvts consecutifs (o/n) ?  n
combien de mvts a permuter (2,3,4)  ? 2

resultat final :  b k e i a g f c j d h
duree = 104

debut du vert pour b :   0 ; duree min =  20 ; duree totale =  20
debut du vert pour k :   0 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour e :  20 ; duree min =  30 ; duree totale =  30
debut du vert pour i :  50 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour a :  50 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour g :  52 ; duree min =   5 ; duree totale =   5
debut du vert pour f :  65 ; duree min =  20 ; duree totale =  24
debut du vert pour c :  67 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour j :  50 ; duree min =  20 ; duree totale =  20
debut du vert pour d :  91 ; duree min =  10 ; duree totale =  10
debut du vert pour h :  82 ; duree min =  15 ; duree totale =  15


ordre initial :  b k e i a g f c j d h
duree initiale = 104

permutation de mvts consecutifs (o/n) ?  n
combien de mvts a permuter (2,3,4)  ? 2

resultat final :  i k b e a g f c j d h
duree = 101

debut du vert pour i :   0 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour k :   0 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour b :   0 ; duree min =  20 ; duree totale =  30
debut du vert pour e :  30 ; duree min =  30 ; duree totale =  30
debut du vert pour a :  60 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour g :  62 ; duree min =   5 ; duree totale =   5
debut du vert pour f :  62 ; duree min =  20 ; duree totale =  24
debut du vert pour c :  77 ; duree min =  15 ; duree totale =  18
debut du vert pour j :  60 ; duree min =  20 ; duree totale =  20
debut du vert pour d :  88 ; duree min =  10 ; duree totale =  10
debut du vert pour h :  75 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
```

```
ordre initial :  i k b e a g f c j d h
duree initiale = 101

permutation de mvts consecutifs (o/n) ?  n
combien de mvts a permuter (2,3,4)  ? 2

resultat final :  i k b e a g f c j d h
duree = 101

debut du vert pour i :   0 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour k :   0 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour b :   0 ; duree min =  20 ; duree totale =  30
debut du vert pour e :  30 ; duree min =  30 ; duree totale =  30
debut du vert pour a :  60 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour g :  62 ; duree min =   5 ; duree totale =   5
debut du vert pour f :  62 ; duree min =  20 ; duree totale =  24
debut du vert pour c :  77 ; duree min =  15 ; duree totale =  18
debut du vert pour j :  60 ; duree min =  20 ; duree totale =  20
debut du vert pour d :  88 ; duree min =  10 ; duree totale =  10
debut du vert pour h :  75 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
```

```
ordre initial :  a b c d e f g h i j k
duree initiale = 112

permutation de mvts consecutifs (o/n) ?  n
combien de mvts a permuter (2,3,4)  ? 3

resultat final :  b i e j a f g h c d k
duree = 101

debut du vert pour b :   0 ; duree min =  20 ; duree totale =  30
debut du vert pour i :   0 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour e :  30 ; duree min =  30 ; duree totale =  30
debut du vert pour j :  60 ; duree min =  20 ; duree totale =  20
debut du vert pour a :  60 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour f :  62 ; duree min =  20 ; duree totale =  24
debut du vert pour g :  62 ; duree min =   5 ; duree totale =   5
debut du vert pour h :  75 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour c :  77 ; duree min =  15 ; duree totale =  18
debut du vert pour d :  88 ; duree min =  10 ; duree totale =  10
debut du vert pour k :  98 ; duree min =  15 ; duree totale =  15


ordre initial :  b i e j a f g h c d k
duree initiale = 101

permutation de mvts consecutifs (o/n) ?  n
combien de mvts a permuter (2,3,4)  ? 3

resultat final :  b i e j a f g h c d k
duree = 101

debut du vert pour b :   0 ; duree min =  20 ; duree totale =  30
debut du vert pour i :   0 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour e :  30 ; duree min =  30 ; duree totale =  30
debut du vert pour j :  60 ; duree min =  20 ; duree totale =  20
debut du vert pour a :  60 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour f :  62 ; duree min =  20 ; duree totale =  24
debut du vert pour g :  62 ; duree min =   5 ; duree totale =   5
debut du vert pour h :  75 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour c :  77 ; duree min =  15 ; duree totale =  18
debut du vert pour d :  88 ; duree min =  10 ; duree totale =  10
debut du vert pour k :  98 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
```

```
ordre initial :  a k c g e j d i f b h
duree initiale = 192

permutation de mvts consecutifs (o/n) ?  n
combien de mvts a permuter (2,3,4)  ? 3

resultat final :  k f a g c d b e i j h
duree = 105

debut du vert pour k :   0 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour f :  15 ; duree min =  20 ; duree totale =  20
debut du vert pour a :  15 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour g :  15 ; duree min =   5 ; duree totale =   5
debut du vert pour c :  32 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour d :  37 ; duree min =  10 ; duree totale =  10
debut du vert pour b :  50 ; duree min =  20 ; duree totale =  20
debut du vert pour e :  70 ; duree min =  30 ; duree totale =  30
debut du vert pour i : 100 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour j : 100 ; duree min =  20 ; duree totale =  20
debut du vert pour h : 104 ; duree min =  15 ; duree totale =  15


ordre initial :  k f a g c d b e j i h
duree initiale = 105

permutation de mvts consecutifs (o/n) ?  n
combien de mvts a permuter (2,3,4)  ? 3

resultat final :  k f a g c d b e j i h
durée = 105

debut du vert pour k :   0 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour f :  15 ; duree min =  20 ; duree totale =  20
debut du vert pour a :  15 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour g :  15 ; duree min =   5 ; duree totale =   5
debut du vert pour c :  32 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour d :  37 ; duree min =  10 ; duree totale =  10
debut du vert pour b :  50 ; duree min =  20 ; duree totale =  20
debut du vert pour e :  70 ; duree min =  30 ; duree totale =  30
debut du vert pour j : 100 ; duree min =  20 ; duree totale =  20
debut du vert pour i : 100 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour h : 104 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
```

```
ordre initial :  h c d g a e b i k f j
duree initiale = 126

permutation de mvts consecutifs (o/n) ?  n
combien de mvts a permuter (2,3,4)  ? 3

resultat final :  g j f h d c b i k a e
duree = 101

debut du vert pour g :   0 ; duree min =   5 ; duree totale =   5
debut du vert pour j :   0 ; duree min =  20 ; duree totale =  20
debut du vert pour f :   0 ; duree min =  20 ; duree totale =  24
debut du vert pour h :   9 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour d :  26 ; duree min =  10 ; duree totale =  10
debut du vert pour c :   8 ; duree min =  15 ; duree totale =  18
debut du vert pour b :  39 ; duree min =  20 ; duree totale =  30
debut du vert pour i :  38 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour k :  29 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour a :  44 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour e :  69 ; duree min =  30 ; duree totale =  30


ordre initial :  j f k i b e a g d c h
duree initiale = 108

permutation de mvts consecutifs (o/n) ?  n
combien de mvts a permuter (2,3,4)  ? 3

resultat final :  j f d e b k a g i c h
duree = 103

debut du vert pour j :   0 ; duree min =  20 ; duree totale =  20
debut du vert pour f :   0 ; duree min =  20 ; duree totale =  24
debut du vert pour d :  26 ; duree min =  10 ; duree totale =  10
debut du vert pour e :  38 ; duree min =  30 ; duree totale =  30
debut du vert pour b :  68 ; duree min =  20 ; duree totale =  20
debut du vert pour k :  68 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour a :  83 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour g :  92 ; duree min =   5 ; duree totale =   5
debut du vert pour i :  88 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour c :   0 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour h :  15 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
```

```
ordre initial :  c e k i a g d b j f h
duree initiale = 115

permutation de mvts consecutifs (o/n) ?  n
combien de mvts a permuter (2,3,4)  ? 3

resultat final :  d b k i a e g c j f h
duree = 101

debut du vert pour d :   0 ; duree min =  10 ; duree totale =  10
debut du vert pour b :  13 ; duree min =  20 ; duree totale =  30
debut du vert pour k :   0 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour i :  12 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour a :  15 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour e :  43 ; duree min =  30 ; duree totale =  30
debut du vert pour g :  75 ; duree min =   5 ; duree totale =   5
debut du vert pour c :  83 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour j :  73 ; duree min =  20 ; duree totale =  20
debut du vert pour f :  75 ; duree min =  20 ; duree totale =  24
debut du vert pour h :  98 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
```

```
ordre initial :  a b c d e f g h i j k
duree initiale = 112

permutation de mvts consecutifs (o/n) ?  o
combien de mvts a permuter ( pas plus de 6 ) ?  5
valeur du pas  ( <=5 )  ?  3

resultat final :  d b e c a f g h i j k
duree = 105

debut du vert pour d :   0 ; duree min =  10 ; duree totale =  10
debut du vert pour b :  13 ; duree min =  20 ; duree totale =  20
debut du vert pour e :  33 ; duree min =  30 ; duree totale =  30
debut du vert pour c :  66 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour a :  84 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour f :  65 ; duree min =  20 ; duree totale =  20
debut du vert pour g :  84 ; duree min =   5 ; duree totale =   5
debut du vert pour h :  99 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour i :  89 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour j :  85 ; duree min =  20 ; duree totale =  20
debut du vert pour k : 101 ; duree min =  15 ; duree totale =  15


ordre initial :  a k c g e j d i f b h
duree initiale = 192

permutation de mvts consecutifs (o/n) ?  o
combien de mvts a permuter ( pas plus de 6 ) ?  5
valeur du pas  ( <=5 )  ?  3

resultat final :  e g c k d j h a i f b
duree = 117

debut du vert pour e :   0 ; duree min =  30 ; duree totale =  30
debut du vert pour g :  32 ; duree min =   5 ; duree totale =   5
debut du vert pour c :  40 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour k :  58 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour d :  37 ; duree min =  10 ; duree totale =  10
debut du vert pour j :  51 ; duree min =  20 ; duree totale =  20
debut du vert pour h :  55 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour a :  73 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour i :  59 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour f :  74 ; duree min =  20 ; duree totale =  20
debut du vert pour b :  97 ; duree min =  20 ; duree totale =  20
```

```
ordre initial :  e g c k d j h a i f b
duree initiale = 117

permutation de mvts consecutifs (o/n) ?  o
combien de mvts a permuter ( pas plus de 6 ) ?  5
valeur du pas  ( <=5 )  ?  3

resultat final :  e c k d g j h a i f b
duree = 110

debut du vert pour e :   0 ; duree min =  30 ; duree totale =  30
debut du vert pour c :  33 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour k :  51 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour d :  33 ; duree min =  10 ; duree totale =  10
debut du vert pour g :  66 ; duree min =   5 ; duree totale =   5
debut du vert pour j :  47 ; duree min =  20 ; duree totale =  20
debut du vert pour h :  75 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour a :  90 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour i :  52 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour f :  67 ; duree min =  20 ; duree totale =  20
debut du vert pour b :  90 ; duree min =  20 ; duree totale =  20


ordre initial :  h c d g a e b i k f j
duree initiale = 126

permutation de mvts consecutifs (o/n) ?  o
combien de mvts a permuter ( pas plus de 6 ) ?  5
valeur du pas  ( <=5 )  ?  3

resultat final :  a c g h e b i d k f j
duree = 105

debut du vert pour a :   0 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour c :  17 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour g :  35 ; duree min =   5 ; duree totale =   5
debut du vert pour h :  44 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour e :  59 ; duree min =  30 ; duree totale =  30
debut du vert pour b :  89 ; duree min =  20 ; duree totale =  30
debut du vert pour i :  89 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour d :  17 ; duree min =  10 ; duree totale =  10
debut du vert pour k :  89 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour f :  30 ; duree min =  20 ; duree totale =  24
debut du vert pour j :  31 ; duree min =  20 ; duree totale =  20
```

```
ordre initial :  a c g h e b i d k f j
duree initiale = 105

permutation de mvts consecutifs (o/n) ?  o
combien de mvts a permuter ( pas plus de 6 ) ?  5
valeur du pas  ( <=5 )  ?  3

resultat final :  h g c e a b i d k f j
duree = 102

debut du vert pour h :   0 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour g :  15 ; duree min =   5 ; duree totale =   5
debut du vert pour c :  23 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour e :  40 ; duree min =  30 ; duree totale =  30
debut du vert pour a :  70 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour b :  70 ; duree min =  20 ; duree totale =  30
debut du vert pour i :  70 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour d :   1 ; duree min =  10 ; duree totale =  10
debut du vert pour k :  87 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour f :  14 ; duree min =  20 ; duree totale =  24
debut du vert pour j :  15 ; duree min =  20 ; duree totale =  20


ordre initial :  j f k i b e a g d c h
duree initiale = 108

permutation de mvts consecutifs (o/n) ?  o
combien de mvts a permuter ( pas plus de 6 ) ?  5
valeur du pas  ( <=5 )  ?  3

resultat final :  j f k b e i a g d c h
duree = 106

debut du vert pour j :   0 ; duree min =  20 ; duree totale =  20
debut du vert pour f :   0 ; duree min =  20 ; duree totale =  24
debut du vert pour k :  24 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour b :  27 ; duree min =  20 ; duree totale =  20
debut du vert pour e :  47 ; duree min =  30 ; duree totale =  30
debut du vert pour i :  77 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour a :  77 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour g :  79 ; duree min =   5 ; duree totale =   5
debut du vert pour d :  92 ; duree min =  10 ; duree totale =  10
debut du vert pour c :  94 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour h :   3 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
```

```
ordre initial :  c e k i a g d b j f h
duree initiale = 115

permutation de mvts consecutifs (o/n) ?  o
combien de mvts a permuter ( pas plus de 6 ) ?  5
valeur du pas  ( <=5 )  ?  3

resultat final :  c e k a b i d j f h g
duree = 102

debut du vert pour c :   0 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour e :  17 ; duree min =  30 ; duree totale =  30
debut du vert pour k :  47 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour a :  62 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour b :  47 ; duree min =  20 ; duree totale =  30
debut du vert pour i :  47 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour d :  80 ; duree min =  10 ; duree totale =  10
debut du vert pour j :  94 ; duree min =  20 ; duree totale =  20
debut du vert pour f :  93 ; duree min =  20 ; duree totale =  24
debut du vert pour h :  77 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour g :  92 ; duree min =   5 ; duree totale =   5


ordre initial :  c e k a b i g j f h d
duree initiale = 103

permutation de mvts consecutifs (o/n) ?  o
combien de mvts a permuter ( pas plus de 6 ) ?  5
valeur du pas  ( <=5 )  ?  3

resultat final :  c e k a b i f j h g d
duree = 102

debut du vert pour c :   0 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour e :  17 ; duree min =  30 ; duree totale =  30
debut du vert pour k :  47 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour a :  62 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour b :  47 ; duree min =  20 ; duree totale =  30
debut du vert pour i :  47 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour f :  81 ; duree min =  20 ; duree totale =  24
debut du vert pour j :  82 ; duree min =  20 ; duree totale =  20
debut du vert pour h :  77 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour g :  92 ; duree min =   5 ; duree totale =   5
debut du vert pour d :   5 ; duree min =  10 ; duree totale =  10
```

```
ordre initial :  a b c d e f g h i j k
duree initiale = 112

permutation de mvts consecutifs (o/n) ?  o
combien de mvts a permuter ( pas plus de 6 ) ?  6
valeur du pas  ( <=6 )  ?  4

resultat final :  d b e c f a g h i j k
duree = 105

debut du vert pour d :   0 ; duree min =  10 ; duree totale =  10
debut du vert pour b :  13 ; duree min =  20 ; duree totale =  20
debut du vert pour e :  33 ; duree min =  30 ; duree totale =  30
debut du vert pour c :  66 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour f :  65 ; duree min =  20 ; duree totale =  20
debut du vert pour a :  84 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour g :  84 ; duree min =   5 ; duree totale =   5
debut du vert pour h :  99 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour i :  89 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour j :  85 ; duree min =  20 ; duree totale =  20
debut du vert pour k : 101 ; duree min =  15 ; duree totale =  15


ordre initial :  a k c g e j d i f b h
duree initiale = 192

permutation de mvts consecutifs (o/n) ?  o
combien de mvts a permuter ( pas plus de 6 ) ?  6
valeur du pas  ( <=6 )  ?  4

resultat final :  k e g j c a f i b d h
duree = 104

debut du vert pour k :   0 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour e :  15 ; duree min =  30 ; duree totale =  30
debut du vert pour g :  47 ; duree min =   5 ; duree totale =   5
debut du vert pour j :  45 ; duree min =  20 ; duree totale =  20
debut du vert pour c :  55 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour a :  73 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour f :  47 ; duree min =  20 ; duree totale =  24
debut du vert pour i :  75 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour b :  74 ; duree min =  20 ; duree totale =  30
debut du vert pour d :   3 ; duree min =  10 ; duree totale =  10
debut du vert pour h :   0 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
```

```
ordre initial :  h c d g a e b i k f j
duree initiale = 126

permutation de mvts consecutifs (o/n) ?  o
combien de mvts a permuter ( pas plus de 6 ) ?  6
valeur du pas  ( <=6 )  ?  4

resultat final :  a c g e b h d i k f j
duree = 107

debut du vert pour a :   0 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour c :  17 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour g :  35 ; duree min =   5 ; duree totale =   5
debut du vert pour e :  42 ; duree min =  30 ; duree totale =  30
debut du vert pour b :  72 ; duree min =  20 ; duree totale =  20
debut du vert pour h :  92 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour d :  95 ; duree min =  10 ; duree totale =  10
debut du vert pour i :   0 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour k :  72 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour f :  15 ; duree min =  20 ; duree totale =  24
debut du vert pour j :   2 ; duree min =  20 ; duree totale =  20


ordre initial :  a c g e b h d i k f j
duree initiale = 107

permutation de mvts consecutifs (o/n) ?  o
combien de mvts a permuter ( pas plus de 6 ) ?  6
valeur du pas  ( <=6 )  ?  4

resultat final :  c g e a i b d k f h j
duree = 102

debut du vert pour c :   0 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour g :  18 ; duree min =   5 ; duree totale =   5
debut du vert pour e :  25 ; duree min =  30 ; duree totale =  30
debut du vert pour a :  55 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour i :  55 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour b :  55 ; duree min =  20 ; duree totale =  30
debut du vert pour d :  88 ; duree min =  10 ; duree totale =  10
debut du vert pour k :  72 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour f : 101 ; duree min =  20 ; duree totale =  24
debut du vert pour h :  85 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour j :   0 ; duree min =  20 ; duree totale =  20
```

```
ordre initial :  j f k i b e a g d c h
duree initiale = 108

permutation de mvts consecutifs (o/n) ?  o
combien de mvts a permuter ( pas plus de 6 ) ?  6
valeur du pas  ( <=6 )  ?  4

resultat final :  k i b e j f a g d c h
duree = 101

debut du vert pour k :   0 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour i :   0 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour b :   0 ; duree min =  20 ; duree totale =  30
debut du vert pour e :  30 ; duree min =  30 ; duree totale =  30
debut du vert pour j :  60 ; duree min =  20 ; duree totale =  20
debut du vert pour f :  62 ; duree min =  20 ; duree totale =  24
debut du vert pour a :  60 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour g :  62 ; duree min =   5 ; duree totale =   5
debut du vert pour d :  88 ; duree min =  10 ; duree totale =  10
debut du vert pour c :  77 ; duree min =  15 ; duree totale =  18
debut du vert pour h :  75 ; duree min =  15 ; duree totale =  15


ordre initial :  c e k i a g d b j f h
duree initiale = 115

permutation de mvts consecutifs (o/n) ?  o
combien de mvts a permuter ( pas plus de 6 ) ?  6
valeur du pas  ( <=6 )  ?  4

resultat final :  c e i a b j k f h g d
duree = 102

debut du vert pour c :   0 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour e :  17 ; duree min =  30 ; duree totale =  30
debut du vert pour i :  47 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour a :  47 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour b :  47 ; duree min =  20 ; duree totale =  30
debut du vert pour j :  82 ; duree min =  20 ; duree totale =  20
debut du vert pour k :  64 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour f :  81 ; duree min =  20 ; duree totale =  24
debut du vert pour h :  77 ; duree min =  15 ; duree totale =  15
debut du vert pour g :  92 ; duree min =   5 ; duree totale =   5
debut du vert pour d :   5 ; duree min =  10 ; duree totale =  10
```

ANNEXE II

ENTREES ET SORTIES INFORMATIQUES POUR LES DEPLACEMENTS DOMICILE-COURSES

SOMMAIRE

1- Le meilleur modèle de choix du mode et de la destination : le modèle18

- subroutine "data"..... 2

- fichiers de contrôle pour le modèle 18 :
  - pcont-18 pour PREPARE..... 7
  - econt-18 pour ESTIMATE..... 7
  - vcont pour VALID, représentant la répartition modale..... 8
  - vcontz pour VALID, représentant la répartition géographique... 8

- sorties de VALID (répartition modale)..... 9
  (mode 1 : transports en commun ;
  mode 2 : conducteur vp ;
  mode 3 : deux-roues ;
  mode 4 : marche à pied ;
  mode 5 : passager vp ;)

- sorties de VALID (répartition géographique)..... 20

2- Le meilleur modèle de génération : le modèle 3

- subroutine "data" du modèle de génération n°3..... 42
  (code 1 : pas de sortie autres motifs ;
  code 2 : au moins une sortie)

- sorties de VALID pour le modèle de génération n°3..... 44

```
      subroutine data(ia,v,nv,na)
c
c this routine calculates variables and availabilities to define the model
c
      implicit integer (a-z)
      character*20 nom
      real v, pourcen
      dimension ia(na),v(nv,na),f1(52),hier(12),
     &    err(10),count(2)
      dimension qj(92),csj(92),empj(92), ecom(92),popul(92),empcom(92),
     &    nbcom(92)
c
c define the input file f1
c
      equivalence (nbvoit,nvp),(nbacpc,napc)
      equivalence
     &(f1( 1),   ech),(f1( 2),   izr),(f1( 3),nactif),(f1( 4),  napc),
     &(f1( 5),   nna),(f1( 6), nnapc),(f1( 7),  nems),(f1( 8), ne511),
     &(f1( 9),ne1217),(f1(10),   nvp),(f1(11),  nbyc),(f1(12),   n2r),
     &(f1(13),  n2rp),(f1(14), npers),(f1(15),  sexe),(f1(16),   age),
     &(f1(17), pmena),(f1(18),    pc),(f1(19),   csp),(f1(20),   des),
     &(f1(21),  pveil),(f1(22),   ezt),(f1(23),  mtht),(f1(24),  ienq),
     &(f1(26), motor),(f1(27), motdes),(f1(28),  hdep),(f1(29),  harr),
     &(f1(30),moduti),(f1(31),  mapo),(f1(32),  mapd),
     &(f1(33),   itc),(f1(35),   ivp),(f1(46),    qi),(f1(48),   csi)
c
c define los inputs from F2
c
      dimension jtc(5),jvp(5),tpvp(5),dist(5),tptc(5),nli(5),
     &    mtti(5),mttj(5),intpl(5),inttot(5),attot(5),jenq(5)
c
c simplify reading...
c
      dimension jtcx(4),jvpx(4),mvp(4),mvpvid(4),mtemps(4),mcor(4),
     &    mttix(4),mttjx(4),intplx(4),intotx(4),attotx(4),jenqx(4)
c
      equivalence (jtc(1),jtcx(1)),(jvp(1),jvpx(1)),(tpvp(1),mvp(1)),
     &    (dist(1),mvpvid(1)),(tptc(1),mtemps(1)),(nli(1),mcor(1)),
     &    (mtti(1),mttix(1)),(mttj(1),mttjx(1)),(intpl(1),intplx(1)),
     &    (inttot(1),intotx(1)),(attot(1),attotx(1)),(jenq(1),jenqx(1))
c
c define mode hierarchy
c mode   1 = walk
c mode   2 = bicycle
c mode   3 = 2 roues a moteur < 50cm3
c mode   4 = 2 roues a moteur > 50cm3
c mode   5 = driver car (menage)
c mode   6 = driver car (autre)
c mode   7 = passenger household car
c mode   8 = passenger other car
c mode   9 = passenger bus
c mode  10 = employer or school transport
c mode  11 = passenger taxi
c mode  12 = passenger sncf
c mode  13 = other mode
c
      data hier/4,3,3,3,2,2,5,5,1,0,0,0/
c
c initialise counts
c
```

```
          data count,err,nerr,nsam/12*0,5,1/
c
c open file f1 on stream 10 and define its format
c
          write(6,3333)
  3333    format(' nom fichier donnees (<=20caract.)')
          read(5,1111) nom
 1111     format(v)
          open(10,access="sequential",file=nom,
     &  form="formatted",mode="in")
10        format(i4,i2,11i1,i2,i1,i2,2i1,i2,2i1,i3,i2,2i3,2i2,2i4,i2,
     &  18x,2i5,6i3,2i5,i2,4i5,4i4,3i6)
c
c now deal with file F2
c
          open(15,access="sequential",file="F2",
     &    form="formatted",mode="in")
 20       format(1x,i4,55x,12i3,36i5)
c
c and file F3
c
          open(16,file="F3",access="sequential",
     &    form="unformatted",mode="in")
          read(16)qj,csj,empj
c
c         initialise les emplois-commerce
c
          open(50,file='comreg',form='formatted')
  180     read(50,1050,end=185) i,ecom(i),nbcom(i)
 1050     format(i3,1x,i6,1x,i5)
          go to 180
  185     open(51,file='popzon',form='formatted')
  190     read(51,1051,end=195) i,popul(i)
 1051     format(i2,7x,i5)
          go to 190
  195     pourcen=.01
          do 200 i=1,92
          empcom(i)= ecom(i) + pourcen*popul(i)
          nbcom(i)= nbcom(i) + pourcen*popul(i)
  200     continue
c
c now we can start !
c
100       do 30 ksam=1,nsam
          read(10,10,end=900)f1
c
c read F2 and make sure things match
c
          read(15,20)echx,jtcx,jvpx,jenqx,mvp,mvpvid,mtemps,mcor,mttix,
     &    mttjx,intplx,intotx,attotx
          if(echx.ne.ech)go to 1099
30        continue
          count(1)=count(1)+1
c
c transfer values for chosen destination
c
          jtc(5)=f1(34)
          jvp(5)=f1(36)
          jenq(5)=f1(38)
          tpvp(5)=f1(45)
```

```
          dist(5)=f1(44)
          tptc(5)=f1(40)
          nli(5)=f1(41)
          mtti(5)=f1(42)
          mttj(5)=f1(43)
          intpl(5)=f1(50)
          inttot(5)=f1(51)
          attot(5)=f1(52)
c
c check reasonable value for number of cars
c
          if(nbvoit.gt.4)go to 995
c
c initialise variables
c
          do 110 la = 1,na
          ia(la)=0
          do 110 lv = 1,nv
110       v(lv,la)=0.
c
c note mode 1 = pt, mode 2 = car driver, mode 3 = bike, mode 4 = walk
c define chosen mode in terms of "mode to"
c
          if(moduti.le.0.or.moduti.gt.12) goto 992
          mode=hier(moduti)
          if(mode.le.0.or.mode.gt.5) goto 991
c
c put chosen mode in ia
c
          ia(mode+20)=1
c
c test for availability
c
          do 120 idest = 1,5
          k=1+(idest-1)*5
          if(pc.ne.1.or.nbvoit.lt.1)ia(k+1)=-1
          if(tpvp(idest).gt.3600)ia(k+1)=-1
          if(nli(idest).lt.1)ia(k)=-1
120       if(dist(idest).gt.6000)ia(k+3)=-1
c
c if mode chosen not available, delete and print
c
          if(ia(mode+20).ne.1)go to 994
c
c loop over destinations
c
          do 9999 idest=1,5
          kkk=5*(idest-1)
c
c now set up constants
c
          v(1,kkk+1)=1.
          v(2,kkk+3)=1.
          v(3,kkk+4)=1.
c
c set up variables
c
          l=4
          v(1,kkk+1)=tptc(idest)+510.*nli(idest)
          v(1,kkk+2)=tpvp(idest)
```

```
          v(l,kkk+3)=dist(idest)*3.6/15.
          v(l,kkk+4)=dist(idest)*3.6/5.
          v(l,kkk+5)=tpvp(idest)
          l=l+1
          v(l,kkk+2)=dist(idest)*0.04+csj(jtc(idest))*3.5
          v(l,kkk+1)=75.9
          l=l+1
          if(pmena.eq.1.and.sexe.eq.1)v(l,kkk+2)=1.
          l=l+1
          if(pc.ne.1) goto 130
          nppc=nbacpc+nnapc
c
c this test protects against possible zero division
c if person has licence, the zero nbacpc is an error
c if person has no licence, then car driver unavailable anyway
c
          if(nppc.lt.1)go to 993
          ll=l-1+sexe
          v(ll,kkk+2)=1.*nbvoit/(1.*nppc)
          if(v(ll,kkk+2).gt.1.)v(ll,kkk+2)=1.
130       l=l+2
          if(sexe.eq.2)v(l,kkk+3)=1.
          l=l+1
          if(csp.ge.60.and.csp.le.69)v(l,kkk+5)=1.
          l=l+1
c
          tg2r=dist(idest)*3.6/15.
          tgmap=dist(idest)*3.6/5.
          if(tg2r.gt.450)v(l+1,kkk+3)=tg2r-450
          if(tgmap.gt.450)v(l,kkk+4)=tgmap-450
c
          l=l+2
          v(l,kkk+5)=1.
          l=l+1
          if(nbvoit.gt.0)v(l,kkk+5)=1.
          l=l+1
          if(sexe.eq.2)v(l,kkk+5)=1.
          l=l+1
          if (jtc(idest).ne.34) go to 135
          do 133 ii=1,5
  133     v(l,kkk+ii)=1.
  135     l=l+1
          if ((nems+ne511).gt.0) v(l,kkk+3)=1.
          l=l+1
          lplu=l+1
c
c add employment variable
c
          do 9998 lll=1,5
          ialt=kkk+lll
          jj=jtc(idest)
          if(empcom(jj).le.1)go to 9997
          v(l,ialt)=empcom(jj)
          go to 9995
9997      ia(ialt)=-1
9995      if (nbcom(jj).gt.1) v(lplu,ialt)= nbcom(jj)
9998      continue
c
9999      continue
c
```

```
c define id
          id=ech*100+npers
          if (id.eq.185005) go to 992
c
c accumulate statistics and output to file 11 through "stack"
c finished work for this person
c
          call stack(id,1.0,ia,v,na,nv)
          count(2)=count(2)+1
c
          go to 100
c
c finished
c
900       lines=8+nerr
          write(9,910)count,(err(l),l=1,nerr)
910       format(//' summary of "data" processing',///,
     &  1x,i6,' records input from f1',/
     &  1x,i6,' passed to stack',//
     &  1x,i6,' modes not modelled',/
     &  1x,i6,' hierarchy problem',/
     &  1x,i6,' license problem',/
     &  1x,i6,' chosen alternative not available',/
     &  1x,i6,' more than 4 cars')
          return
c
c error processing
c
991       err(1)=err(1)+1
          go to 100
992       err(2)=err(2)+1
          go to 999
993       err(3)=err(3)+1
          go to 999
994       err(4)=err(4)+1
          go to 999
995       err(5)=err(5)+1
c
999       write(9,1000)f1
1000      format(' rejected record',/
     &     1x,i4,i2,1li1,i2,i1,i2,2i1,i2,2i1,i3,i2,2i3,2i2,2i4,i2,
     &  18x,2i5,6i3,2i5,i2,4i5,4i4,3i6)
c
          go to 100
c
c files do not match
c
1099      write(9,1098)ech,echx,count(1)
1098      format(' files F1 and F2 do not match',3i6)
          stop 88
c
          end
```

pcont-18

modele 30-18

```
param   25   17    2
stats    1
end
 1    ktc          1.747673988342
 2    k2r          0.313542511314
 3   kmap          3.662292450666
 4    tg          -0.001683265757212223
 5   cout          -0.0016519549832122
 6  posvp-h        0.96041791141022
 7  nv/npc-h       1.49860061705122
 8  nv/npc-f       1.49860061705122
 9 sexef2r         -0.53060461580823
10  ouv-pvp        1.24646575748925
11 7,5+map         -0.0023         24
12 7,5+2r          -0.00584        23
13 kpassvp         -2.612208843231
14 v>0-pass        1.22614920403525
15 sexefpass       0.778307393193
16  kgd-pl         3.091911464930
17  enf-2r         -1.14106924831923
18 emploicom       -2.844130069017
19 commerces       1.000000000000
```

econt-18

```
const   19
end
```

vcont

```
tabs    11    5         1
prob  0.01
end
csp/10+1
qj
sexe*2+1-pc
age/10+1
nvp+1
pmena
dist/10+2
ne<5+1
ne5-11+1
csp-88
mode utilise
```

vcontz

```
tabs    11   12
gogo
end
csp/10+1
qj
sexe*2+1-pc
age/10+1
nvp+1
pmena
dist/10+2
ne<5+1
ne5-11+1
csp-88
mode utilise
```

modele 30-18

no of observations successfully matched	701
no of observations accepted	701
no of observations flushed	0

total likelihood = -970.26937

modele 30-18

classes for exogenous variable 1

csp/10+1

choice group	i 1 i	2 i	3 i	4 i	5 i	6 i	7 i	8 i	9 i	10 i	
no. chsn	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	5.0	1.0	1.0	0.0	39.0	48.0
sd. chsn	0.0	0.0	0.5	1.1	1.6	2.3	1.7	1.0	0.1	5.2	6.3
1			v	v	*v	v	*v	v		*a	
no. pred	0.0	0.0	0.3	1.4	2.9	6.2	3.1	1.3	0.0	32.8	48.0
sd. pred	0.0	0.0	0.5	0.7	2.5	3.2	3.8	0.5	0.0	22.6	33.7
no. chsn	0.0	0.0	5.0	13.0	24.0	27.0	23.0	1.0	0.0	36.0	129.0
sd. chsn	0.0	0.0	1.4	3.2	4.0	4.2	4.1	1.3	0.0	5.8	9.9
2			*a	v	a	a	a	v		v	
no. pred	0.0	0.0	3.1	13.4	23.3	24.6	21.0	2.1	0.0	41.5	129.0
sd. pred	0.0	0.0	1.3	1.1	1.6	1.5	3.7	0.2	0.0	6.2	7.5
no. chsn	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	5.0	5.0	4.0	0.0	26.0	42.0
sd. chsn	0.0	0.0	0.4	1.3	1.6	2.3	2.0	1.2	0.2	4.8	6.2
3			v	v	*v	v	a	*a		a	
no. pred	0.0	0.0	0.1	1.8	2.6	5.9	4.4	1.7	0.0	25.4	42.0
sd. pred	0.0	0.0	0.1	0.8	0.7	0.9	0.9	0.4	0.0	4.2	7.5
no. chsn	0.0	0.0	1.0	20.0	32.0	50.0	39.0	18.0	1.0	255.0	416.0
sd. chsn	0.0	0.0	0.8	2.6	3.4	4.3	3.9	2.1	0.3	8.9	11.7
4			*v	*a	a	v	v	v		a	
no. pred	0.0	0.0	2.2	17.2	31.0	53.4	39.5	18.9	1.0	252.7	416.0
sd. pred	0.0	0.0	0.5	1.0	4.3	6.4	4.3	0.8	0.1	35.5	51.5
no. chsn	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	10.0	9.0	2.0	0.0	41.0	66.0
sd. chsn	0.0	0.0	0.5	1.1	1.4	2.5	2.8	1.3	0.1	6.2	7.6
5			v	*v	*a	*a				v	
no. pred	0.0	0.0	0.3	1.2	2.1	6.9	9.0	2.0	0.0	44.6	66.0
sd. pred	0.0	0.0	0.2	0.3	0.6	2.8	3.9	0.2	0.0	7.2	14.0
no. chsn total	0.0	0.0	6.0	35.0	62.0	97.0	77.0	26.0	1.0	397.0	701.0
no. pred	0.0	0.0	6.0	35.0	62.0	97.0	77.0	26.0	1.0	397.0	701.0

mean trip length	chsn	0.0	0.0	3.2	1.5	1.6	1.8	2.0	1.2	0.0	1.6	1.7
	pred	0.0	0.0	3.0	2.4	2.2	2.2	2.2	1.4	0.1	1.9	2.0

modele 30-18

classes for exogenous variable 2

qj

choice group		i i 1	i i 2	i i 3	i i 4	i i
	no. chsn	0.0	10.0	8.0	30.0	48.0
	sd. chsn	3.3	3.8	2.1	3.2	6.3
1		***v	**v	*a	***a	
	no. pred	12.2	18.4	4.7	12.7	48.0
	sd. pred	7.6	13.0	3.4	9.8	33.7
	no. chsn	51.0	45.0	13.0	20.0	129.0
	sd. chsn	6.2	5.3	3.8	4.2	9.9
2		a	v	v	v	
	no. pred	46.2	46.0	16.2	20.7	129.0
	sd. pred	5.8	7.5	1.4	11.2	7.5
	no. chsn	25.0	6.0	3.0	8.0	42.0
	sd. chsn	3.4	3.4	2.8	2.7	6.2
3		***a	**v	*v	v	
	no. pred	12.5	13.2	8.2	8.1	42.0
	sd. pred	2.9	1.9	2.2	1.3	7.5
	no. chsn	167.0	113.0	86.0	50.0	416.0
	sd. chsn	6.4	6.2	5.6	5.1	11.7
4		v	a	*a	**v	
	no. pred	168.8	107.1	78.6	61.4	416.0
	sd. pred	20.8	27.6	7.4	4.9	51.5
	no. chsn	23.0	28.0	4.0	11.0	66.0
	sd. chsn	4.9	3.7	2.5	3.7	7.6
5		v	**a	v	*v	
	no. pred	26.3	17.3	6.3	16.1	66.0
	sd. pred	6.4	7.9	2.6	4.0	14.0
total	no. chsn	266.0	202.0	114.0	119.0	701.0
	no. pred	266.0	202.0	114.0	119.0	701.0

mean trip length	chsn	1.6	1.9	0.8	2.2	1.7
	pred	2.0	2.2	1.3	2.5	2.0

modele 30-18

classes for exogenous variable 3

sexe*2+1-pc

choice group	i i 1	i i 2	i i 3	i i 4	i i
no. chsn	7.0	5.0	29.0	7.0	48.0
sd. chsn	2.5	2.3	4.3	3.1	6.3
1	v	v	*a	*v	
no. pred	8.1	6.2	23.0	10.7	48.0
sd. pred	5.4	6.1	13.1	9.3	33.7
no. chsn	0.0	63.0	0.0	66.0	129.0
sd. chsn	0.0	6.8	0.0	7.2	9.9
2		a		v	
no. pred	0.0	62.0	0.0	67.0	129.0
sd. pred	0.0	7.4	0.0	8.6	7.5
no. chsn	8.0	9.0	15.0	10.0	42.0
sd. chsn	2.6	2.9	3.9	2.8	6.2
3	v	a	v	a	
no. pred	8.1	8.9	16.5	8.5	42.0
sd. pred	1.7	4.2	3.2	1.7	7.5
no. chsn	52.0	67.0	194.0	103.0	416.0
sd. chsn	3.9	5.5	7.2	6.2	11.7
4	v	a	v	a	
no. pred	53.1	64.7	196.3	101.9	416.0
sd. pred	6.0	6.9	19.7	20.3	51.5
no. chsn	11.0	3.0	32.0	20.0	66.0
sd. chsn	2.7	2.3	5.4	4.1	7.6
5	a	v	v	a	
no. pred	8.8	5.2	34.1	17.9	66.0
sd. pred	1.7	2.5	6.6	5.1	14.0
no. chsn	78.0	147.0	270.0	206.0	701.0
total					
no. pred	78.0	147.0	270.0	206.0	701.0

mean trip length	chsn	1.8	2.0	1.3	1.9	1.7
	pred	1.7	2.5	1.5	2.4	2.0

modele 30-18

classes for exogenous variable 4

age/10+1

choice group	i i	i 1	i 2	i 3	i 4	i 5	i 6	i 7	i 8	i 9	i
	no. chsn	4.0	16.0	7.0	7.0	6.0	5.0	3.0	0.0	0.0	48.0
	sd. chsn	1.8	3.0	3.0	2.7	2.6	1.9	0.9	0.5	0.2	6.3
1		a	*a	*v	v	v	a	**a	v	v	
	no. pred	3.9	11.2	11.0	8.7	8.0	4.1	0.8	0.3	0.1	48.0
	sd. pred	2.4	5.1	9.9	8.5	5.5	1.9	0.2	0.2	0.1	33.7
	no. chsn	0.0	0.0	39.0	48.0	31.0	10.0	1.0	0.0	0.0	129.0
	sd. chsn	0.0	1.4	5.0	5.8	4.8	3.4	1.6	0.8	0.0	9.9
2			**v	a	a	a	*v	*v	v		
	no. pred	0.0	2.8	34.5	43.1	30.8	14.2	3.0	0.7	0.0	129.0
	sd. pred	0.0	2.0	2.3	3.2	5.1	2.9	0.5	0.3	0.0	7.5
	no. chsn	0.0	14.0	2.0	6.0	8.0	11.0	1.0	0.0	0.0	42.0
	sd. chsn	0.8	2.9	2.9	2.3	2.8	2.3	1.1	0.9	0.6	6.2
3		v	*a	**v	a	v	**a	v	*v	v	
	no. pred	0.7	9.6	9.1	5.7	8.5	5.8	1.3	1.0	0.4	42.0
	sd. pred	0.3	1.5	1.5	1.4	1.6	2.6	0.2	0.3	0.4	7.5
	no. chsn	17.0	64.0	82.0	89.0	94.0	41.0	16.0	11.0	2.0	416.0
	sd. chsn	1.8	4.6	5.5	5.4	5.3	3.9	2.1	1.9	1.0	11.7
4			*v	a	v	*a	v	a	*a	a	
	no. pred	17.0	71.2	78.9	94.3	87.9	42.3	14.0	8.8	1.6	416.0
	sd. pred	3.5	7.7	13.2	11.2	14.9	1.2	0.4	0.5	0.6	51.5
	no. chsn	7.0	15.0	15.0	16.0	9.0	4.0	0.0	0.0	0.0	66.0
	sd. chsn	2.2	3.5	3.1	3.6	3.4	2.1	1.3	0.6	0.1	7.6
5		a	a	*a	a	*v	v	*v	v		
	no. pred	6.4	14.2	11.5	14.2	12.8	4.7	2.0	0.3	0.0	66.0
	sd. pred	1.3	1.4	3.9	3.9	5.3	1.7	0.2	0.3	0.0	14.0
	no. chsn	28.0	109.0	145.0	166.0	148.0	71.0	21.0	11.0	2.0	701.0
total											
	no. pred	28.0	109.0	145.0	166.0	148.0	71.0	21.0	11.0	2.0	701.0

mean trip length	chsn	2.0	1.9	1.7	1.7	1.7	1.5	1.2	0.6	0.5	1.7
	pred	2.4	1.8	2.0	2.2	2.2	1.7	1.6	0.8	1.0	2.0

modele 30-18

classes for exogenous variable 5

nvp+1

choice group		i 1	i 2	i 3	i 4	i
	no. chsn	19.0	19.0	10.0	0.0	48.0
	sd. chsn	2.9	4.8	2.8	0.8	6.3
1		**a	*v	a	v	
	no. pred	11.9	26.3	9.1	0.7	48.0
	sd. pred	9.9	15.7	7.8	0.4	33.7
	no. chsn	0.0	75.0	48.0	6.0	129.0
	sd. chsn	0.0	7.7	5.8	2.0	9.9
2			v	a	a	
	no. pred	0.0	76.8	46.8	5.4	129.0
	sd. pred	0.0	5.9	5.3	0.8	7.5
	no. chsn	3.0	27.0	12.0	0.0	42.0
	sd. chsn	2.9	4.6	2.8	1.0	6.2
3		**v	a	*a	*v	
	no. pred	9.4	23.1	8.4	1.0	42.0
	sd. pred	1.8	4.4	1.3	0.3	7.5
	no. chsn	76.0	254.0	81.0	5.0	416.0
	sd. chsn	4.7	9.0	5.5	1.7	11.7
4		v	a	v	v	
	no. pred	76.7	247.7	85.4	6.1	416.0
	sd. pred	12.6	24.7	14.3	0.3	51.5
	no. chsn	5.0	47.0	11.0	3.0	66.0
	sd. chsn	2.1	6.4	3.4	0.8	7.6
5			v	v	**a	
	no. pred	5.0	48.0	12.3	0.7	66.0
	sd. pred	2.5	10.1	2.6	0.1	14.0
	no. chsn	103.0	422.0	162.0	14.0	701.0
total						
	no. pred	103.0	422.0	162.0	14.0	701.0

mean trip length	chsn	1.2	1.7	1.8	1.5	1.7
	pred	1.3	2.1	2.3	2.1	2.0

modele 30-18

classes for exogenous variable 6

pmena

choice group	i i 1	i i 2	i i 3	i i 4	i i 5	i i
no. chsn	7.0	19.0	0.0	22.0	0.0	48.0
sd. chsn	2.8	4.2	0.7	3.6	0.6	6.3
1	v	v	v	*a	v	
no. pred	9.7	21.1	0.5	16.3	0.4	48.0
sd. pred	9.1	15.6	0.6	8.4	0.1	33.7
no. chsn	67.0	54.0	0.0	7.0	1.0	129.0
sd. chsn	7.0	6.6	0.0	2.2	1.1	9.9
2	a	v		a	v	
no. pred	65.8	55.6	0.0	5.7	1.8	129.0
sd. pred	5.3	5.7	0.0	0.9	0.2	7.5
no. chsn	12.0	16.0	0.0	14.0	0.0	42.0
sd. chsn	3.3	3.9	0.9	3.3	0.8	6.2
3	a	v	*v	a	v	
no. pred	11.7	16.4	0.9	12.1	0.7	42.0
sd. pred	3.2	3.3	0.7	1.9	0.1	7.5
no. chsn	103.0	211.0	10.0	87.0	5.0	416.0
sd. chsn	6.3	8.0	1.5	5.3	1.6	11.7
4	a	a	*a	*v	v	
no. pred	100.4	205.3	8.3	96.4	5.6	416.0
sd. pred	13.5	25.8	1.4	11.1	0.2	51.5
no. chsn	7.0	33.0	1.0	22.0	3.0	66.0
sd. chsn	2.8	5.5	1.0	4.2	0.7	7.6
5	v	v	v	a	***a	
no. pred	8.3	34.5	1.2	21.4	0.5	66.0
sd. pred	4.5	7.0	0.2	3.1	0.1	14.0
no. chsn	196.0	333.0	11.0	152.0	9.0	701.0
total						
no. pred	196.0	333.0	11.0	152.0	9.0	701.0

mean trip length	chsn	1.8	1.5	1.3	1.8	1.1	1.7
	pred	2.2	2.0	1.3	2.0	1.6	2.0

modele 30-18

classes for exogenous variable 7

dist/10+2

choice group	i 1	i 2	i 3	i 4	i 5	i 6	i 7	i 8	i 9	i 10	i
no. chsn	0.0	0.0	0.0	6.0	10.0	14.0	7.0	9.0	2.0	0.0	48.0
sd. chsn	2.0	0.6	1.3	3.0	2.8	2.9	1.9	1.7	0.4	1.5	6.3
1	**v	v	*v	*v	v	a	*a	***a	***a	*v	
no. pred	4.0	0.3	1.6	9.6	10.3	11.1	4.6	3.4	0.2	2.9	48.0
sd. pred	7.1	0.1	0.3	3.1	7.2	8.7	4.3	3.2	0.3	0.5	33.7
no. chsn	19.0	3.0	4.0	29.0	17.0	16.0	12.0	13.0	1.0	15.0	129.0
sd. chsn	4.4	1.3	1.9	4.5	3.8	3.5	2.7	3.0	1.3	2.9	9.9
2	v	a	v	*a	v	v	a	v	*v	a	
no. pred	21.8	1.8	4.1	22.9	19.2	17.9	11.6	13.5	3.2	13.0	129.0
sd. pred	13.5	1.6	1.8	7.0	2.6	1.3	2.1	1.9	0.4	1.1	7.5
no. chsn	17.0	1.0	5.0	8.0	5.0	4.0	2.0	0.0	0.0	0.0	42.0
sd. chsn	2.9	1.0	1.7	3.7	2.7	1.8	1.0	0.6	0.1	0.9	6.2
3	**a		*a	*v	*v	a	a	v		*v	
no. pred	8.5	1.0	3.0	14.6	8.7	3.7	1.1	0.4	0.0	1.0	42.0
sd. pred	3.1	0.2	0.5	3.1	2.5	1.2	1.0	1.1	0.0	0.4	7.5
no. chsn	213.0	19.0	45.0	107.0	21.0	11.0	0.0	0.0	0.0	0.0	416.0
sd. chsn	6.9	2.4	4.1	6.5	3.7	2.4	1.4	1.0	0.2	1.1	11.7
4	v	v	a	a	a	*a	**v	*v		*v	
no. pred	215.1	19.3	44.7	103.2	19.4	8.1	3.2	1.2	0.0	1.7	416.0
sd. pred	29.6	1.9	2.6	3.3	5.2	11.1	5.1	4.1	0.2	0.3	51.5
no. chsn	7.0	0.0	1.0	10.0	13.0	8.0	6.0	6.0	1.0	14.0	66.0
sd. chsn	2.5	0.8	1.2	3.0	2.8	3.3	2.3	2.7	0.7	2.9	7.6
5	a	v	v	a	*a	*v	v	*v	a	*a	
no. pred	6.6	0.6	1.6	9.7	8.4	12.3	6.4	9.5	0.5	10.4	66.0
sd. pred	6.5	0.3	0.8	2.6	2.3	2.7	0.7	3.9	0.2	0.9	14.0
no. chsn total	256.0	23.0	55.0	160.0	66.0	53.0	27.0	28.0	4.0	29.0	701.0
no. pred	256.0	23.0	55.0	160.0	66.0	53.0	27.0	28.0	4.0	29.0	701.0

mean trip length	chsn	0.0	0.4	0.7	1.3	2.5	3.4	4.5	5.5	6.8	9.0	1.7
	pred	0.5	0.8	1.0	1.8	3.1	4.0	4.6	5.8	6.6	6.6	2.0

modele 30-18

classes for exogenous variable 8

ne<5+1

choice group		i 1 i	i 2 i	i 3 i	i 4 i	
	no. chsn	43.0	5.0	0.0	0.0	48.0
	sd. chsn	5.6	2.8	0.8	0.1	6.3
1		*a	*v	*v		
	no. pred	36.9	10.2	0.9	0.0	48.0
	sd. pred	24.3	9.2	0.3	0.0	33.7
	no. chsn	94.0	30.0	5.0	0.0	129.0
	sd. chsn	8.9	3.9	2.0	0.0	9.9
2		v	*a	a		
	no. pred	99.1	25.0	4.9	0.0	129.0
	sd. pred	6.0	1.3	0.3	0.0	7.5
	no. chsn	41.0	1.0	0.0	0.0	42.0
	sd. chsn	5.9	1.7	0.8	0.2	6.2
3		a	*v	v		
	no. pred	38.2	3.2	0.6	0.0	42.0
	sd. pred	7.0	1.0	0.2	0.0	7.5
	no. chsn	330.0	69.0	16.0	1.0	416.0
	sd. chsn	10.6	4.5	2.0	0.3	11.7
4		v	v	*a		
	no. pred	332.3	69.6	13.2	1.0	416.0
	sd. pred	40.5	10.1	1.0	0.0	51.5
	no. chsn	54.0	11.0	1.0	0.0	66.0
	sd. chsn	7.0	2.6	1.4	0.1	7.6
5		v	*a	v		
	no. pred	55.5	8.1	2.4	0.0	66.0
	sd. pred	12.4	1.0	0.8	0.0	14.0
total	no. chsn	562.0	116.0	22.0	1.0	701.0
	no. pred	562.0	116.0	22.0	1.0	701.0

mean trip length	chsn	1.7	1.7	1.3	0.0	1.7
	pred	2.0	2.0	2.1	0.1	2.0

modele 30-18

classes for exogenous variable 9

ne5-11+1

choice group		i 1 i	i 2 i	i 3 i	i 4 i	i 5 i	i 6 i	
	no. chsn	24.0	8.0	10.0	5.0	1.0	0.0	48.0
	sd. chsn	4.7	3.0	2.3	1.4	1.1	0.1	6.3
1		v	*v	*a	*a	v		
	no. pred	25.9	11.1	6.3	3.0	1.6	0.0	48.0
	sd. pred	17.4	8.9	4.4	1.6	1.4	0.0	33.7
	no. chsn	85.0	29.0	13.0	2.0	0.0	0.0	129.0
	sd. chsn	8.1	4.3	3.2	1.5	1.2	0.0	9.9
2		v	a	v	v	*v		
	no. pred	86.7	24.8	13.1	2.8	1.7	0.0	129.0
	sd. pred	5.5	1.7	0.8	0.7	1.0	0.0	7.5
	no. chsn	32.0	8.0	1.0	0.0	1.0	0.0	42.0
	sd. chsn	5.5	2.2	1.6	0.7	0.5	0.1	6.2
3		v	*a	*v	v	*a		
	no. pred	33.6	5.0	2.7	0.4	0.2	0.0	42.0
	sd. pred	6.7	1.7	0.8	0.2	0.1	0.0	7.5
	no. chsn	261.0	88.0	50.0	11.0	5.0	1.0	416.0
	sd. chsn	9.8	5.0	3.6	1.5	0.8	0.2	11.7
4		a	*v	a	*a	***a		
	no. pred	260.0	95.3	49.5	9.4	0.8	1.0	416.0
	sd. pred	34.3	10.6	4.0	2.2	0.6	0.0	51.5
	no. chsn	43.0	17.0	6.0	0.0	0.0	0.0	66.0
	sd. chsn	5.8	3.5	2.7	1.5	1.5	0.1	7.6
5		a	a	v	*v	*v		
	no. pred	38.8	13.8	8.4	2.4	2.7	0.0	66.0
	sd. pred	11.2	2.4	1.0	0.3	0.4	0.0	14.0
	no. chsn	445.0	150.0	80.0	18.0	7.0	1.0	701.0
total								
	no. pred	445.0	150.0	80.0	18.0	7.0	1.0	701.0
mean trip length	chsn	1.5	1.8	1.8	1.9	3.4	0.0	1.7
	pred	1.9	2.0	2.1	2.7	5.3	0.2	2.0

modele 30-18

classes for exogenous variable 10

csp-88

choice group	i	i 1	i	2	i	3	i	4	i	5	i	6	i	7	i	8	i	9	i	10	i	
	no. chsn	9.0		15.0		4.0		2.0		0.0		17.0		0.0		0.0		0.0		1.0		48.0
	sd. chsn	3.6		3.0		2.1		0.8		0.0		3.5		0.0		0.0		0.0		0.9		6.3
1		*v		*a		v		*a				a								v		
	no. pred	15.2		11.4		5.3		0.6		0.0		14.3		0.0		0.0		0.0		1.1		48.0
	sd. pred	11.2		7.5		2.8		0.5		0.0		10.4		0.0		0.0		0.0		1.4		33.7
	no. chsn	93.0		6.0		0.0		0.0		0.0		28.0		0.0		0.0		0.0		2.0		129.0
	sd. chsn	8.0		2.0		0.0		1.7		0.0		4.9		0.0		0.0		0.0		1.7		9.9
2		a		a				*v				v								v		
	no. pred	87.5		5.9		0.0		3.3		0.0		28.9		0.0		0.0		0.0		3.5		129.0
	sd. pred	6.8		5.5		0.0		1.1		0.0		2.6		0.0		0.0		0.0		0.3		7.5
	no. chsn	16.0		14.0		0.0		0.0		0.0		11.0		0.0		0.0		0.0		1.0		42.0
	sd. chsn	3.9		2.8		1.1		1.4		0.0		3.3		0.0		0.0		0.0		1.2		6.2
3		v		*a		*v		*v				v								v		
	no. pred	16.6		9.1		1.3		2.1		0.0		11.4		0.0		0.0		0.0		1.5		42.0
	sd. pred	3.5		1.4		0.4		1.1		0.0		2.3		0.0		0.0		0.0		0.3		7.5
	no. chsn	161.0		55.0		29.0		22.0		0.0		137.0		0.0		0.0		0.0		12.0		416.0
	sd. chsn	7.6		4.7		2.3		2.5		0.0		6.4		0.0		0.0		0.0		1.9		11.7
4		v		*v		a		*a				a								*a		
	no. pred	163.3		63.7		27.4		17.4		0.0		134.2		0.0		0.0		0.0		9.9		416.0
	sd. pred	16.1		14.6		3.4		0.9		0.0		14.6		0.0		0.0		0.0		2.3		51.5
	no. chsn	25.0		13.0		9.0		0.0		0.0		18.0		0.0		0.0		0.0		1.0		66.0
	sd. chsn	4.4		3.3		2.5		0.7		0.0		4.4		0.0		0.0		0.0		1.0		7.6
5		a		a		a		v				v										
	no. pred	21.4		12.9		8.0		0.6		0.0		22.2		0.0		0.0		0.0		1.0		66.0
	sd. pred	7.3		1.9		1.0		0.3		0.0		3.6		0.0		0.0		0.0		0.8		14.0
	no. chsn	304.0		103.0		42.0		24.0		0.0		211.0		0.0		0.0		0.0		17.0		701.0
total																						
	no. pred	304.0		103.0		42.0		24.0		0.0		211.0		0.0		0.0		0.0		17.0		701.0

mean trip	chsn	1.7	1.8	1.9	0.8	0.0	1.5	0.0	0.0	0.0	1.8	1.7
length	pred	2.2	1.9	2.1	1.1	0.0	1.9	0.0	0.0	0.0	2.0	2.0

alogit.valid(07nov83) normal termination

modele 30-18

classes for exogenous variable 1

csp/10+1

choice group		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	no. chsn	0.0	0.0	3.0	8.0	8.0	13.0	11.0	3.0	0.0	93.0	139.0
	sd. chsn	0.0	0.0	1.3	2.3	1.9	2.7	2.7	1.2	0.0	7.1	8.8
1				a	v	a	a	v	v		*a	
	no. pred	0.0	0.0	2.6	8.2	6.2	12.2	11.5	3.6	0.0	83.9	128.1
	sd. pred	0.0	0.0	4.0	8.2	7.2	10.0	16.0	1.4	0.0	77.4	124.4
	no. chsn	0.0	0.0	2.0	3.0	21.0	23.0	11.0	5.0	1.0	56.0	122.0
	sd. chsn	0.0	0.0	0.7	1.2	3.2	3.2	2.4	1.5	0.3	4.9	7.4
2				a		a	v	a	v	a	v	
	no. pred	0.0	0.0	1.9	3.0	20.3	23.2	10.3	5.6	0.9	56.7	122.0
	sd. pred	0.0	0.0	1.0	1.7	15.0	21.7	11.3	2.2	0.2	35.8	88.4
	no. chsn	0.0	0.0	0.0	4.0	6.0	11.0	9.0	4.0	0.0	45.0	79.0
	sd. chsn	0.0	0.0	0.6	1.7	2.2	3.1	2.7	1.5	0.2	5.6	7.6
3				v	v	v	*v	v	v		*v	
	no. pred	0.0	0.0	0.5	4.6	7.0	14.2	11.6	5.0	0.0	52.5	95.4
	sd. pred	0.0	0.0	1.0	2.1	3.6	10.0	9.6	0.5	0.2	37.8	64.3
	no. chsn	0.0	0.0	0.0	6.0	5.0	10.0	16.0	2.0	0.0	33.0	72.0
	sd. chsn	0.0	0.0	0.3	1.7	1.8	2.3	2.8	1.0	0.1	4.6	6.4
4				v	a	a	a	*a	a		v	
	no. pred	0.0	0.0	0.1	5.2	4.5	9.2	12.8	1.6	0.0	37.1	70.5
	sd. pred	0.0	0.0	0.7	1.8	8.8	5.9	10.1	1.5	0.0	33.8	62.8
	no. chsn	0.0	0.0	0.0	2.0	2.0	7.0	7.0	1.0	0.0	20.0	39.0
	sd. chsn	0.0	0.0	0.4	0.9	0.8	1.8	2.1	0.8	0.0	3.5	4.7
5				v	a	a	*a		a		v	
	no. pred	0.0	0.0	0.1	1.4	1.4	5.1	7.0	0.7	0.0	21.7	37.5
	sd. pred	0.0	0.0	0.5	0.3	0.0	0.2	2.0	0.3	0.0	0.7	1.4
	no. chsn	0.0	0.0	0.0	2.0	3.0	7.0	8.0	3.0	0.0	25.0	48.0
	sd. chsn	0.0	0.0	0.4	1.1	1.6	1.8	1.8	0.7	0.0	3.2	4.6
6				v	v	v	a	*a	**a		v	
	no. pred	0.0	0.0	0.1	2.2	4.1	6.7	5.9	1.5	0.0	27.4	47.8
	sd. pred	0.0	0.0	0.5	2.0	2.8	4.7	1.5	0.0	0.0	12.1	23.6
	no. chsn	0.0	0.0	0.0	4.0	3.0	6.0	5.0	2.0	0.0	28.0	48.0
	sd. chsn	0.0	0.0	0.5	1.4	1.2	1.8	1.8	0.7	0.1	3.5	4.8
7				v	a	a	v	v	a		*a	
	no. pred	0.0	0.0	0.4	3.1	2.3	6.5	6.5	1.4	0.0	24.4	44.5
	sd. pred	0.0	0.0	1.3	2.7	1.1	3.0	2.4	0.3	0.0	12.0	22.7

no. chsn	0.0	0.0	0.0	2.0	4.0	3.0	1.0	0.0	0.0	22.0	32.0
sd. chsn	0.0	0.0	0.3	0.8	1.1	1.1	1.1	0.3	0.0	2.9	3.6
8			v	*a	a	*a	v	v		**a	
no. pred	0.0	0.0	0.1	1.1	3.2	1.8	1.4	0.1	0.0	15.2	22.9
sd. pred	0.0	0.0	0.4	1.1	0.2	3.0	1.4	0.3	0.0	11.3	17.7
no. chsn	0.0	0.0	1.0	0.0	4.0	5.0	4.0	1.0	0.0	17.0	32.0
sd. chsn	0.0	0.0	0.3	1.0	1.3	1.4	1.3	0.5	0.0	2.8	3.8
9			***a	*v	v	v	*a			v	
no. pred	0.0	0.0	0.1	1.3	4.6	5.5	2.6	1.0	0.0	18.2	33.3
sd. pred	0.0	0.0	0.4	0.2	0.5	4.4	0.9	0.8	0.0	1.0	8.0
no. chsn	0.0	0.0	0.0	4.0	3.0	10.0	5.0	5.0	0.0	46.0	73.0
sd. chsn	0.0	0.0	0.3	1.7	1.8	2.6	2.0	1.3	0.0	4.2	6.0
10			v	v	*v	v	v	v		a	
no. pred	0.0	0.0	0.1	4.4	5.0	10.5	6.1	5.4	0.0	45.9	77.5
sd. pred	0.0	0.0	0.3	1.0	1.8	2.3	0.2	0.4	0.0	2.7	4.6
no. chsn	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	4.0
sd. chsn	0.0	0.0	0.0	0.4	0.8	0.2	0.2	0.0	0.0	0.7	1.1
11				v	a					v	
no. pred	0.0	0.0	0.0	0.1	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	3.8
sd. pred	0.0	0.0	0.0	0.1	0.7	0.3	0.0	0.0	0.0	0.6	1.6
no. chsn	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	2.0	0.0	0.0	0.0	10.0	13.0
sd. chsn	0.0	0.0	0.0	0.6	1.3	1.1	1.0	0.4	0.0	2.1	3.0
12				v	v		*v	v		v	
no. pred	0.0	0.0	0.0	0.3	1.9	2.0	1.2	0.1	0.0	11.9	17.6
sd. pred	0.0	0.0	0.0	0.8	2.8	2.6	3.6	0.4	0.0	7.8	18.0
no. chsn	0.0	0.0	6.0	35.0	62.0	97.0	77.0	26.0	1.0	397.0	701.0
total											
no. pred	0.0	0.0	6.0	35.0	62.0	97.0	77.0	26.0	1.0	397.0	701.0

modele 30-18

classes for exogenous variable 2

qj

choice group	i i 1	i i 2	i i 3	i i 4	i i
no. chsn	0.0	8.0	12.0	119.0	139.0
sd. chsn	3.5	3.4	3.4	6.5	8.8
1	***v	**v	**v	***a	
no. pred	14.2	16.2	18.8	79.0	128.1
sd. pred	26.4	5.6	11.9	80.5	124.4
no. chsn	0.0	111.0	11.0	0.0	122.0
sd. chsn	1.4	6.9	1.7	1.6	7.4
2	*v	a	a	**v	
no. pred	2.5	104.8	10.6	4.1	122.0
sd. pred	4.3	82.6	2.1	0.6	88.4
no. chsn	13.0	30.0	36.0	0.0	79.0
sd. chsn	4.1	4.1	4.1	2.7	7.6
3	***v	a	*a	***v	
no. pred	28.0	27.0	31.5	8.8	95.4
sd. pred	3.6	28.9	9.5	22.3	64.3
no. chsn	19.0	33.0	20.0	0.0	72.0
sd. chsn	3.3	3.6	3.3	2.4	6.4
4	v	**a	a	***v	
no. pred	19.6	24.9	18.5	7.5	70.5
sd. pred	15.1	23.9	7.2	16.6	62.8
no. chsn	0.0	4.0	35.0	0.0	39.0
sd. chsn	2.1	1.9	3.3	1.8	4.7
5	**v	v	***a	**v	
no. pred	5.1	5.2	23.2	4.0	37.5
sd. pred	2.3	1.1	4.1	5.9	1.4
no. chsn	48.0	0.0	0.0	0.0	48.0
sd. chsn	3.9	1.6	1.1	1.4	4.6
6	*a	*v	*v	*v	
no. pred	41.6	2.6	1.2	2.5	47.8
sd. pred	7.5	9.0	0.8	6.3	23.6
no. chsn	45.0	3.0	0.0	0.0	48.0
sd. chsn	4.0	1.7	1.5	1.5	4.8
7	**a	*v	*v	*v	
no. pred.	34.5	4.9	2.3	2.7	44.5
sd. pred	9.7	2.8	0.5	9.8	22.7

	no. chsn	26.0	6.0	0.0	0.0	32.0
	sd. chsn	2.9	1.5	0.9	1.3	3.6
8		***a	a	v	*v	
	no. pred	14.9	5.2	0.9	1.9	22.9
	sd. pred	4.8	5.2	1.8	5.8	17.7
	no. chsn	29.0	3.0	0.0	0.0	32.0
	sd. chsn	2.9	1.3	1.3	1.5	3.8
9		*a	v	*v	*v	
	no. pred	25.4	3.3	1.9	2.7	33.3
	sd. pred	0.9	5.0	0.3	4.2	8.0
	no. chsn	69.0	4.0	0.0	0.0	73.0
	sd. chsn	4.9	2.1	1.9	2.0	6.0
10		*a	*v	**v	**v	
	no. pred	62.4	6.3	4.1	4.6	77.5
	sd. pred	15.0	7.4	3.1	6.2	4.6
	no. chsn	4.0	0.0	0.0	0.0	4.0
	sd. chsn	1.1	0.2	0.2	0.2	1.1
11		a	v		v	
	no. pred	3.6	0.1	0.0	0.1	3.8
	sd. pred	1.1	0.2	0.1	0.3	1.6
	no. chsn	13.0	0.0	0.0	0.0	13.0
	sd. chsn	2.4	1.1	0.9	1.0	3.0
12		v	*v	v	*v	
	no. pred	14.3	1.4	0.9	1.1	17.6
	sd. pred	7.0	6.9	1.6	2.6	18.0
	no. chsn	266.0	202.0	114.0	119.0	701.0
total						
	no. pred	266.0	202.0	114.0	119.0	701.0

modele 30-18

classes for exogenous variable 3

sexe*2+1-pc

choice group	i i	1 i	2 i	3 i	4 i
	no. chsn	13.0	29.0	58.0	39.0	139.0
	sd. chsn	3.0	4.4	5.3	4.6	8.8
1		v	a	*a	*a	
	no. pred	15.6	27.6	52.6	32.4	128.1
	sd. pred	11.0	37.3	51.6	24.5	124.4
	no. chsn	11.0	29.0	41.0	41.0	122.0
	sd. chsn	2.3	3.5	3.9	4.6	7.4
2		a	a	v	a	
	no. pred	10.2	28.5	42.6	40.7	122.0
	sd. pred	8.8	24.1	16.6	38.8	88.4
	no. chsn	9.0	15.0	32.0	23.0	79.0
	sd. chsn	2.2	3.6	4.3	4.5	7.6
3		a	*v	*v	*v	
	no. pred	8.6	19.4	36.9	30.5	95.4
	sd. pred	4.4	15.9	18.3	25.8	64.3
	no. chsn	6.0	23.0	27.0	16.0	72.0
	sd. chsn	1.7	3.5	3.7	3.5	6.4
4		v	*a	a	v	
	no. pred	6.5	18.4	26.3	19.3	70.5
	sd. pred	7.5	21.2	24.7	9.4	62.8
	no. chsn	3.0	10.0	17.0	9.0	39.0
	sd. chsn	1.6	2.3	2.9	2.4	4.7
5		v	a	v	a	
	no. pred	3.6	8.1	18.1	7.6	37.5
	sd. pred	1.6	0.5	2.5	1.8	1.4
	no. chsn	6.0	9.0	21.0	12.0	48.0
	sd. chsn	1.5	2.3	2.4	2.7	4.6
6		v	a	a	v	
	no. pred	6.9	7.4	19.5	14.0	47.8
	sd. pred	2.9	7.3	5.2	8.2	23.6
	no. chsn	2.0	10.0	18.0	18.0	48.0
	sd. chsn	1.1	2.7	2.4	3.0	4.8
7		v	v	a	*a	
	no. pred	2.4	12.0	16.0	14.1	44.5
	sd. pred	1.5	8.8	4.6	7.8	22.7

	no. chsn	3.0	4.0	11.0	14.0	32.0
	sd. chsn	1.1	1.4	2.0	2.4	3.6
8		a	a	a	**a	
	no. pred	2.0	2.7	10.1	8.2	22.9
	sd. pred	1.4	5.2	4.1	6.9	17.7
	no. chsn	3.0	7.0	12.0	10.0	32.0
	sd. chsn	0.9	2.0	2.0	2.3	3.8
9		**a	a	v	v	
	no. pred	1.0	6.7	14.0	11.7	33.3
	sd. pred	0.1	1.9	2.2	3.9	8.0
	no. chsn	20.0	10.0	27.0	16.0	73.0
	sd. chsn	2.2	3.2	2.9	3.6	6.0
10		a	v		v	
	no. pred	18.2	13.1	27.0	19.1	77.5
	sd. pred	1.0	2.8	3.2	3.9	4.6
	no. chsn	1.0	0.0	0.0	3.0	4.0
	sd. chsn	0.3	0.4	0.3	1.0	1.1
11			v	v	a	
	no. pred	1.0	0.2	0.1	2.6	3.8
	sd. pred	0.1	0.1	0.3	1.2	1.6
	no. chsn	1.0	1.0	6.0	5.0	13.0
	sd. chsn	1.0	1.5	1.6	1.6	3.0
12		*v	*v	v	v	
	no. pred	2.0	2.8	6.8	5.9	17.6
	sd. pred	4.6	4.3.	3.3	5.9	18.0
	no. chsn	78.0	147.0	270.0	206.0	701.0
total						
	no. pred	78.0	147.0	270.0	206.0	701.0

modele 30-18

classes for exogenous variable 4

age/10+1

choice group	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
no. chsn	7.0	26.0	30.0	32.0	17.0	15.0	8.0	4.0	0.0	139.0
sd. chsn	1.9	3.7	4.0	4.1	3.3	3.2	1.8	1.3	0.5	8.8
1	a	a	a	a	v	v	a	a	v	
no. pred	6.0	23.4	26.2	28.2	18.2	16.1	6.5	3.3	0.2	128.1
sd. pred	7.2	22.8	21.5	34.6	13.8	17.7	1.5	3.9	1.3	124.4
no. chsn	5.0	13.0	35.0	39.0	23.0	4.0	2.0	1.0	0.0	122.0
sd. chsn	1.3	2.5	4.1	4.0	3.2	1.4	0.9	0.6	0.0	7.4
2	v	v	a	a	v		v	a		
no. pred	5.3	13.1	33.6	38.9	24.1	4.0	2.1	0.9	0.0	122.0
sd. pred	4.4	8.5	31.6	20.0	22.3	1.8	0.0	0.2	0.0	88.4
no. chsn	1.0	14.0	15.0	13.0	19.0	10.0	4.0	3.0	0.0	79.0
sd. chsn	0.7	2.9	3.8	3.2	3.6	2.7	1.3	1.3	0.5	7.6
3	a	v	*v	v	v	v	v	v	v	
no. pred	0.5	15.7	21.9	16.2	20.5	12.6	4.3	3.3	0.3	95.4
sd. pred	1.1	9.1	18.2	15.5	11.3	6.6	0.9	3.2	0.3	64.3
no. chsn	2.0	7.0	13.0	14.0	19.0	15.0	1.0	1.0	0.0	72.0
sd. chsn	1.1	2.4	2.8	2.9	3.1	2.4	1.2	0.7	0.6	6.4
4	v	v		v	a	*a	*v	a	*v	
no. pred	2.8	8.8	13.0	14.1	17.4	10.7	2.3	0.8	0.7	70.5
sd. pred	3.3	14.2	12.4	13.1	10.5	8.1	0.6	0.5	0.1	62.8
no. chsn	0.0	3.0	18.0	4.0	6.0	5.0	1.0	1.0	1.0	39.0
sd. chsn	0.7	1.7	2.6	1.7	2.2	1.7	0.7	0.7	0.5	4.7
5	v	v	**a	v	*v	v	a	v	*a	
no. pred	0.6	4.3	11.6	4.6	8.4	5.7	0.6	1.4	0.3	37.5
sd. pred	1.5	0.6	0.2	1.3	2.0	0.2	0.0	0.0	0.1	1.4
no. chsn	2.0	9.0	5.0	12.0	15.0	5.0	0.0	0.0	0.0	48.0
sd. chsn	0.7	1.7	1.9	2.5	2.2	1.6	0.6	0.3	0.1	4.6
6	*a	v	v	v	*a	v	v	v		
no. pred	1.2	9.4	6.0	13.4	11.8	5.5	0.5	0.1	0.0	47.8
sd. pred	0.9	3.4	6.3	8.3	2.0	1.6	1.0	0.0	0.0	23.6
no. chsn	0.0	5.0	8.0	15.0	11.0	6.0	2.0	0.0	1.0	48.0
sd. chsn	0.8	1.6	2.1	2.6	2.3	1.7	1.0	0.2	0.5	4.8
7	v	a	v	*a	a	v	a		*a	
no. pred	0.8	4.6	8.2	12.0	9.6	7.5	1.4	0.0	0.4	44.5
sd. pred	0.6	2.1	4.5	5.6	5.5	4.4	0.1	0.1	1.1	22.7

no. chsn	1.0	5.0	5.0	9.0	7.0	5.0	0.0	0.0	0.0	32.0
sd. chsn	0.7	1.3	1.6	2.1	1.6	1.1	0.3	0.2	0.0	3.6
8	a	*a	v	a	*a	***a	v			
no. pred	0.9	3.4	5.3	7.8	4.1	1.3	0.1	0.0	0.0	22.9
sd. pred	0.9	0.7	2.3	6.3	4.0	2.7	0.5	0.2	0.0	17.7
no. chsn	3.0	5.0	2.0	9.0	12.0	1.0	0.0	0.0	0.0	32.0
sd. chsn	0.9	1.4	1.3	2.0	2.1	0.9	0.6	0.4	0.0	3.8
9	v	a	v	v	a	a	v	v		
no. pred	3.6	3.9	2.9	10.3	11.1	0.9	0.4	0.2	0.0	33.3
sd. pred	0.9	1.3	0.8	2.9	3.5	0.9	0.3	0.2	0.0	8.0
no. chsn	6.0	17.0	10.0	18.0	14.0	5.0	2.0	1.0	0.0	73.0
sd. chsn	1.3	2.2	2.6	3.1	2.8	2.2	0.8	0.7	0.1	6.0
10	a	v	v	v	v	v	a			
no. pred	4.8	17.6	11.3	18.5	16.7	6.0	1.6	1.0	0.0	77.5
sd. pred	2.1	2.1	4.0	0.4	5.3	3.9	0.4	0.1	0.0	4.6
no. chsn	1.0	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0
sd. chsn	0.3	0.0	0.6	0.6	0.7	0.2	0.0	0.0	0.0	1.1
11				a						
no. pred	1.0	0.0	1.0	0.8	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.8
sd. pred	0.1	0.0	0.4	0.5	0.4	0.2	0.0	0.0	0.0	1.6
no. chsn	0.0	5.0	3.0	0.0	4.0	0.0	1.0	0.0	0.0	13.0
sd. chsn	0.7	1.2	1.3	1.1	1.7	0.7	0.6	0.1	0.0	3.0
12	v	a	v	*v	v	v	v			
no. pred	0.6	4.8	4.0	1.2	5.1	0.6	1.3	0.0	0.0	17.6
sd. pred	1.3	1.9	4.1	3.1	6.5	0.9	0.2	0.0	0.0	18.0
no. chsn	28.0	109.0	145.0	166.0	148.0	71.0	21.0	11.0	2.0	701.0
total										
no. pred	28.0	109.0	145.0	166.0	148.0	71.0	21.0	11.0	2.0	701.0

modele 30-18

classes for exogenous variable 5

nvp+1

choice group	i i 1	i i 2	i i 3	i i 4	i i
no. chsn	24.0	77.0	33.0	5.0	139.0
sd. chsn	3.2	6.8	4.2	1.5	8.8
1	*a	a	*a	*a	
no. pred	20.5	75.9	28.5	3.2	128.1
sd. pred	19.1	84.2	20.3	0.9	124.4
no. chsn	21.0	67.0	30.0	4.0	122.0
sd. chsn	3.0	5.5	3.7	1.4	7.4
2	v	v	a	a	
no. pred	21.3	68.7	28.2	3.8	122.0
sd. pred	11.3	45.0	29.9	2.1	88.4
no. chsn	14.0	49.0	16.0	0.0	79.0
sd. chsn	2.8	5.9	3.8	0.8	7.6
3	v	*v	*v	v	
no. pred	15.9	57.6	21.2	0.7	95.4
sd. pred	7.0	39.8	16.6	1.0	64.3
no. chsn	13.0	43.0	14.0	2.0	72.0
sd. chsn	2.3	4.9	3.1	1.2	6.4
4	a	a	v	v	
no. pred	12.3	41.2	15.0	2.1	70.5
sd. pred	13.6	35.3	12.7	1.2	62.8
no. chsn	9.0	23.0	7.0	0.0	39.0
sd. chsn	2.0	3.6	2.2	0.7	4.7
5	v	a	a	v	
no. pred	9.7	20.5	6.7	0.7	37.5
sd. pred	4.2	0.3	3.0	0.4	1.4
no. chsn	6.0	35.0	7.0	0.0	48.0
sd. chsn	1.4	3.7	2.3	0.6	4.6
6	v	a	*v	v	
no. pred	6.3	31.6	9.5	0.4	47.8
sd. pred	3.6	13.4	5.4	1.1	23.6
no. chsn	4.0	29.0	15.0	0.0	48.0
sd. chsn	1.1	3.9	2.6	0.1	4.8
7	*a	v	*a		
no. pred	2.5	29.9	12.1	0.0	44.5
sd. pred	3.8	11.2	7.7	0.0	22.7

	no. chsn	4.0	19.0	8.0	1.0	32.0
	sd. chsn	1.1	2.8	1.9	0.8	3.6
8		v	**a	*a	a	
	no. pred	4.6	12.8	4.7	0.8	22.9
	sd. pred	2.4	11.9	3.2	0.2	17.7
	no. chsn	2.0	17.0	13.0	0.0	32.0
	sd. chsn	1.0	2.9	2.2	0.5	3.8
9		v	a	v	v	
	no. pred	3.0	16.4	13.6	0.3	33.3
	sd. pred	1.6	6.9	0.2	0.3	8.0
	no. chsn	6.0	50.0	15.0	2.0	73.0
	sd. chsn	1.4	4.9	3.1	0.9	6.0
10		v	v	v	a	
	no. pred	6.7	51.1	17.7	1.9	77.5
	sd. pred	1.8	2.7	3.6	0.1	4.6
	no. chsn	0.0	2.0	2.0	0.0	4.0
	sd. chsn	0.2	0.7	0.9	0.1	1.1
11				a		
	no. pred	0.0	2.0	1.7	0.0	3.8
	sd. pred	0.1	0.4	1.0	0.1	1.6
	no. chsn	0.0	11.0	2.0	0.0	13.0
	sd. chsn	0.5	2.5	1.4	0.1	3.0
12		v	*v	v		
	no. pred	0.2	14.3	3.1	0.0	17.6
	sd. pred	0.7	12.8	4.4	0.1	18.0
	no. chsn	103.0	422.0	162.0	14.0	701.0
total						
	no. pred	103.0	422.0	162.0	14.0	701.0

modele 30-18

classes for exogenous variable 6

pmena

choice group	i i	i 1	i i	2	i i	3	i i	4	i i	5	i i
	no. chsn	34.0		65.0		1.0		36.0		3.0	139.0
	sd. chsn	4.6		6.0		0.9		4.2		1.3	8.8
1		a		a		a		*a		v	
	no. pred	33.6		62.1		0.9		28.4		3.1	128.1
	sd. pred	37.3		48.1		3.4		35.5		0.1	124.4
	no. chsn	41.0		58.0		1.0		20.0		2.0	122.0
	sd. chsn	4.2		5.1		0.6		3.1		1.1	7.4
2		a		a		a		v		a	
	no. pred	40.6		57.0		0.9		21.6		1.8	122.0
	sd. pred	34.8		39.6		0.3		12.6		1.6	88.4
	no. chsn	21.0		40.0		1.0		16.0		1.0	79.0
	sd. chsn	4.0		5.3		1.1		3.4		0.8	7.6
3		*v		*v		*v		v		a	
	no. pred	25.6		47.5		2.3		19.1		0.8	95.4
	sd. pred	16.0		31.6		1.6		12.3		2.8	64.3
	no. chsn	28.0		35.0		0.0		9.0		0.0	72.0
	sd. chsn	3.8		4.3		0.7		2.7		0.1	6.4
4		*a		a		*v		*v			
	no. pred	23.5		34.0		0.9		12.1		0.0	70.5
	sd. pred	24.7		19.9		0.3		18.4		0.1	62.8
	no. chsn	15.0		18.0		1.0		4.0		1.0	39.0
	sd. chsn	2.7		3.2		0.4		2.1		0.7	4.7
5		*a		a				v		v	
	no. pred	11.5		17.7		1.0		6.0		1.4	37.5
	sd. pred	2.6		0.3		0.1		2.4		1.0	1.4
	no. chsn	13.0		22.0		1.0		11.0		1.0	48.0
	sd. chsn	2.6		3.1		0.6		2.1		0.5	4.6
6		a		v		*a		v		*a	
	no. pred	11.7		23.5		0.4		12.0		0.2	47.8
	sd. pred	6.6		12.0		0.5		4.5		0.0	23.6
	no. chsn	11.0		27.0		1.0		9.0		0.0	48.0
	sd. chsn	2.9		3.3		0.5		2.0		0.3	4.8
7		v		a		*a		a		v	
	no. pred	12.1		24.2		0.5		7.7		0.1	44.5
	sd. pred	9.9		10.1		1.1		1.6		0.0	22.7

	no. chsn	9.0	16.0	0.0	6.0	1.0	32.0
	sd. chsn	1.9	2.5	0.0	1.6	0.6	3.6
8		a	**a		a	a	
	no. pred	7.1	10.0	0.0	4.9	0.9	22.9
	sd. pred	8.4	7.5	0.0	1.8	0.0	17.7
	no. chsn	9.0	14.0	0.0	9.0	0.0	32.0
	sd. chsn	2.1	2.6	0.3	1.7	0.2	3.8
9		a	v	v	a		
	no. pred	8.1	16.6	0.1	8.5	0.0	33.3
	sd. pred	3.9	2.1	0.2	2.0	0.2	8.0
	no. chsn	14.0	30.0	3.0	26.0	0.0	73.0
	sd. chsn	3.4	4.0	0.8	2.8	0.6	6.0
10		*v	v	*a	a	v	
	no. pred	17.9	31.7	2.1	25.4	0.4	77.5
	sd. pred	3.2	1.9	0.2	1.5	1.2	4.6
	no. chsn	0.0	3.0	1.0	0.0	0.0	4.0
	sd. chsn	0.5	1.0	0.3	0.0	0.1	1.1
11		v	a				
	no. pred	0.2	2.6	1.0	0.0	0.0	3.8
	sd. pred	0.1	1.3	0.1	0.0	0.1	1.6
	no. chsn	1.0	5.0	1.0	6.0	0.0	13.0
	sd. chsn	1.8	1.7	0.3	1.5	0.3	3.0
12		*v	v		v	v	
	no. pred	4.0	6.2	1.0	6.4	0.1	17.6
	sd. pred	8.3	5.5	0.0	3.7	0.5	18.0
	no. chsn	196.0	333.0	11.0	152.0	9.0	701.0
total							
	no. pred	196.0	333.0	11.0	152.0	9.0	701.0

modele 30-18

classes for exogenous variable 7

dist/10+2

choice / group		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	no. chsn	24.0	11.0	20.0	31.0	19.0	13.0	7.0	12.0	1.0	1.0	139.0
	sd. chsn	3.7	2.0	2.9	4.3	3.4	2.6	1.9	2.5	0.8	1.8	8.8
1		v	v	v	a	*a	*a	*a	*a	a	*v	
	no. pred	27.7	11.3	20.3	29.1	13.9	8.7	4.4	7.7	0.7	4.4	128.1
	sd. pred	15.6	7.7	9.8	33.8	15.1	16.1	4.9	15.3	0.9	5.4	124.4
	no. chsn	18.0	0.0	0.0	43.0	23.0	12.0	9.0	9.0	2.0	6.0	122.0
	sd. chsn	2.2	0.2	0.2	4.1	3.9	2.5	2.3	1.8	0.7	1.4	7.4
2		*v			v	v	a	v	a	a	a	
	no. pred	20.9	0.0	0.0	43.1	23.5	10.0	9.8	7.3	1.7	5.6	122.0
	sd. pred	12.8	0.1	0.1	5.0	14.6	18.5	14.9	13.7	2.4	6.7	88.4
	no. chsn	35.0	8.0	7.0	20.0	2.0	3.0	2.0	2.0	0.0	0.0	79.0
	sd. chsn	4.0	1.5	2.0	4.1	2.0	2.6	1.4	1.4	0.5	1.8	7.6
3		v	*a	a	v	*v	**v	v	v	v	**v	
	no. pred	35.9	6.2	6.6	23.6	4.8	8.7	2.9	2.2	0.3	4.1	95.4
	sd. pred	5.4	4.8	3.8	7.6	9.3	15.8	4.7	7.4	0.5	5.1	64.3
	no. chsn	37.0	4.0	9.0	13.0	2.0	3.0	1.0	3.0	0.0	0.0	72.0
	sd. chsn	3.6	1.2	2.1	3.2	1.8	2.0	1.1	1.6	0.5	1.1	6.4
4		*a	a	a	v	*v	v	v		v	*v	
	no. pred	30.5	3.9	7.9	13.5	3.9	4.8	1.3	3.0	0.3	1.6	70.5
	sd. pred	16.2	0.6	3.7	14.0	8.4	5.9	3.9	6.9	0.5	2.7	62.8
	no. chsn	16.0	0.0	7.0	9.0	3.0	3.0	0.0	0.0	1.0	0.0	39.0
	sd. chsn	2.6	0.4	1.9	2.2	1.5	1.6	0.7	0.7	0.4	1.0	4.7
5		v	v	a	*a	a		v	v	**a	*v	
	no. pred	16.2	0.2	6.6	6.5	2.5	3.0	0.6	0.6	0.2	1.2	37.5
	sd. pred	4.2	0.1	0.2	0.3	1.5	2.7	0.6	0.3	0.3	0.2	1.4
	no. chsn	25.0	0.0	0.0	10.0	3.0	3.0	1.0	0.0	0.0	6.0	48.0
	sd. chsn	2.5	0.3	0.5	2.4	1.7	1.3	1.1	0.9	0.3	1.5	4.6
6		a	v	v	v	v	a	v	*v	v	**a	
	no. pred	24.6	0.1	0.3	12.4	3.2	2.0	1.5	1.0	0.1	2.7	47.8
	sd. pred	1.8	0.1	0.2	5.9	3.5	3.0	2.6	2.7	0.6	3.0	23.6
	no. chsn	27.0	0.0	0.0	6.0	6.0	5.0	3.0	0.0	0.0	1.0	48.0
	sd. chsn	2.7	0.7	0.5	1.9	2.0	1.8	0.9	1.2	0.6	1.4	4.8
7		a	v	v	a	a	a	**a	*v	v	*v	
	no. pred	24.8	0.5	0.3	5.2	4.8	3.6	0.9	1.6	0.5	2.4	44.5
	sd. pred	5.9	0.9	0.8	3.9	9.7	1.6	1.7	2.0	0.7	0.2	22.7

	no. chsn	7.0	0.0	1.0	14.0	2.0	1.0	0.0	0.0	0.0	7.0	32.0
	sd. chsn	1.2	0.3	0.9	2.5	1.1	1.1	0.5	0.8	0.3	1.1	3.6
8			v	v	*a	a	v	v	v	v	***a	
	no. pred	7.0	0.1	1.5	9.5	1.3	1.3	0.2	0.8	0.1	1.2	22.9
	sd. pred	1.0	0.3	0.1	4.3	2.6	3.3	0.4	3.1	0.8	2.0	17.7
	no. chsn	23.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	8.0	32.0
	sd. chsn	2.3	0.6	0.5	1.2	1.3	1.3	1.0	0.9	0.1	1.5	3.8
9		a	v	v	*v	*v	*v	*v			***a	
	no. pred	22.8	0.3	0.2	1.5	1.8	1.9	1.1	1.0	0.0	2.6	33.3
	sd. pred	2.1	0.3	0.3	0.5	0.5	2.8	0.8	2.1	0.2	1.5	8.0
	no. chsn	33.0	0.0	11.0	8.0	6.0	10.0	4.0	1.0	0.0	0.0	73.0
	sd. chsn	2.8	0.5	2.0	2.7	2.2	2.4	1.7	1.3	0.3	1.4	6.0
10		v	v		v	a	a	a	v	v	*v	
	no. pred	34.5	0.2	11.0	10.3	5.8	7.7	3.3	2.0	0.1	2.6	77.5
	sd. pred	1.9	0.3	0.8	1.9	4.7	0.3	3.7	0.1	0.6	1.3	4.6
	no. chsn	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0
	sd. chsn	1.0	0.0	0.0	0.3	0.4	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	1.1
11		a			v	v	v					
	no. pred	3.5	0.0	0.0	0.1	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	3.8
	sd. pred	1.0	0.0	0.0	0.1	0.5	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	1.6
	no. chsn	7.0	0.0	0.0	6.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.0
	sd. chsn	1.4	0.4	0.4	1.7	0.5	1.1	0.9	0.9	0.3	0.7	3.0
12		v	v	v	a	v	*v	*v	*v	v	v	
	no. pred	7.7	0.2	0.2	5.2	0.3	1.4	1.0	1.0	0.1	0.6	17.6
	sd. pred	1.1	0.3	0.4	4.1	1.4	2.9	1.4	4.2	0.5	1.7	18.0
	no. chsn	256.0	23.0	55.0	160.0	66.0	53.0	27.0	28.0	4.0	29.0	701.0
total												
	no. pred	256.0	23.0	55.0	160.0	66.0	53.0	27.0	28.0	4.0	29.0	701.0

modele 30-18

classes for exogenous variable 8

ne<5+1

choice group	i 1 i	i 2 i	i 3 i	i 4 i	i
no. chsn	113.0	24.0	2.0	0.0	139.0
sd. chsn	8.0	3.2	1.4	0.1	8.8
1	*a	*a	*v		
no. pred	103.9	20.6	3.6	0.0	128.1
sd. pred	107.4	14.3	2.7	0.0	124.4
no. chsn	75.0	44.0	3.0	0.0	122.0
sd. chsn	6.0	4.1	1.1	0.0	7.4
2	v	a	a		
no. pred	76.2	43.2	2.6	0.0	122.0
sd. pred	55.6	33.4	0.6	0.0	88.4
no. chsn	69.0	6.0	3.0	1.0	79.0
sd. chsn	7.2	2.1	1.1	0.3	7.6
3	**v	*v	a		
no. pred	84.2	8.2	2.0	1.0	95.4
sd. pred	50.5	12.5	1.3	0.0	64.3
no. chsn	57.0	12.0	3.0	0.0	72.0
sd. chsn	5.8	2.4	1.2	0.1	6.4
4	a	a	v		
no. pred	55.8	11.3	3.4	0.0	70.5
sd. pred	47.4	15.0	0.4	0.0	62.8
no. chsn	36.0	3.0	0.0	0.0	39.0
sd. chsn	4.4	1.5	0.6	0.0	4.7
5	a	v	v		
no. pred	33.5	3.6	0.5	0.0	37.5
sd. pred	2.8	1.6	0.2	0.0	1.4
no. chsn	37.0	10.0	1.0	0.0	48.0
sd. chsn	4.1	1.9	0.7	0.0	4.6
6	v	a	a		
no. pred	37.8	9.3	0.7	0.0	47.8
sd. pred	17.9	4.9	0.8	0.0	23.6
no. chsn	41.0	3.0	4.0	0.0	48.0
sd. chsn	4.5	1.5	1.1	0.2	4.8
7	a	v	a		
no. pred	37.5	3.6	3.4	0.0	44.5
sd. pred	20.7	1.0	1.1	0.0	22.7

	no. chsn	27.0	3.0	2.0	0.0	32.0
	sd. chsn	3.4	1.0	0.9	0.0	3.6
8		**a	a	a		
	no. pred	19.0	2.5	1.4	0.0	22.9
	sd. pred	14.6	2.7	0.3	0.0	17.7
	no. chsn	28.0	1.0	3.0	0.0	32.0
	sd. chsn	3.4	1.3	1.0	0.0	3.8
9		a	*v	a		
	no. pred	27.9	2.9	2.6	0.0	33.3
	sd. pred	4.8	3.0	0.3	0.0	8.0
	no. chsn	63.0	9.0	1.0	0.0	73.0
	sd. chsn	5.6	1.9	1.1	0.0	6.0
10		v		v		
	no. pred	66.9	9.0	1.5	0.0	77.5
	sd. pred	5.9	3.6	2.3	0.0	4.6
	no. chsn	4.0	0.0	0.0	0.0	4.0
	sd. chsn	1.1	0.2	0.1	0.0	1.1
11		a				
	no. pred	3.7	0.0	0.0	0.0	3.8
	sd. pred	1.6	0.1	0.0	0.0	1.6
	no. chsn	12.0	1.0	0.0	0.0	13.0
	sd. chsn	2.7	1.0	0.5	0.0	3.0
12		*v	v	v		
	no. pred	15.5	1.8	0.2	0.0	17.6
	sd. pred	14.4	3.4	0.3	0.0	18.0
	no. chsn	562.0	116.0	22.0	1.0	701.0
total						
	no. pred	562.0	116.0	22.0	1.0	701.0

modele 30-18

classes for exogenous variable 9

ne5-11+1

choice group	i 1 i	2 i	3 i	4 i	5 i	6 i	
no. chsn	92.0	22.0	17.0	7.0	1.0	0.0	139.0
sd. chsn	7.3	3.4	2.9	1.7	0.8	0.1	8.8
1	a	a	*a	*a	a		
no. pred	88.7	20.2	13.5	5.0	0.8	0.0	128.1
sd. pred	77.4	20.6	16.3	7.5	2.6	0.0	124.4
no. chsn	65.0	38.0	16.0	3.0	0.0	0.0	122.0
sd. chsn	5.6	4.0	2.6	0.8	0.3	0.0	7.4
2	a	v	v	v	v		
no. pred	63.7	38.7	16.3	3.1	0.1	0.0	122.0
sd. pred	64.2	16.5	7.9	0.2	0.1	0.0	88.4
no. chsn	59.0	15.0	5.0	0.0	0.0	0.0	79.0
sd. chsn	6.5	3.1	2.2	0.8	0.7	0.0	7.6
3	*v	v	*v	v	v		
no. pred	71.2	15.3	7.8	0.6	0.5	0.0	95.4
sd. pred	46.0	6.4	10.9	0.3	1.2	0.0	64.3
no. chsn	56.0	12.0	4.0	0.0	0.0	0.0	72.0
sd. chsn	5.5	2.7	1.7	0.5	0.6	0.0	6.4
4	*a	v	*v	v	v		
no. pred	50.5	13.5	5.8	0.2	0.5	0.0	70.5
sd. pred	40.0	15.8	7.2	0.3	0.6	0.0	62.8
no. chsn	35.0	2.0	2.0	0.0	0.0	0.0	39.0
sd. chsn	4.2	1.5	1.4	0.6	0.5	0.0	4.7
5	a	v	v	v	v		
no. pred	31.1	2.8	2.9	0.4	0.4	0.0	37.5
sd. pred	0.2	0.7	2.3	0.6	0.3	0.0	1.4
no. chsn	23.0	14.0	9.0	1.0	1.0	0.0	48.0
sd. chsn	3.5	2.1	1.7	0.8	0.6	0.0	4.6
6	v		a	v	a		
no. pred	24.1	14.0	7.4	1.7	0.6	0.0	47.8
sd. pred	13.0	5.8	3.1	0.9	0.6	0.0	23.6
no. chsn	35.0	8.0	3.0	2.0	0.0	0.0	48.0
sd. chsn	4.1	1.7	1.5	0.9	0.7	0.0	4.8
7	a	a	v	*a	v		
no. pred	33.0	6.7	3.2	1.0	0.6	0.0	44.5
sd. pred	16.5	1.9	2.9	2.1	0.7	0.0	22.7

no. chsn	20.0	6.0	5.0	1.0	0.0	0.0	32.0
sd. chsn	2.7	1.6	1.5	0.7	0.6	0.1	3.6
8	**a	a	a		v		
no. pred	12.5	5.4	3.6	1.0	0.4	0.0	22.9
sd. pred	10.3	2.9	1.4	1.5	1.6	0.0	17.7
no. chsn	20.0	11.0	0.0	1.0	0.0	0.0	32.0
sd. chsn	3.1	1.7	0.9	1.0	0.3	0.0	3.8
9	v	*a	*v	*v	v		
no. pred	21.5	8.7	1.0	2.0	0.1	0.0	33.3
sd. pred	5.6	0.2	1.0	1.3	0.1	0.0	8.0
no. chsn	31.0	18.0	16.0	2.0	5.0	1.0	73.0
sd. chsn	4.6	2.8	2.1	0.9	1.5	0.3	6.0
10	*v	v	a		*a		
no. pred	37.0	19.5	15.4	2.0	2.7	1.0	77.5
sd. pred	2.8	0.2	1.4	0.4	0.2	0.0	4.6
no. chsn	1.0	0.0	2.0	1.0	0.0	0.0	4.0
sd. chsn	0.7	0.4	0.6	0.6	0.0	0.0	1.1
11		v	a	a			
no. pred	1.0	0.1	1.9	0.7	0.0	0.0	3.8
sd. pred	0.7	0.1	0.3	0.5	0.0	0.0	1.6
no. chsn	8.0	4.0	1.0	0.0	0.0	0.0	13.0
sd. chsn	2.4	1.4	0.7	0.6	0.6	0.0	3.0
12	*v	v	v	v	v		
no. pred	10.6	5.0	1.2	0.3	0.4	0.0	17.6
sd. pred	12.3	3.0	1.0	0.7	1.0	0.0	18.0
no. chsn	445.0	150.0	80.0	18.0	7.0	1.0	701.0
total							
no. pred	445.0	150.0	80.0	18.0	7.0	1.0	701.0

modele 30-18

classes for exogenous variable 10

csp-88

choice group	i 1	i 2	i 3	i 4	i 5	i 6	i 7	i 8	i 9	i 10	i
no. chsn	46.0	29.0	8.0	5.0	0.0	46.0	0.0	0.0	0.0	5.0	139.0
sd. chsn	5.1	3.9	2.2	1.7	0.0	5.1	0.0	0.0	0.0	1.3	8.8
1	a	a		a		a				*a	
no. pred	44.2	25.3	8.0	4.8	0.0	42.3	0.0	0.0	0.0	3.6	128.1
sd. pred	47.0	20.6	8.3	7.6	0.0	36.5	0.0	0.0	0.0	4.4	124.4
no. chsn	66.0	13.0	7.0	2.0	0.0	33.0	0.0	0.0	0.0	1.0	122.0
sd. chsn	5.5	2.6	1.6	0.9	0.0	3.7	0.0	0.0	0.0	0.7	7.4
2	a	v	v	a		v				a	
no. pred	65.3	13.6	7.4	1.9	0.0	33.1	0.0	0.0	0.0	0.8	122.0
sd. pred	52.6	13.4	4.3	0.0	0.0	15.8	0.0	0.0	0.0	2.2	88.4
no. chsn	34.0	12.0	3.0	7.0	0.0	22.0	0.0	0.0	0.0	1.0	79.0
sd. chsn	5.2	2.8	1.0	1.8	0.0	4.2	0.0	0.0	0.0	1.2	7.6
3	*v	v	a	v		*v				v	
no. pred	42.8	12.6	2.7	7.5	0.0	28.0	0.0	0.0	0.0	1.7	95.4
sd. pred	26.5	11.9	0.7	3.5	0.0	20.0	0.0	0.0	0.0	1.7	64.3
no. chsn	39.0	8.0	3.0	0.0	0.0	22.0	0.0	0.0	0.0	0.0	72.0
sd. chsn	4.5	2.4	1.3	1.2	0.0	3.4	0.0	0.0	0.0	0.8	6.4
4	*a	v	v	**v		a				*v	
no. pred	33.5	8.5	4.0	2.5	0.0	21.3	0.0	0.0	0.0	0.9	70.5
sd. pred	28.9	17.6	3.8	0.6	0.0	10.7	0.0	0.0	0.0	1.2	62.8
no. chsn	19.0	5.0	0.0	3.0	0.0	10.0	0.0	0.0	0.0	2.0	39.0
sd. chsn	3.1	2.0	0.8	0.8	0.0	2.6	0.0	0.0	0.0	0.6	4.7
5	*a	v	v	*a		v				a	
no. pred	15.8	5.8	0.8	1.6	0.0	11.5	0.0	0.0	0.0	1.9	37.5
sd. pred	0.8	1.4	1.4	0.2	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.2	1.4
no. chsn	23.0	8.0	3.0	0.0	0.0	14.0	0.0	0.0	0.0	0.0	48.0
sd. chsn	3.2	1.7	0.8	0.5	0.0	2.5	0.0	0.0	0.0	0.8	4.6
6	a	v	*a	v		*v				v	
no. pred	20.4	8.4	1.5	0.3	0.0	16.5	0.0	0.0	0.0	0.7	47.8
sd. pred	11.5	2.5	1.4	0.8	0.0	7.7	0.0	0.0	0.0	0.3	23.6
no. chsn	20.0	3.0	0.0	2.0	0.0	19.0	0.0	0.0	0.0	4.0	48.0
sd. chsn	3.3	1.3	0.8	1.0	0.0	2.7	0.0	0.0	0.0	1.4	4.8
7	v	v	v	a		*a				a	
no. pred	20.1	3.4	0.8	1.5	0.0	15.9	0.0	0.0	0.0	2.9	44.5
sd. pred	10.7	2.0	0.4	1.0	0.0	7.8	0.0	0.0	0.0	1.7	22.7

	no. chsn	10.0	6.0	2.0	1.0	0.0	12.0	0.0	0.0	0.0	1.0	32.0
	sd. chsn	2.1	1.6	0.8	0.5	0.0	2.1	0.0	0.0	0.0	0.8	3.6
8		*a	a	*a	*a		*a				a	
	no. pred	7.7	5.0	1.1	0.3	0.0	7.9	0.0	0.0	0.0	0.9	22.9
	sd. pred	6.3	2.9	1.2	1.6	0.0	4.0	0.0	0.0	0.0	1.6	17.7
	no. chsn	15.0	4.0	3.0	0.0	0.0	9.0	0.0	0.0	0.0	1.0	32.0
	sd. chsn	2.6	1.4	0.9	0.6	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.6	3.8
9		v		v	v		v				a	
	no. pred	15.1	4.0	3.6	0.4	0.0	9.7	0.0	0.0	0.0	0.5	33.3
	sd. pred	7.1	1.4	1.0	0.2	0.0	1.7	0.0	0.0	0.0	0.4	8.0
	no. chsn	27.0	11.0	10.0	3.0	0.0	20.0	0.0	0.0	0.0	2.0	73.0
	sd. chsn	4.3	2.1	1.5	1.0	0.0	3.0	0.0	0.0	0.0	1.0	6.0
10		*v	v	a	a		a				v	
	no. pred	31.6	12.6	8.8	2.2	0.0	19.5	0.0	0.0	0.0	2.8	77.5
	sd. pred	1.9	5.0	1.8	0.1	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0	0.4	4.6
	no. chsn	2.0	0.0	1.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0
	sd. chsn	0.9	0.3	0.3	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.1	1.1
11		a	v									
	no. pred	1.7	0.1	1.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.8
	sd. pred	1.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6
	no. chsn	3.0	4.0	2.0	1.0	0.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.0
	sd. chsn	2.1	1.1	0.9	0.4	0.0	1.3	0.0	0.0	0.0	0.5	3.0
12		*v	a	v	v		v				v	
	no. pred	5.7	3.8	2.4	1.1	0.0	4.3	0.0	0.0	0.0	0.3	17.6
	sd. pred	10.2	2.2	1.6	0.2	0.0	2.9	0.0	0.0	0.0	1.0	18.0
	no. chsn	304.0	103.0	42.0	24.0	0.0	211.0	0.0	0.0	0.0	17.0	701.0
total												
	no. pred	304.0	103.0	42.0	24.0	0.0	211.0	0.0	0.0	0.0	17.0	701.0

modele 30-18

classes for exogenous variable 11

mode utilise

choice group	i 1 i	i 2 i	i 3 i	i 4 i	i 5 i	i
no. chsn	31.0	22.0	8.0	67.0	11.0	139.0
sd. chsn	3.5	3.6	2.1	6.1	3.0	8.8
1	***a	*a	a	*v	v	
no. pred	17.1	16.8	6.2	76.0	12.0	128.1
sd. pred	31.0	25.0	5.8	52.9	9.7	124.4
no. chsn	8.0	34.0	2.0	58.0	20.0	122.0
sd. chsn	2.4	3.9	1.0	4.6	3.3	7.4
2	v	a	a	v	a	
no. pred	9.7	33.2	1.6	58.9	18.7	122.0
sd. pred	8.9	33.5	3.4	16.2	26.4	88.4
no. chsn	2.0	8.0	3.0	61.0	5.0	79.0
sd. chsn	2.1	3.4	1.8	5.8	2.3	7.6
3	*v	**v	v	v	*v	
no. pred	5.6	15.4	4.3	62.7	7.3	95.4
sd. pred	9.7	20.0	5.7	20.5	8.4	64.3
no. chsn	4.0	12.0	4.0	49.0	3.0	72.0
sd. chsn	2.0	3.0	1.3	4.7	1.9	6.4
4	v	v	a	a	v	
no. pred	5.2	12.1	3.1	45.8	4.3	70.5
sd. pred	10.2	13.9	1.8	28.4	8.5	62.8
no. chsn	3.0	5.0	0.0	27.0	4.0	39.0
sd. chsn	1.0	1.8	0.9	3.7	1.7	4.7
5	*a	a	*v	a	v	
no. pred	1.5	4.0	1.0	26.4	4.6	37.5
sd. pred	0.9	0.2	0.1	5.1	2.5	1.4
no. chsn	0.0	8.0	3.0	31.0	6.0	48.0
sd. chsn	1.0	2.4	1.1	3.2	1.6	4.6
6	*v	v	v	a	*a	
no. pred	1.3	8.3	3.8	30.7	3.8	47.8
sd. pred	4.5	8.6	0.6	5.9	3.9	23.6
no. chsn	0.0	11.0	3.0	30.0	4.0	48.0
sd. chsn	1.1	2.7	1.0	3.5	1.5	4.8
7	*v	a	a	*a	a	
no. pred	1.5	10.9	2.7	25.9	3.5	44.5
sd. pred	2.1	7.0	1.6	8.9	3.1	22.7

	no. chsn	0.0	8.0	3.0	18.0	3.0	32.0
	sd. chsn	1.0	1.9	1.2	2.4	1.1	3.6
8		*v	*a	a	*a	*a	
	no. pred	1.1	4.3	2.4	13.8	1.3	22.9
	sd. pred	4.3	4.9	2.2	3.1	3.1	17.7
	no. chsn	0.0	9.0	3.0	13.0	7.0	32.0
	sd. chsn	1.0	2.2	1.0	2.4	1.4	3.8
9		*v	a	v	v	*a	
	no. pred	1.2	8.2	3.8	15.3	4.8	33.3
	sd. pred	2.9	1.9	0.6	3.7	0.1	8.0
	no. chsn	0.0	12.0	11.0	47.0	3.0	73.0
	sd. chsn	1.5	3.1	2.2	4.0	1.9	6.0
10		*v	v	v	a	v	
	no. pred	2.7	13.7	11.6	45.0	4.5	77.5
	sd. pred	3.0	2.4	3.5	3.0	1.4	4.6
	no. chsn	0.0	0.0	0.0	4.0	0.0	4.0
	sd. chsn	0.2	0.4	0.0	1.0	0.3	1.1
11			v		a	v	
	no. pred	0.0	0.2	0.0	3.5	0.1	3.8
	sd. pred	0.1	0.3	0.0	1.0	0.2	1.6
	no. chsn	0.0	0.0	2.0	11.0	0.0	13.0
	sd. chsn	1.0	1.3	0.9	2.1	0.9	3.0
12		*v	*v	a	v	*v	
	no. pred	1.1	2.0	1.5	12.1	1.0	17.6
	sd. pred	2.2	4.1	1.3	5.7	4.9	18.0
	no. chsn	48.0	129.0	42.0	416.0	66.0	701.0
total							
	no. pred	48.0	129.0	42.0	416.0	66.0	701.0

alogit.valid(07nov83) normal termination

```
          subroutine data(ia,v,nv,na)
c
c this routine calculates variables and availabilities to define the model
c
          implicit integer (a-z)
          character*5 ilod
          real v, pourcen, rlogs, rrr
          dimension fff1(24)
          dimension ia(na),v(nv,na),hier(12),
     &    err(10),count(2)
c
c define the input file ff1
c
          equivalence (nbvoit,nvp),(nbacpc,napc)
          equivalence
     &(fff1( 1),   ech),(fff1( 2),   izr),(fff1( 3),nactif),(fff1( 4),  napc),
     &(fff1( 5),   nna),(fff1( 6), nnapc),(fff1( 7),  nems),(fff1( 8), ne511),
     &(fff1( 9),ne1217),(fff1(10),   nvp),(fff1(11),  nbyc),(fff1(12),   n2r),
     &(fff1(13),  n2rp),(fff1(14), npers),(fff1(15),  sexe),(fff1(16),   age),
     &(fff1(17), pmena),(fff1(18),    pc),(fff1(19),   csp),(fff1(20),   des),
     &(fff1(21),  pveil),(fff1(22),  ezt),(fff1(23),  mtht),(fff1(24), nbcou)
c
c initialise counts
c
          data count,err,nerr,nsam/12*0,5,1/
c
c open file fff1 on stream 10 and define its format
c
          open(10,access="sequential",file="FFF1",form="formatted",
     &    mode="in")
10        format(i4,i2,1li1, i2, i1,i2,2i1,i2,2i1, i3,2i2,
     &    1x,i2,1x,a5, i5, 3i3, 2i4, 1x,e16.8)
c
c now we can start !
c
100       read(10,10,end=900) fff1, comd,ilod, mapd, itc,ivp,ienq,qi,csi, rrr
c
c check reasonable value for number of cars
c
          if(nbvoit.gt.4)go to 995
c
c initialise variables
c
          do 110 la = 1,na
          ia(la)=0
          do 110 lv = 1,nv
110       v(lv,la)=0.
c
c         transfer values for chosen alternative
c
          alt=1
          if (nbcou.ge.1) alt=2
          ia(alt)=1
c
          kkk=2
c
c now set up constants
c
          v(1,kkk)=1.
c
```

```
c set up variables
c
          l=2
          v(l,kkk)= rrr
          l=l+1
          if (csp.ge.90 .and. csp.ne.93) v(l,kkk)= 1.
          l=l+1
          if(age.le.17) v(l,kkk)=1.
          l=l+1
          if (pmena.eq.2 .and. csp.eq.94) v(l,kkk)= 1.
          l=l+1
          if(sexe.eq.2)v(l,kkk)=1.
.c
c
c define id
          id=ech*100+npers
          if (id.eq.185005) go to 992
c
c   accumulate statistics and output to file 11 through "stack"
c finished work for this person
c
          call stack(id,1.0,ia,v,na,nv)
          count(2)=count(2)+1
c
          go to 100
c
c finished
c
900       lines=8+nerr
          write(9,910)count,(err(l),l=1,nerr)
910       format(//' summary of "data" processing',///,
     &  1x,i6,' records input from ff1',/
     &  1x,i6,' passed to stack',//
     &  1x,i6,' modes not modelled',/
     &  1x,i6,' hierarchy problem',/
     &  1x,i6,' license problem',/
     &  1x,i6,' chosen alternative not available',/
     &  1x,i6,' more than 4 cars')
          return
c
c error processing
c
991       err(1)=err(1)+1
          go to 100
992       err(2)=err(2)+1
          go to 999
993       err(3)=err(3)+1
          go to 999
994       err(4)=err(4)+1
          go to 999
995       err(5)=err(5)+1
c
999       write(9,1000) fff1, comd,ilod, mapd, itc,ivp,ienq, qi,csi
1000      format(' rejected record',/
     &     1x,i4,i2,11i1, i2,i1,i2,2i1,i2,2i1,i3,2i2, .
     &     1x,i2,1x,a5, i5, 3i3, 2i4)
c
          go to 100
c
          end
```

modele de generation -3 (sur FFF1)

no of observations successfully matched	2597
no of observations accepted	2597
no of observations flushed	0

total likelihood = -1319.67401

modele de generation -3 (sur FFF1)

classes for exogenous variable 1

logsum -2

choice group	i 1	i 2	i 3	i 4	i 5	i 6	i 7	i 8	i 9	i 10	i
no. chsn	13.0	122.0	359.0	349.0	523.0	440.0	144.0	11.0	1.0	2.0	1964.0
sd. chsn	1.3	4.1	8.1	9.2	11.1	10.0	5.7	1.5	0.9	0.7	20.7
1	a		a	*v	v	a	a	v	*v	v	
no. pred	11.9	122.0	355.0	358.4	525.2	435.4	139.6	11.4	2.7	2.4	1964.0
sd. pred	0.3	1.9	5.4	4.9	6.3	6.5	3.0	0.3	0.1	0.1	20.7
no. chsn	1.0	22.0	94.0	140.0	186.0	141.0	42.0	3.0	3.0	1.0	633.0
sd. chsn	1.3	4.1	8.1	9.2	11.1	10.0	5.7	1.5	0.9	0.7	20.7
2	v		v	*a	a	v	v	a	*a	a	
no. pred	2.1	22.0	98.0	130.6	183.8	145.6	46.4	2.6	1.3	0.6	633.0
sd. pred	0.3	1.9	5.4	4.9	6.3	6.5	3.0	0.3	0.1	0.1	20.7
no. chsn	14.0	144.0	453.0	489.0	709.0	581.0	186.0	14.0	4.0	3.0	2597.0
total											
no. pred	14.0	144.0	453.0	489.0	709.0	581.0	186.0	14.0	4.0	3.0	2597.0

classes for exogenous variable 2

csp/10+1

choice group	i 1	i 2	i 3	i 4	i 5	i 6	i 7	i 8	i 9	i 10	i
no. chsn	1.0	0.0	29.0	144.0	190.0	276.0	261.0	60.0	18.0	985.0	1964.0
sd. chsn	0.3	0.0	2.4	5.5	6.5	8.2	7.4	4.0	1.7	14.5	20.7
1	a		a	a	v	a	v	v	*a		
no. pred	0.9	0.0	28.7	139.4	193.3	273.0	265.1	63.6	15.1	985.0	1964.0
sd. pred	0.0	0.0	0.4	2.1	2.9	4.8	3.9	1.3	0.2	14.5	20.7
no. chsn	0.0	0.0	7.0	34.0	58.0	86.0	73.0	25.0	1.0	349.0	633.0
sd. chsn	0.3	0.0	2.4	5.5	6.5	8.2	7.4	4.0	1.7	14.5	20.7
2	v		v	v	a	v	a	a	*v		
no. pred	0.1	0.0	7.3	38.6	54.7	89.0	68.9	21.4	3.9	349.0	633.0
sd. pred	0.0	0.0	0.4	2.1	2.9	4.8	3.9	1.3	0.2	14.5	20.7
no. chsn	1.0	0.0	36.0	178.0	248.0	362.0	334.0	85.0	19.0	1334.0	2597.0
total											
no. pred	1.0	0.0	36.0	178.0	248.0	362.0	334.0	85.0	19.0	1334.0	2597.0

modele de generation -3 (sur FFF1)

classes for exogenous variable 3

sexe*2+1-pc

choice group	i 1	i 2	i 3	i 4	i
no. chsn	409.0	617.0	588.0	350.0	1964.0
sd. chsn	7.1	10.9	12.1	10.6	20.7
1	*v	*a	v	*a	
no. pred	420.2	605.8	599.1	338.9	1964.0
sd. pred	5.1	9.7	9.6	7.7	20.7
no. chsn	70.0	136.0	243.0	184.0	633.0
sd. chsn	7.1	10.9	12.1	10.6	20.7
2	*a	*v	a	*v	
no. pred	58.8	147.2	231.9	195.1	633.0
sd. pred	5.1	9.7	9.6	7.7	20.7
no. chsn total	479.0	753.0	831.0	534.0	2597.0
no. pred	479.0	753.0	831.0	534.0	2597.0

classes for exogenous variable 4

age/10+1

choice group	i 1	i 2	i 3	i 4	i 5	i 6	i 7	i 8	i 9	i
no. chsn	250.0	503.0	353.0	344.0	282.0	179.0	35.0	10.0	8.0	1964.0
sd. chsn	5.6	8.8	9.5	9.6	8.9	6.7	3.3	2.0	1.4	20.7
1	*a	v	a	v	v	a	*v	**v	a	
no. pred	240.1	506.4	351.1	344.8	287.4	173.4	39.5	14.1	7.2	1964.0
sd. pred	3.3	6.3	5.2	5.3	4.6	2.6	0.7	0.4	0.3	20.7
no. chsn	26.0	97.0	128.0	148.0	135.0	66.0	21.0	10.0	2.0	633.0
sd. chsn	5.6	8.8	9.5	9.6	8.9	6.7	3.3	2.0	1.4	20.7
2	*v	a	v	a	a	v	*a	**a	v	
no. pred	35.9	93.6	129.9	147.2	129.6	71.6	16.5	5.9	2.8	633.0
sd. pred	3.3	6.3	5.2	5.3	4.6	2.6	0.7	0.4	0.3	20.7
no. chsn total	276.0	600.0	481.0	492.0	417.0	245.0	56.0	20.0	10.0	2597.0
no. pred	276.0	600.0	481.0	492.0	417.0	245.0	56.0	20.0	10.0	2597.0

modele de generation -3 (sur FFF1)

classes for exogenous variable 5

nvp+1

choice group	i i 1	i i 2	i i 3	i i 4	i i
no. chsn	231.0	1136.0	560.0	37.0	1964.0
sd. chsn	7.3	15.8	10.9	2.9	20.7
1	*v	v	**a	v	
no. pred	245.1	1144.5	535.6	38.7	1964.0
sd. pred	2.9	12.1	5.8	0.4	20.7
no. chsn	92.0	377.0	150.0	14.0	633.0
sd. chsn	7.3	15.8	10.9	2.9	20.7
2	*a	a	**v	a	
no. pred	77.9	368.5	174.4	12.3	633.0
sd. pred	2.9	12.1	5.8	0.4	20.7
no. chsn total	323.0	1513.0	710.0	51.0	2597.0
no. pred	323.0	1513.0	710.0	51.0	2597.0

classes for exogenous variable 6

pmena

choice group	i i 1	i i 2	i i 3	i i 4	i i 5	i i
no. chsn	670.0	384.0	22.0	847.0	41.0	1964.0
sd. chsn	11.7	12.2	2.4	11.3	3.0	20.7
1	v	*v	v	*a	*a	
no. pred	674.2	401.1	23.8	827.2	37.8	1964.0
sd. pred	9.8	10.6	0.7	9.7	0.7	20.7
no. chsn	179.0	298.0	10.0	137.0	9.0	633.0
sd. chsn	11.7	12.2	2.4	11.3	3.0	20.7
2	a	*a	a	*v	*v	
no. pred	174.8	280.9	8.2	156.8	12.2	633.0
sd. pred	9.8	10.6	0.7	9.7	0.7	20.7
no. chsn total	849.0	682.0	32.0	984.0	50.0	2597.0
no. pred	849.0	682.0	32.0	984.0	50.0	2597.0

modele de generation -3 (sur FFF1)

classes for exogenous variable 7

ne<5+1

choice group	i i 1	i i 2	i i 3	i i 4	i i
no. chsn	1579.0	310.0	74.0	1.0	1964.0
sd. chsn	18.6	8.2	4.1	0.6	20.7
1	a	v	a	v	
no. pred	1576.6	315.2	71.1	1.2	1964.0
sd. pred	16.7	3.4	0.9	0.0	20.7
no. chsn	503.0	106.0	23.0	1.0	633.0
sd. chsn	18.6	8.2	4.1	0.6	20.7
2	v	a	v	a	
no. pred	505.4	100.8	25.9	0.8	633.0
sd. pred	16.7	3.4	0.9	0.0	20.7
no. chsn	2082.0	416.0	97.0	2.0	2597.0
total					
no. pred	2082.0	416.0	97.0	2.0	2597.0

classes for exogenous variable 8

ne5-11+1

choice group	i i 1	i i 2	i i 3	i i 4	i i 5	i i 6	i i
no. chsn	1062.0	513.0	304.0	52.0	23.0	10.0	1964.0
sd. chsn	16.1	10.0	7.4	3.1	2.0	1.2	20.7
1	*v	a	*a	*v	a	a	
no. pred	1078.6	504.3	293.0	56.6	22.3	9.1	1964.0
sd. pred	13.1	5.1	3.2	0.6	0.3	0.1	20.7
no. chsn	401.0	137.0	71.0	18.0	5.0	1.0	633.0
sd. chsn	16.1	10.0	7.4	3.1	2.0	1.2	20.7
2	*a	v	*v	*a	v	v	
no. pred	384.4	145.7	82.0	13.4	5.7	1.9	633.0
sd. pred	13.1	5.1	3.2	0.6	0.3	0.1	20.7
no. chsn	1463.0	650.0	375.0	70.0	28.0	11.0	2597.0
total							
no. pred	1463.0	650.0	375.0	70.0	28.0	11.0	2597.0

modele de generation -3 (sur FFF1)

classes for exogenous variable 9

csp-88

choice group	i 1	i 2	i 3	i 4	i 5	i 6	i 7	i 8	i 9	i 10	i
no. chsn	979.0	482.0	320.0	23.0	0.0	139.0	0.0	0.0	0.0	21.0	1964.0
sd. chsn	14.8	9.0	6.3	2.9	0.0	8.7	0.0	0.0	0.0	2.5	20.7
1		a	*a	***v		v				*v	
no. pred	979.0	474.9	311.5	33.4	0.0	139.6	0.0	0.0	0.0	25.5	1964.0
sd. pred	14.8	6.8	4.3	1.1	0.0	8.4	0.0	0.0	0.0	0.8	20.7
no. chsn	284.0	95.0	38.0	22.0	0.0	181.0	0.0	0.0	0.0	13.0	633.0
sd. chsn	14.8	9.0	6.3	2.9	0.0	8.7	0.0	0.0	0.0	2.5	20.7
2		v	*v	***a		a				*a	
no. pred	284.0	102.1	46.5	11.6	0.0	180.4	0.0	0.0	0.0	8.5	633.0
sd. pred	14.8	6.8	4.3	1.1	0.0	8.4	0.0	0.0	0.0	0.8	20.7
no. chsn	1263.0	577.0	358.0	45.0	0.0	320.0	0.0	0.0	0.0	34.0	2597.0
total											
no. pred	1263.0	577.0	358.0	45.0	0.0	320.0	0.0	0.0	0.0	34.0	2597.0

alogit.valid(07nov83) normal termination

ANNEXE III

ENTREES ET SORTIES INFORMATIQUES POUR LES DEPLACEMENTS DOMICILE-AUTRES MOTIFS

SOMMAIRE

1- Le meilleur modèle de choix du mode et de la destination : le modèle 6

- subroutine "data"..... 2

- sorties de VALID (répartition modale)..... 8

(mode 1 : transports en commun ;
mode 2 : conducteur vp ;
mode 3 : deux-roues ;
mode 4 : marche à pied ;
mode 5 : passager vp ;)

2- Le meilleur modèle de génération pour chaque motif

- sorties de VALID pour les déplacements courses (modèle "courses 5")..... 19

- sorties de VALID pour les déplacements loisirs (modèle "loisirs 5")..... 25

- sorties de VALID pour les déplacements visites (modèle "visites 5")..... 31

- sorties de VALID pour les déplacements divers (modèle "divers 5")..... 37

```
          subroutine data(ia,v,nv,na)
c
c this routine calculates variables and availabilities to define the model
c
          implicit integer (a-z)
          character*20 nom
          character*5 ilod,iloa
          real v, pourcen,pourcb,pourcd
          dimension ia(na),v(nv,na),hier(12), err(10),count(2)
          dimension qj(92),csj(92),empj(92), ecom(92),popul(92),
     &    nbcom(92), ebar(92),nbbar(92),ediv(92),nbdiv(92)
c
c define the input file f1
c
          equivalence (nbvoit,nvp),(nbacpc,napc)
c
c define los inputs from F2
c
          dimension jtc(5),jvp(5),tpvp(5),dist(5),tptc(5),nli(5),
     &    mtti(5),mttj(5),intpl(5),inttot(5),attot(5),jenq(5)
c
c simplify reading...
c
          dimension jtcx(4),jvpx(4),mvp(4),mvpvid(4),mtemps(4),mcor(4),
     &    mttix(4),mttjx(4),intplx(4),intotx(4),attotx(4),jenqx(4)
c
          equivalence (jtc(1),jtcx(1)),(jvp(1),jvpx(1)),(tpvp(1),mvp(1)),
     &    (dist(1),mvpvid(1)),(tptc(1),mtemps(1)),(nli(1),mcor(1)),
     &    (mtti(1),mttix(1)),(mttj(1),mttjx(1)),(intpl(1),intplx(1)),
     &    (inttot(1),intotx(1)),(attot(1),attotx(1)),(jenq(1),jenqx(1))
c
c define mode hierarchy
c mode   1 = walk
c mode   2 = bicycle
c mode   3 = 2 roues a moteur < 50cm3
c mode   4 = 2 roues a moteur > 50cm3
c mode   5 = driver car (menage)
c mode   6 = driver car (autre)
c mode   7 = passenger household car
c mode   8 = passenger other car
c mode   9 = passenger bus
c mode  10 = employer or school transport
c mode  11 = passenger taxi
c mode  12 = passenger sncf
c mode  13 = other mode
c
          data hier/4,3,3,3,2,2,5,5,1,0,0,0/
c
c initialise counts
c
          data count,err,nerr,nsam/12*0,5,1/
c
c open file f1 on stream 10 and define its format
c
          open(10,access="sequential",file="echg1",
     &  form="formatted",mode="in")
   10     format(i5, 2x,11i1, i2, i1,i2,2i1,i2,2i1,i3, i2,
     &     2(1x,i2,1x,a5), 2i5, 2i2, 1x,2i4,
     &    6i3, 2i5, i2,  4i5, 4i4, 3i6)
c
```

```
c now deal with file F2
c
          open(15,access="sequential",file="echg2",
     &    form="formatted",mode="in")
   20     format(i5, 55x, 12i3,36i5)
c
c and file F3
c
          open(16,file="F3",access="sequential",
     &    form="unformatted",mode="in")
          read(16)qj,csj,empj
          close(16)
c
c         initialise les emplois-commerce
c
          open(50,file='divreg',form='formatted')
  180     read(50,1050,end=185) i,ecom(i),nbcom(i),
     &    ebar(i),nbbar(i),ediv(i),nbdiv(i)
 1050     format(i3, 3(1x,i6,1x,i5) )
          go to 180
  185     close(50)

          open(51,file='popzon',form='formatted')
  190     read(51,1051,end=195) i,popul(i)
 1051     format(i2,7x,i5)
          go to 190
  195     close(51)

c         pourcen=.01
c         pourcb=.005
c         pourcd=.005
c         do 200 i=1,92
c         ecom(i)= ecom(i) + pourcen*popul(i)
c         nbcom(i)= nbcom(i) + pourcen*popul(i)
c         ebar(i) = ebar(i)  + pourcb*popul(i)
c         nbbar(i)= nbbar(i) + pourcb*popul(i)
c         ediv(i) = ediv(i)  + pourcd*popul(i)
c         nbdiv(i)= nbdiv(i) + pourcd*popul(i)
c  200    continue
c
c now we can start !
c
100       do 30 ksam=1,nsam
          read(10,10,end=900)echant,
     &    nactif,napc,nna,nnapc, nems,ne511,ne1217, nvp,nbyc,n2r,n2rp,
     &    person,
     &    sexe,age, pmena,pc,csp, des,pveil,ezt,mtht,
     &    comd,ilod, coma,iloa, mapd, mapa, motdes,moduti, hdep,harr,
     &    itcn,jtcn, ivpn,jvpn, ienqn,jenqn, disn,tpsn,corn,
     &    ttin,ttjn, vpvn,vpn, qi,qjj, csi,csjj, intn,inton,aton
c
c read F2 and make sure things match
c
          read(15,20) echx,
     &    jtcx,jvpx,jenqx,
     &    mvp,mvpvid,mtemps,mcor,
     &    mttix,mttjx,intplx,intotx,attotx
          if(echx.ne.echant)go to 1099
30        continue
          count(1)=count(1)+1
```

```
c
c transfer values for chosen destination
c
          jtc(5)=jtcn
          if(jtcn.eq.50 .or. jtcn.eq.71 .or. jtcn.eq.72) go to 994
          jvp(5)=jvpn
          jenq(5)=jenqn
          tpvp(5)=vpn
          dist(5)=vpvn
          tptc(5)=tpsn
          nli(5)=corn
          mtti(5)=ttin
          mttj(5)=ttjn
          intpl(5)=intn
          inttot(5)=inton
          attot(5)=aton
c
c check reasonable value for number of cars
c
          if(nbvoit.gt.4)go to 995
c
c initialise variables
c
          do 110 la = 1,na
          ia(la)=0
          do 110 lv = 1,nv
110       v(lv,la)=0.
c
c note mode 1 = pt, mode 2 = car driver, mode 3 = bike, mode 4 = walk
c define chosen mode in terms of "mode to"
c
          if(moduti.le.0.or.moduti.gt.12) goto 992
          mode=hier(moduti)
          if(mode.le.0.or.mode.gt.5) goto 991
c
c put chosen mode in ia
c
          ia(mode+20)=1
c
c test for availability
c
          do 120 idest = 1,5
          k=1+(idest-1)*5
          if(pc.ne.1.or.nbvoit.lt.1)ia(k+1)=-1
          if(tpvp(idest).gt.3600)ia(k+1)=-1
          if(nli(idest).lt.1)ia(k)=-1
120       if(dist(idest).gt.6000)ia(k+3)=-1
c
c if mode chosen not available, delete and print
c
          if(ia(mode+20).ne.1)go to 994
c
c loop over destinations
c
          do 9999 idest=1,5
          kkk=5*(idest-1)
c
c now set up constants
c
          v(1,kkk+1)=1.
```

```
          v(2,kkk+3)=1.
          v(3,kkk+4)=1.
c
c set up variables
c
          l=4
          v(l,kkk+1)=tptc(idest)+510.*nli(idest)
          v(l,kkk+2)=tpvp(idest)
          v(l,kkk+3)=dist(idest)*3.6/15.
          v(l,kkk+4)=dist(idest)*3.6/5.
          v(l,kkk+5)=tpvp(idest)
          l=l+1
          v(l,kkk+2)=dist(idest)*0.04+csj(jtc(idest))*3.5
          v(l,kkk+1)=75.9
          l=l+1
          if(pmena.eq.1.and.sexe.eq.1)v(l,kkk+2)=1.
          l=l+1
          if(pc.ne.1) goto 130
          nppc=nbacpc+nnapc
c
c this test protects against possible zero division
c if person has licence, the zero nbacpc is an error
c if person has no licence, then car driver unavailable anyway
c
          if(nppc.lt.1)go to 993
          ll=l-1+sexe
          v(ll,kkk+2)=1.*nbvoit/(1.*nppc)
          if(v(ll,kkk+2).gt.1.)v(ll,kkk+2)=1.
130       l=l+2
          if(sexe.eq.2)v(l,kkk+3)=1.
          l=l+1
c
          tg2r=dist(idest)*3.6/15.
          tgmap=dist(idest)*3.6/5.
          if(tg2r.gt.450)v(l+1,kkk+3)=tg2r-450
          if(tgmap.gt.450)v(l,kkk+4)=tgmap-450
c
          l=l+2
          v(l,kkk+5)=1.
          l=l+1
          if(nbvoit.gt.0)v(l,kkk+5)=1.
          l=l+1
          if (jtc(idest).ne.34) go to 135
          do 133 ii=1,5
  133     v(l,kkk+ii)=1.
  135     l=l+1
          if ((nems+ne511).gt.0) v(l,kkk+3)=1.
          l=l+1
          lplu=l+1
c
c add employment variable
c
          do 9998 lll=1,5
          ialt=kkk+lll
          jj=jtc(idest)
          if (jj.ne.50 .and. jj.ne.71 .and. jj.ne.72) go to 9995
          ia(ialt)=-1
          go to 9998
 9995     som=ecom(jj)+ebar(jj)+ediv(jj)
          if (som.ge.1) go to 9996
```

```
          ia(ialt)=-1
          go to 9998
 9996     nbmau=nbcom(jj)+nbbar(jj)+nbdiv(jj)
          v(1,ialt)=ediv(jj)
          v(1plu,ialt)=nbmau
          v(1plu+1,ialt)= popul(jj)
9998      continue
c
9999      continue
c
c define id
          id=echant*100+person
c
c accumulate statistics and output to file 11 through "stack"
c finished work for this person
c
          call stack(id,1.0,ia,v,na,nv)
          count(2)=count(2)+1
c
          go to 100
c
c finished
c
 900      close(10)
          close(15)
          lines=8+nerr
          write(9,910)count,(err(l),l=1,nerr)
910       format(//' summary of "data" processing',///,
     &  1x,i6,' records input from f1',/
     &  1x,i6,' passed to stack',//
     &  1x,i6,' modes not modelled',/
     &  1x,i6,' hierarchy problem',/
     &  1x,i6,' license problem',/
     &  1x,i6,' chosen alternative not available',/
     &  1x,i6,' more than 4 cars')
          return
c
c error processing
c
991       err(1)=err(1)+1
          go to 100
992       err(2)=err(2)+1
          go to 999
993       err(3)=err(3)+1
          go to 999
994       err(4)=err(4)+1
          go to 999
995       err(5)=err(5)+1
c
 999      write(9,1000)echant,
     &    nactif,napc,nna,nnapc, nems,ne511,ne1217, nvp,nbyc,n2r,n2rp,
     &    person,
     &    sexe,age, pmena,pc,csp, des,pveil,ezt,mtht,
     &    comd,ilod, coma,iloa, mapd, mapa, motdes,moduti, hdep,harr,
     &    itcn,jtcn, ivpn,jvpn, ienqn,jenqn, disn,tpsn,corn,
     &    ttin,ttjn, vpvn,vpn, qi,qjj, csi,csjj, intn,inton,aton
1000      format(' rejected record',/
     &     i5, 2x,11i1, i2, i1,i2,2i1,i2,2i1,i3, i2,
     &     2(1x,i2,1x,a5), 2i5, 2i2, 1x,2i4,
     &    6i3, 2i5, i2,  4i5, 4i4, 3i6)
```

```
c
          go to 100
c
c files do not match
c
1099      write(9,1098)echant,echx,count(1)
1098      format(' files F1 and F2 do not match',3i6)
          stop 88
c
          end
```

modele autres motifs -6

no of observations successfully matched	719
no of observations accepted	719
no of observations flushed	0

total likelihood = -1509.83080

modele autres motifs -6

classes for exogenous variable 1

csp/10+1

choice group		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	no. chsn	0.0	0.0	0.0	2.0	2.0	9.0	4.0	2.0	0.0	47.0	66.0
	sd. chsn	0.0	0.0	0.5	1.4	1.9	2.9	2.1	1.5	0.2	6.3	7.8
1				v	v	v	v	v	v		a	
	no. pred	0.0	0.0	0.2	2.1	3.8	9.2	4.6	2.7	0.0	43.3	66.0
	sd. pred	0.0	0.0	0.0	0.3	0.5	1.0	0.6	0.3	0.0	4.7	7.3
	no. chsn	0.0	0.0	6.0	47.0	55.0	49.0	43.0	6.0	1.0	71.0	278.0
	sd. chsn	0.0	0.0	1.8	5.6	6.4	6.0	5.7	2.3	0.8	7.6	14.4
2				a	a	v	a	v	v	a	v	
	no. pred	0.0	0.0	4.9	41.9	57.7	47.3	44.4	7.3	0.9	73.6	278.0
	sd. pred	0.0	0.0	0.1	1.2	1.6	1.7	1.5	0.3	0.0	3.7	8.9
	no. chsn	0.0	0.0	0.0	1.0	3.0	8.0	11.0	4.0	0.0	55.0	82.0
	sd. chsn	0.0	0.0	0.6	1.9	2.3	2.7	2.6	1.6	0.2	6.7	8.4
3				v	*v	*v	a	*a	a	v	a	
	no. pred	0.0	0.0	0.3	4.2	6.0	7.7	8.0	2.9	0.1	52.9	82.0
	sd. pred	0.0	0.0	0.1	0.5	0.7	0.9	0.9	0.3	0.0	4.9	7.8
	no. chsn	0.0	0.0	1.0	9.0	16.0	17.0	10.0	8.0	0.0	112.0	173.0
	sd. chsn	0.0	0.0	0.7	2.2	2.8	3.3	2.6	2.0	0.1	7.7	9.7
4				v	a	*a	a	v	v		v	
	no. pred	0.0	0.0	1.1	7.3	12.2	16.4	10.5	8.4	0.0	117.1	173.0
	sd. pred	0.0	0.0	0.1	0.6	0.9	1.1	0.8	0.4	0.0	5.8	9.3
	no. chsn	0.0	0.0	0.0	1.0	11.0	13.0	7.0	5.0	0.0	83.0	120.0
	sd. chsn	0.0	0.0	0.7	2.1	2.6	3.8	2.6	1.8	0.2	8.5	10.4
5				v	*v	*a	v	v	a		a	
	no. pred	0.0	0.0	0.5	4.5	7.3	15.4	7.6	3.7	0.0	81.1	120.0
	sd. pred	0.0	0.0	0.1	0.5	0.8	1.3	0.7	0.3	0.0	5.8	9.1
	no. chsn	0.0	0.0	7.0	60.0	87.0	96.0	75.0	25.0	1.0	368.0	719.0
total												
	no. pred	0.0	0.0	7.0	60.0	87.0	96.0	75.0	25.0	1.0	368.0	719.0

mean trip length	chsn	0.0	0.0	2.7	2.6	2.5	2.7	2.7	1.9	4.8	2.1	2.4
	pred	0.0	0.0	3.2	4.0	3.7	3.9	3.7	3.2	3.4	3.2	3.5

modele autres motifs -6

classes for exogenous variable 2

qj

choice group		i 1 i	2 i	3 i	4 i	i
	no. chsn	12.0	15.0	12.0	27.0	66.0
	sd. chsn	5.3	3.7	2.6	3.3	7.8
1		***v	v	*a	***a	
	no. pred	30.9	15.4	7.2	12.4	66.0
	sd. pred	3.4	1.7	0.9	1.3	7.3
	no. chsn	142.0	63.0	39.0	34.0	278.0
	sd. chsn	10.2	6.9	5.6	5.0	14.4
2		a	v	v	a	
	no. pred	136.5	68.5	41.8	31.2	278.0
	sd. pred	4.3	2.2	1.4	1.3	8.9
	no. chsn	51.0	16.0	5.0	10.0	82.0
	sd. chsn	5.6	4.0	3.3	3.4	8.4
3		**a	v	**v	*v	
	no. pred	35.9	19.2	12.9	14.0	82.0
	sd. pred	3.5	1.8	1.3	1.5	7.8
	no. chsn	77.0	48.0	34.0	14.0	173.0
	sd. chsn	6.7	4.6	3.9	3.7	9.7
4		v	**a	*a	***v	
	no. pred	80.2	37.0	29.1	26.7	173.0
	sd. pred	4.4	2.1	1.5	1.4	9.3
	no. chsn	64.0	24.0	14.0	18.0	120.0
	sd. chsn	7.5	4.8	3.5	4.1	10.4
5		a	v	a	v	
	no. pred	62.5	25.9	12.9	18.6	120.0
	sd. pred	4.6	2.1	1.1	1.5	9.1
total	no. chsn	346.0	166.0	104.0	103.0	719.0
	no. pred	346.0	166.0	104.0	103.0	719.0

mean trip length	chsn	2.4	2.5	1.8	2.5	2.4
	pred	3.7	3.4	2.9	3.5	3.5

modele autres motifs -6

classes for exogenous variable 3

sexe*2+1-pc

choice group	i i 1	i i 2	i i 3	i i 4	i i
no. chsn	11.0	9.0	35.0	11.0	66.0
sd. chsn	3.2	2.6	5.4	3.7	7.8
1	a	a	a	v	
no. pred	10.9	7.3	33.2	14.6	66.0
sd. pred	1.3	1.1	3.4	2.1	7.3
no. chsn	0.0	156.0	0.0	122.0	278.0
sd. chsn	0.0	10.5	0.0	9.9	14.4
2		a		v	
no. pred	0.0	153.7	0.0	124.3	278.0
sd. pred	0.0	5.4	0.0	6.9	8.9
no. chsn	29.0	22.0	23.0	8.0	82.0
sd. chsn	4.8	4.3	4.4	3.1	8.4
3	v	a	a	v	
no. pred	29.6	21.4	21.2	9.8	82.0
sd. pred	3.2	3.0	3.5	1.8	7.8
no. chsn	24.0	20.0	78.0	51.0	173.0
sd. chsn	4.0	3.7	5.9	5.4	9.7
4	v	a	v	*a	
no. pred	27.4	17.7	83.4	44.6	173.0
sd. pred	2.0	2.2	3.8	3.6	9.3
no. chsn	24.0	6.0	56.0	34.0	120.0
sd. chsn	4.2	3.5	6.9	5.5	10.4
5	a	*v	a	a	
no. pred	20.1	13.0	54.2	32.7	120.0
sd. pred	1.7	1.9	3.8	3.5	9.1
no. chsn	88.0	213.0	192.0	226.0	719.0
total					
no. pred	88.0	213.0	192.0	226.0	719.0

mean trip length	chsn	1.9	3.0	1.9	2.3	2.4
	pred	3.2	4.0	3.0	3.6	3.5

modele autres motifs -6

classes for exogenous variable 4

age/10+1

choice group		1	2	3	4	5	6	7	8	
	no. chsn	1.0	22.0	15.0	9.0	8.0	5.0	4.0	2.0	66.0
	sd. chsn	2.3	4.0	3.7	3.2	3.1	1.9	1.4	0.5	7.8
1		**v	*a	v	v	v	a	*a	***a	
	no. pred	5.8	17.4	15.1	10.8	10.4	4.1	2.2	0.3	66.0
	sd. pred	0.7	1.9	1.6	1.3	1.2	0.5	0.2	0.0	7.3
	no. chsn	0.0	3.0	80.0	92.0	76.0	23.0	4.0	0.0	278.0
	sd. chsn	0.0	1.9	7.5	8.6	7.1	4.2	2.0	1.3	14.4
2			v	a	v	*a	v	v	*v	
	no. pred	0.0	4.3	76.2	98.1	67.9	24.1	5.3	2.0	278.0
	sd. pred	0.0	0.5	2.8	3.1	2.2	0.8	0.3	0.1	8.9
	no. chsn	1.0	40.0	14.0	8.0	10.0	8.0	1.0	0.0	82.0
	sd. chsn	2.4	4.6	4.2	2.9	3.1	2.3	1.5	0.6	8.4
3		**v	**a	*v	v	v	a	*v	v	
	no. pred	6.5	26.2	21.1	9.1	10.3	5.8	2.6	0.4	82.0
	sd. pred	1.0	2.4	2.0	1.4	1.2	0.7	0.4	0.1	7.8
	no. chsn	14.0	37.0	27.0	48.0	26.0	11.0	9.0	1.0	173.0
	sd. chsn	2.6	4.6	4.3	4.6	4.0	2.7	1.8	0.7	9.7
4		v	*v	v	**a	v	v	*a	a	
	no. pred	15.5	44.4	29.5	35.2	27.8	12.7	7.1	0.7	173.0
	sd. pred	0.8	2.3	1.9	2.2	1.6	0.7	0.4	0.1	9.3
	no. chsn	25.0	25.0	30.0	18.0	14.0	5.0	2.0	1.0	120.0
	sd. chsn	3.4	5.5	4.7	4.5	4.0	2.2	1.6	0.7	10.4
5		***a	*v	*a	v	v	v	v	a	
	no. pred	13.2	34.7	24.1	21.8	17.5	5.3	2.8	0.5	120.0
	sd. pred	0.9	2.4	2.1	2.0	1.5	0.5	0.2	0.1	9.1
	no. chsn	41.0	127.0	166.0	175.0	134.0	52.0	20.0	4.0	719.0
total										
	no. pred	41.0	127.0	166.0	175.0	134.0	52.0	20.0	4.0	719.0

mean trip length	chsn	2.1	2.0	2.5	2.3	2.8	2.4	1.5	2.4	2.4
	pred	3.4	3.4	3.6	3.5	3.6	3.2	3.0	3.5	3.5

modele autres motifs -6

classes for exogenous variable 5

nvp+1

choice group	i i 1	i i 2	i i 3	i i 4	i i
no. chsn	27.0	25.0	14.0	0.0	66.0
sd. chsn	3.8	5.6	3.7	0.9	7.8
1	**a	*v	v	v	
no. pred	16.6	34.1	14.4	0.8	66.0
sd. pred	1.8	4.0	1.8	0.1	7.3
no. chsn	0.0	159.0	115.0	4.0	278.0
sd. chsn	0.0	10.9	9.2	1.8	14.4
2		v	a	v	
no. pred	0.0	159.4	113.9	4.6	278.0
sd. pred	0.0	5.9	4.1	0.3	8.9
no. chsn	13.0	44.0	24.0	1.0	82.0
sd. chsn	4.3	5.9	4.1	1.0	8.4
3	**v	a	*a	v	
no. pred	23.3	38.2	19.3	1.2	82.0
sd. pred	2.0	4.1	2.0	0.2	7.8
no. chsn	35.0	106.0	30.0	2.0	173.0
sd. chsn	4.1	7.2	4.9	1.1	9.7
4	v	*a	*v	v	
no. pred	35.1	97.4	38.3	2.3	173.0
sd. pred	2.0	5.4	2.6	0.1	9.3
no. chsn	8.0	72.0	36.0	4.0	120.0
sd. chsn	2.8	8.3	5.5	1.4	10.4
5		v	a	*a	
no. pred	8.0	76.9	33.1	2.1	120.0
sd. pred	2.6	5.9	2.8	0.2	9.1
no. chsn total	83.0	406.0	219.0	11.0	719.0
no. pred	83.0	406.0	219.0	11.0	719.0

mean trip length	chsn	1.9	2.4	2.5	2.4	2.4
	pred	2.6	3.5	3.7	4.3	3.5

modele autres motifs -6

classes for exogenous variable 6

pmena

choice group		i 1 i	i 2 i	i 3 i	i 4 i	i 5 i	i
	no. chsn	13.0	24.0	2.0	25.0	2.0	66.0
	sd. chsn	3.4	4.8	0.8	4.9	0.9	7.8
1		a	v	*a	v	*a	
	no. pred	12.3	25.7	0.7	26.4	0.9	66.0
	sd. pred	1.5	2.9	0.1	2.9	0.1	7.3
	no. chsn	161.0	98.0	0.0	17.0	2.0	278.0
	sd. chsn	10.7	8.9	0.7	3.7	1.4	14.4
2		a	v	v	a	v	
	no. pred	158.0	100.3	0.6	16.5	2.7	278.0
	sd. pred	5.2	5.5	0.0	1.8	0.2	8.9
	no. chsn	22.0	14.0	0.0	43.0	3.0	82.0
	sd. chsn	4.6	4.0	0.8	5.5	1.4	8.4
3		v	v	v	*a	a	
	no. pred	24.8	17.0	0.8	36.9	2.6	82.0
	sd. pred	2.9	2.9	0.1	3.4	0.2	7.8
	no. chsn	36.0	82.0	2.0	51.0	2.0	173.0
	sd. chsn	4.6	6.4	1.1	5.5	1.3	9.7
4		*a	*a	v	*v	v	
	no. pred	31.2	75.5	2.9	60.8	2.6	173.0
	sd. pred	2.5	4.4	0.1	3.2	0.2	9.3
	no. chsn	10.0	48.0	2.0	58.0	2.0	120.0
	sd. chsn	3.9	6.6	1.0	6.9	1.4	10.4
5		*v	a	a	a	v	
	no. pred	15.8	47.4	1.1	53.5	2.2	120.0
	sd. pred	2.1	4.1	0.1	3.6	0.2	9.1
total	no. chsn	242.0	266.0	6.0	194.0	11.0	719.0
	no. pred	242.0	266.0	6.0	194.0	11.0	719.0

mean trip length	chsn	2.7	2.1	1.9	2.2	1.9	2.4
	pred	3.8	3.2	2.7	3.5	3.7	3.5

modele autres motifs -6

classes for exogenous variable 7

dist/10+2

choice group	i 1	i 2	i 3	i 4	i 5	i 6	i 7	i 8	i 9	i 10	i
no. chsn	0.0	0.0	2.0	12.0	14.0	15.0	5.0	9.0	5.0	4.0	66.0
sd. chsn	2.9	0.9	1.8	3.4	3.3	3.5	2.1	2.0	1.5	1.6	7.8
1	**v	*v	v	v	a	a	v	**a	*a	a	
no. pred	8.6	0.9	3.4	12.8	11.5	13.9	5.4	4.5	2.5	2.6	66.0
sd. pred	1.2	0.1	0.5	1.5	1.3	1.4	0.5	0.5	0.3	0.3	7.3
no. chsn	44.0	2.0	19.0	44.0	45.0	40.0	28.0	26.0	11.0	19.0	278.0
sd. chsn	6.1	1.5	3.7	5.9	5.7	5.5	4.2	4.2	2.9	3.8	14.4
2	v	*v	a	v	a	v	a	a	a	v	
no. pred	49.3	3.6	16.8	45.7	43.7	40.5	23.9	24.5	10.9	19.1	278.0
sd. pred	2.5	0.2	0.8	1.6	1.4	1.1	0.6	0.6	0.4	0.6	8.9
no. chsn	21.0	1.0	9.0	15.0	14.0	16.0	2.0	2.0	1.0	1.0	82.0
sd. chsn	3.7	1.1	2.4	4.1	3.6	3.2	2.0	1.7	1.0	1.3	8.4
3	*a	v	*a	*v	v	*a	*v	v	v	v	
no. pred	15.0	1.3	6.5	20.1	16.5	11.9	4.6	3.3	1.1	1.8	82.0
sd. pred	1.8	0.2	0.7	1.9	1.5	1.2	0.5	0.4	0.2	0.2	7.8
no. chsn	94.0	9.0	15.0	41.0	10.0	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	173.0
sd. chsn	6.2	1.6	3.4	4.7	2.9	2.6	1.6	1.1	0.6	1.2	9.7
4	*a	**a	*v	*a	v	**v	**v	*v	v	*v	
no. pred	84.2	5.6	21.5	32.8	10.3	10.8	3.8	1.5	0.4	2.1	173.0
sd. pred	4.2	0.3	1.3	2.3	1.3	0.8	0.3	0.2	0.1	0.2	9.3
no. chsn	18.0	1.0	9.0	21.0	18.0	22.0	12.0	8.0	3.0	8.0	120.0
sd. chsn	4.4	1.2	2.4	4.4	4.1	4.2	2.9	3.1	2.1	2.4	10.4
5	v	v	*a	v	v	a	a	*v	*v	a	
no. pred	20.0	1.6	5.9	21.7	19.0	19.9	9.3	11.3	5.2	6.3	120.0
sd. pred	2.1	0.1	0.6	1.7	1.5	1.5	0.7	0.7	0.4	0.5	9.1
no. chsn	177.0	13.0	54.0	133.0	101.0	97.0	47.0	45.0	20.0	32.0	719.0
total											
no. pred	177.0	13.0	54.0	133.0	101.0	97.0	47.0	45.0	20.0	32.0	719.0

mean trip length	chsn	0.0	0.5	0.7	1.4	2.4	3.4	4.5	5.5	6.5	9.4	2.4
	pred	1.6	2.1	2.4	3.2	4.1	4.3	4.7	5.7	6.6	6.0	3.5

modele autres motifs -6

classes for exogenous variable 8

ne<5+1

choice group	i i 1	i i 2	i i 3	i i
no. chsn	57.0	9.0	0.0	66.0
sd. chsn	7.0	3.1	1.4	7.8
1	a	v	*v	
no. pred	53.1	10.8	2.2	66.0
sd. pred	5.8	1.2	0.3	7.3
no. chsn	217.0	47.0	14.0	278.0
sd. chsn	12.5	6.2	3.5	14.4
2	a	v	v	
no. pred	208.9	53.0	16.1	278.0
sd. pred	6.9	1.6	0.6	8.9
no. chsn	74.0	7.0	1.0	82.0
sd. chsn	7.8	3.0	1.2	8.4
3	a	v	v	
no. pred	70.6	9.8	1.6	82.0
sd. pred	6.8	1.6	0.3	7.8
no. chsn	118.0	39.0	16.0	173.0
sd. chsn	8.6	4.0	2.1	9.7
4	*v	**a	***a	
no. pred	135.2	29.9	7.9	173.0
sd. pred	7.4	1.6	0.5	9.3
no. chsn	100.0	19.0	1.0	120.0
sd. chsn	9.4	4.0	2.0	10.4
5	a	a	*v	
no. pred	98.2	17.6	4.2	120.0
sd. pred	7.3	1.4	0.4	9.1
no. chsn	566.0	121.0	32.0	719.0
total no. pred	566.0	121.0	32.0	719.0

mean trip length	chsn	2.5	2.0	1.7	2.4
	pred	3.6	3.2	3.2	3.5

modele autres motifs -6

classes for exogenous variable 9

ne5-11+1

choice group	i i 1	i i 2	i i 3	i i 4	i i 5	i i 6	i i
no. chsn	44.0	10.0	10.0	2.0	0.0	0.0	66.0
sd. chsn	5.9	3.7	3.0	1.3	1.0	0.2	7.8
1	a	*v	v	a	*v		
no. pred	38.2	14.8	10.1	1.8	1.0	0.0	66.0
sd. pred	4.2	1.8	1.1	0.2	0.1	0.0	7.3
no. chsn	171.0	69.0	33.0	5.0	0.0	0.0	278.0
sd. chsn	11.4	7.0	4.9	2.2	0.6	0.0	14.4
2	v	a	a	v	v		
no. pred	173.7	64.9	32.5	6.4	0.4	0.0	278.0
sd. pred	5.8	2.1	1.1	0.2	0.0	0.0	8.9
no. chsn	55.0	17.0	8.0	1.0	1.0	0.0	82.0
sd. chsn	6.8	3.8	2.7	1.3	0.8	0.2	8.4
3	v	a		v	a		
no. pred	55.2	16.2	8.0	1.8	0.8	0.0	82.0
sd. pred	6.0	2.6	1.3	0.3	0.1	0.0	7.8
no. chsn	88.0	51.0	24.0	6.0	3.0	1.0	173.0
sd. chsn	7.3	5.1	3.6	1.4	0.6	0.4	9.7
4	v	a	v	*a	***a	a	
no. pred	91.1	49.9	26.7	4.2	0.4	0.8	173.0
sd. pred	5.4	2.7	1.4	0.2	0.1	0.0	9.3
no. chsn	64.0	31.0	21.0	4.0	0.0	0.0	120.0
sd. chsn	7.7	5.4	4.1	1.8	1.1	0.4	10.4
5	a	v	a	a	*v	v	
no. pred	63.9	32.1	18.7	3.9	1.3	0.2	120.0
sd. pred	5.2	2.4	1.3	0.3	0.1	0.0	9.1
no. chsn	422.0	178.0	96.0	18.0	4.0	1.0	719.0
total							
no. pred	422.0	178.0	96.0	18.0	4.0	1.0	719.0

mean trip length	chsn	2.4	2.1	2.3	2.9	3.0	0.0	2.4
	pred	3.5	3.4	3.7	3.8	4.8	1.7	3.5

modele autres motifs -6

classes for exogenous variable 10

csp-88

choice group		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	no. chsn	19.0	22.0	1.0	5.0	0.0	14.0	0.0	0.0	0.0	5.0	66.0
	sd. chsn	4.6	3.9	2.6	0.9	0.0	3.7	0.0	0.0	0.0	1.5	7.8
		v	*a	**v	***a		v				*a	
	no. pred	22.7	17.2	7.6	0.9	0.0	15.1	0.0	0.0	0.0	2.5	66.0
	sd. pred	2.6	1.8	0.9	0.1	0.0	1.7	0.0	0.0	0.0	0.3	7.3
2	no. chsn	207.0	13.0	0.0	3.0	0.0	46.0	0.0	0.0	0.0	9.0	278.0
	sd. chsn	12.2	3.1	0.0	2.3	0.0	6.1	0.0	0.0	0.0	2.6	14.4
		a	a		*v		a					
	no. pred	204.4	12.3	0.0	6.7	0.0	45.6	0.0	0.0	0.0	9.0	278.0
	sd. pred	5.9	0.9	0.0	0.4	0.0	2.6	0.0	0.0	0.0	0.3	8.9
3	no. chsn	27.0	32.0	5.0	0.0	0.0	11.0	0.0	0.0	0.0	7.0	82.0
	sd. chsn	5.1	4.6	2.8	1.4	0.0	3.2	0.0	0.0	0.0	2.0	8.4
		v	*a	*v	*v		a				a	
	no. pred	29.1	25.5	8.9	2.3	0.0	10.8	0.0	0.0	0.0	5.4	82.0
	sd. pred	3.1	2.3	1.3	0.3	0.0	1.8	0.0	0.0	0.0	0.5	7.8
4	no. chsn	61.0	34.0	20.0	8.0	0.0	49.0	0.0	0.0	0.0	1.0	173.0
	sd. chsn	5.9	4.6	3.1	1.7	0.0	4.9	0.0	0.0	0.0	1.5	9.7
		a	*v	v	*a		a				*v	
	no. pred	55.9	40.9	22.7	5.0	0.0	45.2	0.0	0.0	0.0	3.3	173.0
	sd. pred	3.7	2.2	1.1	0.3	0.0	2.4	0.0	0.0	0.0	0.3	9.3
5	no. chsn	37.0	25.0	30.0	1.0	0.0	25.0	0.0	0.0	0.0	2.0	120.0
	sd. chsn	6.0	5.2	3.8	1.4	0.0	5.0	0.0	0.0	0.0	1.9	10.4
		v	v	***a	v		v				v	
	no. pred	38.9	30.1	16.9	2.0	0.0	28.3	0.0	0.0	0.0	3.8	120.0
	sd. pred	3.5	2.2	1.1	0.2	0.0	2.3	0.0	0.0	0.0	0.3	9.1
total	no. chsn	351.0	126.0	56.0	17.0	0.0	145.0	0.0	0.0	0.0	24.0	719.0
	no. pred	351.0	126.0	56.0	17.0	0.0	145.0	0.0	0.0	0.0	24.0	719.0
mean trip length	chsn	2.6	2.0	1.9	1.4	0.0	2.1	0.0	0.0	0.0	3.1	2.4
	pred	3.7	3.4	3.3	2.9	0.0	3.1	0.0	0.0	0.0	3.6	3.5

modele de generation -courses 5

no of observations successfully matched	2598
no of observations accepted	2598
no of observations flushed	0

total likelihood = -1315.07062

modele de generation -courses 5

classes for exogenous variable 1

logsum -11

choice group	i 1	i 2	i 3	i 4	i 5	i 6	i 7	i 8
no. chsn	10.0	87.0	479.0	437.0	588.0	331.0	32.0	1964.0
sd. chsn	1.3	4.3	9.6	10.4	11.6	8.3	2.4	20.7
1	*a	v	*a	*v	*a	v	*a	
no. pred	8.5	90.9	469.0	457.3	573.3	336.0	28.9	1964.0
sd. pred	0.1	1.1	5.5	5.4	6.7	4.8	0.5	20.7
no. chsn	1.0	30.0	128.0	188.0	187.0	96.0	4.0	634.0
sd. chsn	1.3	4.3	9.6	10.4	11.6	8.3	2.4	20.7
2	*v	a	*v	*a	*v	a	*v	
no. pred	2.5	26.1	138.0	167.7	201.7	91.0	7.1	634.0
sd. pred	0.1	1.1	5.5	5.4	6.7	4.8	0.5	20.7
no. chsn	11.0	117.0	607.0	625.0	775.0	427.0	36.0	2598.0
total								
no. pred	11.0	117.0	607.0	625.0	775.0	427.0	36.0	2598.0

classes for exogenoüs variable 2

csp/10+1

choice group	i 1	i 2	i 3	i 4	i 5	i 6	i 7	i 8	i 9	i 10	i
no. chsn	1.0	0.0	29.0	144.0	190.0	276.0	261.0	60.0	18.0	985.0	1964.0
sd. chsn	0.4	0.0	2.4	5.4	6.5	8.2	7.3	4.0	1.7	14.5	20.7
1	a		a	a	v	a	v	v	*a		
no. pred	0.8	0.0	28.8	140.1	193.6	271.8	265.8	63.0	15.1	985.0	1964.0
sd. pred	0.0	0.0	0.4	2.1	2.9	4.9	3.9	1.3	0.2	14.5	20.7
no. chsn	0.0	0.0	7.0	34.0	58.0	86.0	73.0	25.0	1.0	350.0	634.0
sd. chsn	0.4	0.0	2.4	5.4	6.5	8.2	7.3	4.0	1.7	14.5	20.7
2	v		v	v	a	v	a	a	*v		
no. pred	0.2	0.0	7.2	37.9	54.4	90.2	68.2	22.0	3.9	350.0	634.0
sd. pred	0.0	0.0	0.4	2.1	2.9	4.9	3.9	1.3	0.2	14.5	20.7
no. chsn	1.0	0.0	36.0	178.0	248.0	362.0	334.0	85.0	19.0	1335.0	2598.0
total											
no. pred	1.0	0.0	36.0	178.0	248.0	362.0	334.0	85.0	19.0	1335.0	2598.0

modele de generation -courses 5

classes for exogenous variable 3

sexe*2+1-pc

choice group	i 1	i 2	i 3	i 4	i
no. chsn	409.0	617.0	588.0	350.0	1964.0
sd. chsn	7.2	10.8	12.1	10.6	20.7
1	*v	a	v	a	
no. pred	417.8	608.2	597.1	340.9	1964.0
sd. pred	5.0	9.4	9.6	7.6	20.7
no. chsn	70.0	136.0	244.0	184.0	634.0
sd. chsn	7.2	10.8	12.1	10.6	20.7
2	*a	v	a	v	
no. pred	61.2	144.8	234.9	193.1	634.0
sd. pred	5.0	9.4	9.6	7.6	20.7
no. chsn total	479.0	753.0	832.0	534.0	2598.0
no. pred	479.0	753.0	832.0	534.0	2598.0

classes for exogenous variable 4

age/10+1

choice group	i 1	i 2	i 3	i 4	i 5	i 6	i 7	i 8	i 9	i
no. chsn	250.0	503.0	353.0	344.0	282.0	179.0	35.0	10.0	8.0	1964.0
sd. chsn	5.6	8.7	9.4	9.6	8.8	6.7	3.5	2.2	1.5	20.7
1	*a	v	v	v	v	a	a	v	*a	
no. pred	240.5	509.2	355.3	346.4	288.4	172.8	34.6	10.8	6.1	1964.0
sd. pred	3.4	6.4	5.4	5.3	4.6	2.7	1.6	1.1	0.5	20.7
no. chsn	27.0	97.0	128.0	148.0	135.0	66.0	21.0	10.0	2.0	634.0
sd. chsn	5.6	8.7	9.4	9.6	8.8	6.7	3.5	2.2	1.5	20.7
2	*v	a	a	a	a	v	v	a	*v	
no. pred	36.5	90.8	125.7	145.6	128.6	72.2	21.4	9.2	3.9	634.0
sd. pred	3.4	6.4	5.4	5.3	4.6	2.7	1.6	1.1	0.5	20.7
no. chsn total	277.0	600.0	481.0	492.0	417.0	245.0	56.0	20.0	10.0	2598.0
no. pred	277.0	600.0	481.0	492.0	417.0	245.0	56.0	20.0	10.0	2598.0

modele de generation -courses 5

classes for exogenous variable 5

nvp+1

choice group	i i	i 2	i 3	i 4	i
no. chsn	231.0	1136.0	560.0	37.0	1964.0
sd. chsn	7.3	15.8	10.8	2.9	20.7
1	*v	v	*a	v	
no. pred	243.2	1143.3	538.5	39.0	1964.0
sd. pred	2.7	12.1	5.7	0.4	20.7
no. chsn	92.0	378.0	150.0	14.0	634.0
sd. chsn	7.3	15.8	10.8	2.9	20.7
2	*a	a	*v	a	
no. pred	79.8	370.7	171.5	12.0	634.0
sd. pred	2.7	12.1	5.7	0.4	20.7
no. chsn	323.0	1514.0	710.0	51.0	2598.0
total					
no. pred	323.0	1514.0	710.0	51.0	2598.0

classes for exogenous variable 6

pmena

choice group	i i	i 2	i 3	i 4	i 5	i
no. chsn	670.0	384.0	22.0	847.0	41.0	1964.0
sd. chsn	11.7	12.2	2.6	11.2	2.9	20.7
1	v	*v	a	*a	a	
no. pred	673.2	399.9	20.0	832.3	38.6	1964.0
sd. pred	9.8	10.6	1.3	9.8	0.7	20.7
no. chsn	179.0	298.0	10.0	138.0	9.0	634.0
sd. chsn	11.7	12.2	2.6	11.2	2.9	20.7
2	a	*a	v	*v	v	
no. pred	175.8	282.1	12.0	152.7	11.4	634.0
sd. pred	9.8	10.6	1.3	9.8	0.7	20.7
no. chsn	849.0	682.0	32.0	985.0	50.0	2598.0
total						
no. pred	849.0	682.0	32.0	985.0	50.0	2598.0

modele de generation -courses 5

classes for exogenous variable 7

ne<5+1

choice group	i 1	i 2	i 3	i 4	i
no. chsn	1579.0	310.0	74.0	1.0	1964.0
sd. chsn	18.5	8.2	4.1	0.6	20.7
1	a	v	a	v	
no. pred	1574.0	317.1	71.7	1.2	1964.0
sd. pred	16.8	3.6	1.0	0.0	20.7
no. chsn	504.0	106.0	23.0	1.0	634.0
sd. chsn	18.5	8.2	4.1	0.6	20.7
2	v	a	v	a	
no. pred	509.0	98.9	25.3	0.8	634.0
sd. pred	16.8	3.6	1.0	0.0	20.7
no. chsn	2083.0	416.0	97.0	2.0	2598.0
total					
no. pred	2083.0	416.0	97.0	2.0	2598.0

classes for exogenous variable 8

ne5-11+1

choice group	i 1	i 2	i 3	i 4	i 5	i 6	i
no. chsn	1062.0	513.0	304.0	52.0	23.0	10.0	1964.0
sd. chsn	16.1	10.0	7.4	3.1	1.9	1.1	20.7
1	v	a	*a	*v	a	a	
no. pred	1074.1	506.2	294.1	57.8	22.5	9.4	1964.0
sd. pred	13.6	5.2	3.4	0.8	0.5	0.3	20.7
no. chsn	401.0	137.0	71.0	19.0	5.0	1.0	634.0
sd. chsn	16.1	10.0	7.4	3.1	1.9	1.1	20.7
2	a	v	*v	*a	v	v	
no. pred	388.9	143.8	80.9	13.2	5.5	1.6	634.0
sd. pred	13.6	5.2	3.4	0.8	0.5	0.3	20.7
no. chsn	1463.0	650.0	375.0	71.0	28.0	11.0	2598.0
total							
no. pred	1463.0	650.0	375.0	71.0	28.0	11.0	2598.0

modele de generation -courses 5

classes for exogenous variable 9

csp-88

choice group	i 1	i 2	i 3	i 4	i 5	i 6	i 7	i 8	i 9	i 10	i
no. chsn	979.0	482.0	320.0	23.0	0.0	139.0	0.0	0.0	0.0	21.0	1964.0
sd. chsn	14.7	8.8	6.4	3.3	0.0	8.7	0.0	0.0	0.0	2.4	20.7
1		v	*a			v				**v	
no. pred	979.0	482.5	311.8	23.0	0.0	140.9	0.0	0.0	0.0	26.8	1964.0
sd. pred	14.7	6.9	4.3	3.3	0.0	8.4	0.0	0.0	0.0	0.8	20.7
no. chsn	284.0	95.0	39.0	22.0	0.0	181.0	0.0	0.0	0.0	13.0	634.0
sd. chsn	14.7	8.8	6.4	3.3	0.0	8.7	0.0	0.0	0.0	2.4	20.7
2		a	*v			a				**a	
no. pred	284.0	94.5	47.2	22.0	0.0	179.1	0.0	0.0	0.0	7.2	634.0
sd. pred	14.7	6.9	4.3	3.3	0.0	8.4	0.0	0.0	0.0	0.8	20.7
no. chsn total	1263.0	577.0	359.0	45.0	0.0	320.0	0.0	0.0	0.0	34.0	2598.0
no. pred	1263.0	577.0	359.0	45.0	0.0	320.0	0.0	0.0	0.0	34.0	2598.0

alogit.valid(07nov83) normal termination

modele de generation -loisirs 5

no of observations successfully matched	2598
no of observations accepted	2598
no of observations flushed	0

total likelihood = -997.67963

modele de generation -loisirs 5

classes for exogenous variable 1

logsum -11

choice group	i 1	i 2	i 3	i 4	i 5	i 6	i 7	i
no. chsn	8.0	101.0	519.0	539.0	669.0	378.0	32.0	2246.0
sd. chsn	1.2	3.7	8.8	8.4	9.2	6.7	2.1	17.2
1	*v	a	a	v	v	a	a	
no. pred	9.3	100.5	513.1	541.6	676.2	374.6	30.8	2246.0
sd. pred	0.1	1.1	5.3	4.2	5.1	3.8	0.4	17.2
no. chsn	3.0	16.0	88.0	86.0	106.0	49.0	4.0	352.0
sd. chsn	1.2	3.7	8.8	8.4	9.2	6.7	2.1	17.2
2	*a	v	v	a	a	v	v	
no. pred	1.7	16.5	93.9	83.4	98.8	52.4	5.2	352.0
sd. pred	0.1	1.1	5.3	4.2	5.1	3.8	0.4	17.2
no. chsn	11.0	117.0	607.0	625.0	775.0	427.0	36.0	2598.0
total								
no. pred	11.0	117.0	607.0	625.0	775.0	427.0	36.0	2598.0

classes for exogenous variable 2

csp/10+1

choice group	i 1	i 2	i 3	i 4	i 5	i 6	i 7	i 8	i 9	i 10	i
no. chsn	1.0	0.0	36.0	157.0	219.0	324.0	307.0	76.0	19.0	1107.0	2246.0
sd. chsn	0.3	0.0	1.9	4.0	4.7	5.4	5.6	2.5	1.4	13.6	17.2
1	a		**a	v	v	*v	*a	v	*a		
no. pred	0.9	0.0	32.0	159.7	223.0	330.0	298.5	77.9	16.9	1107.0	2246.0
sd. pred	0.0	0.0	0.3	1.6	2.1	2.9	3.1	0.7	0.2	13.6	17.2
no. chsn	0.0	0.0	0.0	21.0	29.0	38.0	27.0	9.0	0.0	228.0	352.0
sd. chsn	0.3	0.0	1.9	4.0	4.7	5.4	5.6	2.5	1.4	13.6	17.2
2	v		**v	a	a	*a	*v	a	*v		
no. pred	0.1	0.0	4.0	18.3	25.0	32.0	35.5	7.1	2.1	228.0	352.0
sd. pred	0.0	0.0	0.3	1.6	2.1	2.9	3.1	0.7	0.2	13.6	17.2
no. chsn	1.0	0.0	36.0	178.0	248.0	362.0	334.0	85.0	19.0	1335.0	2598.0
total											
no. pred	1.0	0.0	36.0	178.0	248.0	362.0	334.0	85.0	19.0	1335.0	2598.0

modele de generation -loisirs 5

classes for exogenous variable 3

sexe*2+1-pc

choice group	i 1	i 2	i 3	i 4	i
no. chsn	371.0	661.0	742.0	472.0	2246.0
sd. chsn	8.9	9.2	9.5	6.6	17.2
1	v	a	*a	**v	
no. pred	377.9	654.1	727.6	486.4	2246.0
sd. pred	7.2	7.6	8.0	4.2	17.2
no. chsn	108.0	92.0	90.0	62.0	352.0
sd. chsn	8.9	9.2	9.5	6.6	17.2
2	a	v	*v	**a	
no. pred	101.1	98.9	104.4	47.6	352.0
sd. pred	7.2	7.6	8.0	4.2	17.2
no. chsn	479.0	753.0	832.0	534.0	2598.0
total					
no. pred	479.0	753.0	832.0	534.0	2598.0

classes for exogenous variable 4

age/10+1

choice group	i 1	i 2	i 3	i 4	i 5	i 6	i 7	i 8	i 9	i
no. chsn	234.0	472.0	410.0	450.0	385.0	226.0	44.0	16.0	9.0	2246.0
sd. chsn	6.5	9.4	7.1	6.6	6.1	4.8	2.7	1.9	1.3	17.2
1	*a	**v	*v	a	*a	*a	v	a	a	
no. pred	224.4	491.1	422.2	443.6	375.8	219.0	46.7	15.4	7.7	2246.0
sd. pred	3.5	6.9	3.7	3.6	3.1	2.0	1.4	1.0	0.4	17.2
no. chsn	43.0	128.0	71.0	42.0	32.0	19.0	12.0	4.0	1.0	352.0
sd. chsn	6.5	9.4	7.1	6.6	6.1	4.8	2.7	1.9	1.3	17.2
2	*v	**a	*a	v	*v	*v	a	v	v	
no. pred	52.6	108.9	58.8	48.4	41.2	26.0	9.3	4.6	2.3	352.0
sd. pred	3.5	6.9	3.7	3.6	3.1	2.0	1.4	1.0	0.4	17.2
no. chsn	277.0	600.0	481.0	492.0	417.0	245.0	56.0	20.0	10.0	2598.0
total										
no. pred	277.0	600.0	481.0	492.0	417.0	245.0	56.0	20.0	10.0	2598.0

modele de generation -loisirs 5

classes for exogenous variable 5

nvp+1

choice group	i i	i 2	i 3	i 4	i
no. chsn	281.0	1313.0	604.0	48.0	2246.0
sd. chsn	6.2	13.1	9.0	2.4	17.2
1	a	a	*v	*a	
no. pred	277.4	1309.4	615.1	44.0	2246.0
sd. pred	2.3	10.0	4.7	0.4	17.2
no. chsn	42.0	201.0	106.0	3.0	352.0
sd. chsn	6.2	13.1	9.0	2.4	17.2
2	v	v	*a	*v	
no. pred	45.6	204.6	94.9	7.0	352.0
sd. pred	2.3	10.0	4.7	0.4	17.2
no. chsn	323.0	1514.0	710.0	51.0	2598.0
total					
no. pred	323.0	1514.0	710.0	51.0	2598.0

classes for exogenous variable 6

pmena

choice group	i i	i 2	i 3	i 4	i 5	i
no. chsn	758.0	620.0	26.0	802.0	40.0	2246.0
sd. chsn	9.5	7.3	2.3	11.9	2.5	17.2
1	*a	v	a	v	v	
no. pred	744.4	623.2	25.4	810.8	42.1	2246.0
sd. pred	7.8	5.9	1.1	10.7	0.5	17.2
no. chsn	91.0	62.0	6.0	183.0	10.0	352.0
sd. chsn	9.5	7.3	2.3	11.9	2.5	17.2
2	*v	a	v	a	a	
no. pred	104.6	58.8	6.6	174.2	7.9	352.0
sd. pred	7.8	5.9	1.1	10.7	0.5	17.2
no. chsn	849.0	682.0	32.0	985.0	50.0	2598.0
total						
no. pred	849.0	682.0	32.0	985.0	50.0	2598.0

modele de generation -loisirs 5

classes for exogenous variable 7

ne<5+1

choice group		i 1	i 2	i 3	i 4	i
	no. chsn	1794.0	365.0	85.0	2.0	2246.0
	sd. chsn	15.5	6.7	3.1	0.4	17.2
1		v	a	v	a	
	no. pred	1794.9	363.0	86.2	1.8	2246.0
	sd. pred	14.3	3.3	0.9	0.0	17.2
	no. chsn	289.0	51.0	12.0	0.0	352.0
	sd. chsn	15.5	6.7	3.1	0.4	17.2
2		a	v	a	v	
	no. pred	288.1	53.0	10.8	0.2	352.0
	sd. pred	14.3	3.3	0.9	0.0	17.2
	no. chsn	2083.0	416.0	97.0	2.0	2598.0
total						
	no. pred	2083.0	416.0	97.0	2.0	2598.0

classes for exogenous variable 8

ne5-11+1

choice group		i 1	i 2	i 3	i 4	i 5	i 6	i
	no. chsn	1271.0	560.0	323.0	55.0	27.0	10.0	2246.0
	sd. chsn	12.6	8.8	6.8	3.0	1.9	1.2	17.2
1		v	a	a	*v	*a	a	
	no. pred	1274.3	558.1	320.2	60.2	23.7	9.4	2246.0
	sd. pred	10.8	4.8	3.4	1.0	0.5	0.4	17.2
	no. chsn	192.0	90.0	52.0	16.0	1.0	1.0	352.0
	sd. chsn	12.6	8.8	6.8	3.0	1.9	1.2	17.2
2		a	v	v	*a	*v	v	
	no. pred	188.7	91.9	54.8	10.8	4.3	1.6	352.0
	sd. pred	10.8	4.8	3.4	1.0	0.5	0.4	17.2
	no. chsn	1463.0	650.0	375.0	71.0	28.0	11.0	2598.0
total								
	no. pred	1463.0	650.0	375.0	71.0	28.0	11.0	2598.0

modele de generation -loisirs 5

classes for exogenous variable 9

csp-88

choice group	i 1	i 2	i 3	i 4	i 5	i 6	i 7	i 8	i 9	i 10	i
no. chsn	1139.0	460.0	298.0	33.0	0.0	290.0	0.0	0.0	0.0	26.0	2246.0
sd. chsn	10.6	9.4	7.4	3.0	0.0	5.3	0.0	0.0	0.0	2.3	17.2
1		v	a			a				v	
no. pred	1139.0	467.2	290.8	33.0	0.0	288.8	0.0	0.0	0.0	27.1	2246.0
sd. pred	10.6	7.2	4.6	3.0	0.0	4.9	0.0	0.0	0.0	0.5	17.2
no. chsn	124.0	117.0	61.0	12.0	0.0	30.0	0.0	0.0	0.0	8.0	352.0
sd. chsn	10.6	9.4	7.4	3.0	0.0	5.3	0.0	0.0	0.0	2.3	17.2
2		a	v			v				a	
no. pred	124.0	109.8	68.2	12.0	0.0	31.2	0.0	0.0	0.0	6.9	352.0
sd. pred	10.6	7.2	4.6	3.0	0.0	4.9	0.0	0.0	0.0	0.5	17.2
no. chsn	1263.0	577.0	359.0	45.0	0.0	320.0	0.0	0.0	0.0	34.0	2598.0
total											
no. pred	1263.0	577.0	359.0	45.0	0.0	320.0	0.0	0.0	0.0	34.0	2598.0

alogit.valid(07nov83) normal termination

modele de generation -visites 5

no of observations successfully matched	2598
no of observations accepted	2598
no of observations flushed	0

total likelihood = -827.49604

modele de generation -visites 5

classes for exogenous variable 1

logsum -11

choice group	i i	i 2	i 3	i 4	i 5	i 6	i 7	i
no. chsn	11.0	105.0	546.0	567.0	686.0	395.0	30.0	2340.0
sd. chsn	0.8	3.1	7.4	7.6	8.4	5.8	1.8	15.2
1	a	v	a	a	*v	a	*v	
no. pred	10.2	106.6	545.6	560.4	694.9	389.9	32.3	2340.0
sd. pred	0.2	1.3	5.5	4.0	5.6	3.9	0.5	15.2
no. chsn	0.0	12.0	61.0	58.0	89.0	32.0	6.0	258.0
sd. chsn	0.8	3.1	7.4	7.6	8.4	5.8	1.8	15.2
2	v	a	v	v	*a	v	*a	
no. pred	0.8	10.4	61.4	64.6	80.1	37.1	3.7	258.0
sd. pred	0.2	1.3	5.5	4.0	5.6	3.9	0.5	15.2
no. chsn	11.0	117.0	607.0	625.0	775.0	427.0	36.0	2598.0
total								
no. pred	11.0	117.0	607.0	625.0	775.0	427.0	36.0	2598.0

classes for exogenous variable 2

csp/10+1

choice group	i i	i 2	i 3	i 4	i 5	i 6	i 7	i 8	i 9	i 10	i
no. chsn	1.0	0.0	35.0	166.0	227.0	333.0	305.0	76.0	19.0	1178.0	2340.0
sd. chsn	0.3	0.0	1.6	3.6	4.3	5.3	4.9	2.5	1.2	11.7	15.2
1	a		*a	a	v	a	v	v	*a		
no. pred	0.9	0.0	33.3	164.2	228.2	331.4	308.3	78.3	17.4	1178.0	2340.0
sd. pred	0.0	0.0	0.3	1.4	1.9	3.1	2.6	0.8	0.2	11.7	15.2
no. chsn	0.0	0.0	1.0	12.0	21.0	29.0	29.0	9.0	0.0	157.0	258.0
sd. chsn	0.3	0.0	1.6	3.6	4.3	5.3	4.9	2.5	1.2	11.7	15.2
2	v		*v	v	a	v	a	a	*v		
no. pred	0.1	0.0	2.7	13.8	19.8	30.6	25.7	6.7	1.6	157.0	258.0
sd. pred	0.0	0.0	0.3	1.4	1.9	3.1	2.6	0.8	0.2	11.7	15.2
no. chsn	1.0	0.0	36.0	178.0	248.0	362.0	334.0	85.0	19.0	1335.0	2598.0
total											
no. pred	1.0	0.0	36.0	178.0	248.0	362.0	334.0	85.0	19.0	1335.0	2598.0

modele de generation -visites 5

classes for exogenous variable 3

sexe*2+1-pc

choice group	i i 1	i i 2	i i 3	i i 4	i i
no. chsn	432.0	692.0	739.0	477.0	2340.0
sd. chsn	6.3	7.6	9.0	7.2	15.2
1	v	a	v	a	
no. pred	434.8	689.2	741.1	474.9	2340.0
sd. pred	5.1	6.6	7.4	5.1	15.2
no. chsn	47.0	61.0	93.0	57.0	258.0
sd. chsn	6.3	7.6	9.0	7.2	15.2
2	a	v	a	v	
no. pred	44.2	63.8	90.9	59.1	258.0
sd. pred	5.1	6.6	7.4	5.1	15.2
no. chsn	479.0	753.0	832.0	534.0	2598.0
total					
no. pred	479.0	753.0	832.0	534.0	2598.0

classes for exogenous variable 4

age/10+1

choice group	i i 1	i i 2	i i 3	i i 4	i i 5	i i 6	i i 7	i i 8	i i 9	i i
no. chsn	254.0	534.0	419.0	450.0	376.0	232.0	51.0	15.0	9.0	2340.0
sd. chsn	4.8	7.6	6.8	6.3	6.1	4.5	2.1	1.3	1.0	15.2
1	a	v	*v	a	a	**a	v	**v		
no. pred	252.1	534.2	428.9	448.2	375.7	222.7	51.2	18.0	9.0	2340.0
sd. pred	3.1	5.8	3.9	3.8	3.1	2.1	1.2	0.5	0.3	15.2
no. chsn	23.0	66.0	62.0	42.0	41.0	13.0	5.0	5.0	1.0	258.0
sd. chsn	4.8	7.6	6.8	6.3	6.1	4.5	2.1	1.3	1.0	15.2
2	v	a	*a	v	v	**v	a	**a		
no. pred	24.9	65.8	52.1	43.8	41.3	22.3	4.8	2.0	1.0	258.0
sd. pred	3.1	5.8	3.9	3.8	3.1	2.1	1.2	0.5	0.3	15.2
no. chsn	277.0	600.0	481.0	492.0	417.0	245.0	56.0	20.0	10.0	2598.0
total										
no. pred	277.0	600.0	481.0	492.0	417.0	245.0	56.0	20.0	10.0	2598.0

modele de generation -visites 5

classes for exogenous variable 5

nvp+1

choice group	i 1	i 2	i 3	i 4	i
no. chsn	281.0	1355.0	656.0	48.0	2340.0
sd. chsn	5.3	11.6	7.9	2.1	15.2
1	**v	v	**a	a	
no. pred	291.6	1363.3	639.2	45.9	2340.0
sd. pred	2.3	8.9	4.4	0.4	15.2
no. chsn	42.0	159.0	54.0	3.0	258.0
sd. chsn	5.3	11.6	7.9	2.1	15.2
2	**a	a	**v	v	
no. pred	31.4	150.7	70.8	5.1	258.0
sd. pred	2.3	8.9	4.4	0.4	15.2
no. chsn	323.0	1514.0	710.0	51.0	2598.0
total					
no. pred	323.0	1514.0	710.0	51.0	2598.0

classes for exogenous variable 6

pmena

choice group	i 1	i 2	i 3	i 4	i 5	i
no. chsn	772.0	611.0	29.0	885.0	43.0	2340.0
sd. chsn	8.1	8.1	1.7	9.5	2.3	15.2
1	v	a	a	a	v	
no. pred	777.4	606.4	28.9	883.5	43.8	2340.0
sd. pred	6.7	6.4	0.7	8.4	0.5	15.2
no. chsn	77.0	71.0	3.0	100.0	7.0	258.0
sd. chsn	8.1	8.1	1.7	9.5	2.3	15.2
2	a	v	v	v	a	
no. pred	71.6	75.6	3.1	101.5	6.2	258.0
sd. pred	6.7	6.4	0.7	8.4	0.5	15.2
no. chsn	849.0	682.0	32.0	985.0	50.0	2598.0
total						
no. pred	849.0	682.0	32.0	985.0	50.0	2598.0

modele de generation -visites 5

classes for exogenous variable 7

ne<5+1

choice group		i 1	i 2	i 3	i 4	i
	no. chsn	1871.0	376.0	91.0	2.0	2340.0
	sd. chsn	13.8	5.7	2.6	0.4	15.2
1		a	v	a	a	
	no. pred	1867.6	380.7	89.8	1.8	2340.0
	sd. pred	13.0	3.2	1.0	0.0	15.2
	no. chsn	212.0	40.0	6.0	0.0	258.0
	sd. chsn	13.8	5.7	2.6	0.4	15.2
2		v	a	v	v	
	no. pred	215.4	35.3	7.2	0.2	258.0
	sd. pred	13.0	3.2	1.0	0.0	15.2
	no. chsn	2083.0	416.0	97.0	2.0	2598.0
total						
	no. pred	2083.0	416.0	97.0	2.0	2598.0

classes for exogenous variable 8

ne5-11+1

choice group		i 1	i 2	i 3	i 4	i 5	i 6	i
	no. chsn	1314.0	574.0	347.0	66.0	28.0	11.0	2340.0
	sd. chsn	11.8	7.4	5.4	2.1	1.3	0.7	15.2
1		a	*v	a		*a	a	
	no. pred	1305.4	588.5	343.3	66.0	26.3	10.5	2340.0
	sd. pred	10.9	4.2	3.3	0.8	0.4	0.2	15.2
	no. chsn	149.0	76.0	28.0	5.0	0.0	0.0	258.0
	sd. chsn	11.8	7.4	5.4	2.1	1.3	0.7	15.2
2		v	*a	v		*v	v	
	no. pred	157.6	61.5	31.7	5.0	1.7	0.5	258.0
	sd. pred	10.9	4.2	3.3	0.8	0.4	0.2	15.2
	no. chsn	1463.0	650.0	375.0	71.0	28.0	11.0	2598.0
total								
	no. pred	1463.0	650.0	375.0	71.0	28.0	11.0	2598.0

modele de generation -visites 5

classes for exogenous variable 9

csp-88

choice group	i 1 i	i 2 i	i 3 i	i 4 i	i 5 i	i 6 i	i 7 i	i 8 i	i 9 i	i 10 i	
no. chsn	1162.0	505.0	332.0	37.0	0.0	275.0	0.0	0.0	0.0	29.0	2340.0
sd. chsn	9.6	7.9	5.4	2.1	0.0	6.1	0.0	0.0	0.0	2.1	15.2
1		v	*a	*v		v					
no. pred	1162.0	506.1	326.6	40.3	0.0	276.1	0.0	0.0	0.0	29.0	2340.0
sd. pred	9.6	5.8	4.0	1.1	0.0	4.6	0.0	0.0	0.0	0.5	15.2
no. chsn	101.0	72.0	27.0	8.0	0.0	45.0	0.0	0.0	0.0	5.0	258.0
sd. chsn	9.6	7.9	5.4	2.1	0.0	6.1	0.0	0.0	0.0	2.1	15.2
2		a	*v	*a		a					
no. pred	101.0	70.9	32.4	4.7	0.0	43.9	0.0	0.0	0.0	5.0	258.0
sd. pred	9.6	5.8	4.0	1.1	0.0	4.6	0.0	0.0	0.0	0.5	15.2
no. chsn	1263.0	577.0	359.0	45.0	0.0	320.0	0.0	0.0	0.0	34.0	2598.0
total											
no. pred	1263.0	577.0	359.0	45.0	0.0	320.0	0.0	0.0	0.0	34.0	2598.0

alogit.valid(07nov83) normal termination

modele de generation -divers 7 (aff. pers. ou au

no of observations successfully matched	2598
no of observations accepted	2598
no of observations flushed	0

total likelihood = -1350.67805

modele de generation -divers 7 (aff. pers. ou au

classes for exogenous variable 1

logsum -11

choice group	i 1	i 2	i 3	i 4	i 5	i 6	i 7	i
no. chsn	10.0	98.0	483.0	485.0	551.0	320.0	29.0	1976.0
sd. chsn	1.2	4.2	9.4	10.3	12.0	9.0	2.6	21.1
1	a	*a	v	*a	*v	a	a	
no. pred	9.2	93.7	492.2	474.0	567.5	312.7	26.7	1976.0
sd. pred	0.2	1.9	6.8	5.5	7.7	6.4	0.7	21.1
no. chsn	1.0	19.0	124.0	140.0	224.0	107.0	7.0	622.0
sd. chsn	1.2	4.2	9.4	10.3	12.0	9.0	2.6	21.1
2	v	*v	a	*v	*a	v	v	
no. pred	1.8	23.3	114.8	151.0	207.5	114.3	9.3	622.0
sd. pred	0.2	1.9	6.8	5.5	7.7	6.4	0.7	21.1
no. chsn	11.0	117.0	607.0	625.0	775.0	427.0	36.0	2598.0
total								
no. pred	11.0	117.0	607.0	625.0	775.0	427.0	36.0	2598.0

classes for exogenous variable 2

csp/10+1

choice group	i 1	i 2	i 3	i 4	i 5	i 6	i 7	i 8	i 9	i 10	i
no. chsn	1.0	0.0	31.0	120.0	167.0	277.0	256.0	65.0	14.0	1045.0	1976.0
sd. chsn	0.3	0.0	2.5	6.0	7.0	8.4	7.8	3.9	1.9	14.2	21.1
1	a		*a	*v	*v	*a	a	a	v	v	
no. pred	0.9	0.0	27.2	127.3	179.4	263.4	250.6	63.5	14.3	1049.6	1976.0
sd. pred	0.0	0.0	0.5	2.4	3.0	4.5	3.9	1.2	0.2	12.9	21.1
no. chsn	0.0	0.0	5.0	58.0	81.0	85.0	78.0	20.0	5.0	290.0	622.0
sd. chsn	0.3	0.0	2.5	6.0	7.0	8.4	7.8	3.9	1.9	14.2	21.1
2	v		*v	*a	*a	*v	v	v	a	a	
no. pred	0.1	0.0	8.8	50.7	68.6	98.6	83.4	21.5	4.7	285.4	622.0
sd. pred	0.0	0.0	0.5	2.4	3.0	4.5	3.9	1.2	0.2	12.9	21.1
no. chsn	1.0	0.0	36.0	178.0	248.0	362.0	334.0	85.0	19.0	1335.0	2598.0
total											
no. pred	1.0	0.0	36.0	178.0	248.0	362.0	334.0	85.0	19.0	1335.0	2598.0

modele de generation -divers 7 (aff. pers. ou au

classes for exogenous variable 3

sexe*2+1-pc

choice group	i 1	i 2	i 3	i 4	i
no. chsn	414.0	564.0	664.0	334.0	1976.0
sd. chsn	7.4	11.8	11.6	10.8	21.1
1	a	v	*a	*v	
no. pred	412.9	565.1	651.3	346.7	1976.0
sd. pred	5.6	10.7	9.9	8.9	21.1
no. chsn	65.0	189.0	168.0	200.0	622.0
sd. chsn	7.4	11.8	11.6	10.8	21.1
2	v	a	*v	*a	
no. pred	66.1	187.9	180.7	187.3	622.0
sd. pred	5.6	10.7	9.9	8.9	21.1
no. chsn	479.0	753.0	832.0	534.0	2598.0
total					
no. pred	479.0	753.0	832.0	534.0	2598.0

classes for exogenous variable 4

age/10+1

choice group	i 1	i 2	i 3	i 4	i 5	i 6	i 7	i 8	i 9	i
no. chsn	234.0	516.0	343.0	327.0	287.0	198.0	43.0	19.0	9.0	1976.0
sd. chsn	6.0	8.3	9.7	10.3	9.2	6.4	2.6	1.6	1.1	21.1
1	a	v	v	a	v	*a	*v	*a	a	
no. pred	233.0	517.7	345.8	324.1	292.9	189.0	47.9	17.1	8.6	1976.0
sd. pred	3.9	6.3	5.6	6.6	4.9	3.1	1.5	0.5	0.3	21.1
no. chsn	43.0	84.0	138.0	165.0	130.0	47.0	13.0	1.0	1.0	622.0
sd. chsn	6.0	8.3	9.7	10.3	9.2	6.4	2.6	1.6	1.1	21.1
2	v	a	a	v	a	*v	*a	*v	v	
no. pred	44.0	82.3	135.2	167.9	124.1	56.0	8.1	2.9	1.4	622.0
sd. pred	3.9	6.3	5.6	6.6	4.9	3.1	1.5	0.5	0.3	21.1
no. chsn	277.0	600.0	481.0	492.0	417.0	245.0	56.0	20.0	10.0	2598.0
total										
no. pred	277.0	600.0	481.0	492.0	417.0	245.0	56.0	20.0	10.0	2598.0

modele de generation -divers 7 (aff. pers. ou au

classes for exogenous variable 5

nvp+1

choice	i	i	i	i	i
group	i 1	i 2	i 3	i 4	i
no. chsn	261.0	1160.0	512.0	43.0	1976.0
sd. chsn	7.2	16.1	11.1	2.9	21.1
1	a	a	*v	*a	
no. pred	254.0	1149.4	533.2	39.5	1976.0
sd. pred	3.3	12.4	6.3	0.5	21.1
no. chsn	62.0	354.0	198.0	8.0	622.0
sd. chsn	7.2	16.1	11.1	2.9	21.1
2	v	v	*a	*v	
no. pred	69.0	364.6	176.8	11.5	622.0
sd. pred	3.3	12.4	6.3	0.5	21.1
no. chsn	323.0	1514.0	710.0	51.0	2598.0
total					
no. pred	323.0	1514.0	710.0	51.0	2598.0

classes for exogenous variable 6

pmena

choice	i	i	i	i	i	i
group	i 1	i 2	i 3	i 4	i 5	i
no. chsn	628.0	433.0	29.0	842.0	44.0	1976.0
sd. chsn	12.5	12.1	2.0	11.3	2.9	21.1
1	v	*v	a	*a	*a	
no. pred	633.7	447.5	27.3	828.7	38.9	1976.0
sd. pred	10.8	10.5	0.7	9.9	0.5	21.1
no. chsn	221.0	249.0	3.0	143.0	6.0	622.0
sd. chsn	12.5	12.1	2.0	11.3	2.9	21.1
2	a	*a	v	*v	*v	
no. pred	215.3	234.5	4.7	156.3	11.1	622.0
sd. pred	10.8	10.5	0.7	9.9	0.5	21.1
no. chsn	849.0	682.0	32.0	985.0	50.0	2598.0
total						
no. pred	849.0	682.0	32.0	985.0	50.0	2598.0

modele de generation -divers 7 (aff. pers. ou au

classes for exogenous variable 7

ne<5+1

choice group	i 1	i 2	i 3	i 4	i
no. chsn	1637.0	277.0	61.0	1.0	1976.0
sd. chsn	18.5	9.0	4.6	0.7	21.1
1	*a	**v	v	v	
no. pred	1617.7	295.4	61.7	1.2	1976.0
sd. pred	17.0	5.2	2.0	0.1	21.1
no. chsn	446.0	139.0	36.0	1.0	622.0
sd. chsn	18.5	9.0	4.6	0.7	21.1
2	*v	**a	a	a	
no. pred	465.3	120.6	35.3	0.8	622.0
sd. pred	17.0	5.2	2.0	0.1	21.1
no. chsn	2083.0	416.0	97.0	2.0	2598.0
total					
no. pred	2083.0	416.0	97.0	2.0	2598.0

classes for exogenous variable 8

ne5-11+1

choice group	i 1	i 2	i 3	i 4	i 5	i 6	i
no. chsn	1136.0	468.0	282.0	62.0	22.0	6.0	1976.0
sd. chsn	15.7	10.5	8.1	3.6	2.4	1.5	21.1
1	a	**v	a	***a	*a	v	
no. pred	1126.8	493.7	278.3	51.0	18.9	7.4	1976.0
sd. pred	14.1	5.5	4.7	1.4	0.9	0.5	21.1
no. chsn	327.0	182.0	93.0	9.0	6.0	5.0	622.0
sd. chsn	15.7	10.5	8.1	3.6	2.4	1.5	21.1
2	v	**a	v	***v	*v	a	
no. pred	336.2	156.3	96.7	20.0	9.1	3.6	622.0
sd. pred	14.1	5.5	4.7	1.4	0.9	0.5	21.1
no. chsn	1463.0	650.0	375.0	71.0	28.0	11.0	2598.0
total							
no. pred	1463.0	650.0	375.0	71.0	28.0	11.0	2598.0

modele de generation -divers 7 (aff. pers. ou au

classes for exogenous variable 9

csp-88

choice group		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	no. chsn	931.0	504.0	300.0	37.0	0.0	191.0	0.0	0.0	0.0	13.0	1976.0
	sd. chsn	15.5	8.6	6.8	2.3	0.0	8.4	0.0	0.0	0.0	2.4	21.1
1		a	*a	v	v		v				***v	
	no. pred	926.4	487.0	302.6	38.9	0.0	194.9	0.0	0.0	0.0	26.1	1976.0
	sd. pred	14.3	5.4	4.9	1.1	0.0	8.1	0.0	0.0	0.0	0.4	21.1
	no. chsn	332.0	73.0	59.0	8.0	0.0	129.0	0.0	0.0	0.0	21.0	622.0
	sd. chsn	15.5	8.6	6.8	2.3	0.0	8.4	0.0	0.0	0.0	2.4	21.1
2		v	*v	a	a		a				***a	
	no. pred	336.6	90.0	56.4	6.1	0.0	125.1	0.0	0.0	0.0	7.9	622.0
	sd. pred	14.3	5.4	4.9	1.1	0.0	8.1	0.0	0.0	0.0	0.4	21.1
	no. chsn	1263.0	577.0	359.0	45.0	0.0	320.0	0.0	0.0	0.0	34.0	2598.0
total												
	no. pred	1263.0	577.0	359.0	45.0	0.0	320.0	0.0	0.0	0.0	34.0	2598.0

alogit.valid(07nov83) normal termination

AUTORISATION DE SOUTENANCE

DOCTORAT 3ème CYCLE, DOCTORAT-INGENIEUR, DOCTORAT USMG

Vu les dispositions de l'arrêté du 16 avril 1974,

Vu les dispositions de l'arrêté du 5 juillet 1984,

Vu les rapports de M. ...J. FONLUPT.....

M. .....

Mme...CHEVROLET...Dominique..... est autorisée

à présenter une thèse en vue de l'obtention du ...Doctorat 3e cycle.....

.....

Grenoble, le - 5 FEV. 1986

Le Président de l'Université Scientifique

et Médicale

M. TANCHE

Résumé

Cette thèse est composée de deux parties indépendantes, qui ont toutes deux pour thème : le transport urbain, mais qui se rattachent à des secteurs totalement différents de ce vaste domaine.

La première partie, intitulée "**Ordonnancement des phases d'un carrefour**", est consacrée au problème de la gestion des feux tricolores d'un carrefour. Ce problème avait été soulevé par l'Institut de Recherche des Transports (IRT), situé à Arcueil, devenu depuis Institut National de REcherche sur les Transports et leur Sécurité (INRETS). Il s'agissait plus exactement de réaliser un logiciel interactif d'ordonnancement des feux qui soit à la fois simple, adapté à un micro-ordinateur standard, et très rapide, de manière à pouvoir être utilisé "sur le terrain" par les ingénieurs de trafic.

La deuxième partie, "**Modèles désagrégés de déplacements dans l'agglomération grenobloise**", s'inscrit dans le cadre plus général de la modélisation des déplacements urbains. Cette modélisation a pour but d'effectuer des prévisions de déplacement, qui permettront d'évaluer l'impact de différentes politiques de transport visant à améliorer les problèmes de circulation à l'intérieur des agglomérations. Les applications concrètes réalisées ici portent sur l'agglomération de Grenoble, et ce pour deux raisons essentielles. D'une part, cette agglomération est considérée comme assez représentative des villes de moyenne importance en France. D'autre part, ce travail constitue un prolongement à d'autres études réalisées antérieurement sur ce site. Les applications décrites dans le présent rapport ont, de même que les précédentes, répondu à la demande du Centre d'Etudes des Transports URbains (CETUR), de Bagneux.

Mots-clés

modèles de transport urbain,
ordonnancement, méthodes heuristiques,
modèles désagrégés, prévision, modèle logit, génération des déplacements, échantillonnage artificiel, transfert.