

Utilisation d'un modèle désagrégé à Grenoble, France.

par

Michèle CYNA  
Benoît FERRY  
CETUR  
46, Avenue Aristide Briand  
92220-BAGNEUX  
(FRANCE)

Jean-Pierre UHRY  
I.M.A.G.  
B.P. 53  
38041-GRENOBLE  
(FRANCE)

## I. PRESENTATION DE LA VILLE

### 1. Quelques données générales

Située dans une vallée alpine à environ 100 km de Lyon et 500 de Paris, Grenoble est un important centre régional. L'agglomération comprend environ 390 000 habitants.

Grenoble est une ville industrielle et universitaire où les salaires moyens sont relativement élevés : c'est la seule grande ville avec Paris où ils sont supérieurs à la moyenne nationale. Avec un indice 100 pour la moyenne nationale, l'indice grenoblois est de 101,9 (Paris 126,8).

Le taux de motorisation est de 92 voitures pour 100 ménages en 1978, avec un taux d'équipement de 71 % soit 71 ménages sur 100 possédant au moins une voiture.

### 2. Les transports dans l'agglomération grenobloise

#### 2.1. La politique de transport

Grenoble se caractérise par une politique active de développement des transports collectifs. Le syndicat mixte des transports en commun de l'agglomération grenobloise a signé en 1978 avec l'Etat un contrat de développement, au terme duquel l'Etat leur accordait une subvention de 25 millions de francs pour 78-79. Ce contrat a été suivi en 80-81 d'un avenant de 9 millions.

A une forte augmentation de l'offre de transports, se sont ajoutées des mesures d'exploitation de la voirie favorables aux bus. En 1980 il y avait 19,9 km de couloirs bus dont 12,6 en site propre. Un axe piéton bus a été créé dans la zone piétonne de l'hypercentre.

En matière de voiries, ces dernières années ont été marquées par une absence totale de réalisations nouvelles.

Les places de stationnement sur voirie du centre sont pratiquement toutes payantes. Il existe des parcs de stationnement hors voirie qui sont dans leur majorité gérés par la municipalité.

#### 2.2. Les pratiques de déplacements

##### . Nombre de déplacements

1,5 million de déplacements par jour dont

- 615 000 à pied
- 575 000 en voiture (65 % des modes motorisés)
- 150 000 en transports collectifs (17 % des motorisés)
- 160 000 en deux roues (18 % des motorisés).

- La mobilité par personne est forte :

2,4 déplacements motorisés par personne et par jour avec en particulier 0,4 déplacement en transport collectif par personne et par jour.

- Les motifs de déplacements pour les déplacements motorisés

	domicile-travail	domicile-école	autres déplacements	Total
1966	41 %	10 %	49 %	100
1973	30 %	11 %	59 %	100
1978	22 %	10 %	68 %	100

L'évolution est liée à deux phénomènes : l'instauration de la journée continue qui réduit le nombre de déplacements domicile-travail et l'augmentation des déplacements pour autres motifs qui sont passés de 140 000 en 1966 à 400 000 en 1978.

- Répartition modale des déplacements domicile-travail et domicile-école en 1978.

Motif travail

	VP	TC	2R	AP	MM	TM
Nombre de déplacements par personne	0,33	0,08	0,10	0,15	0,51	0,66
%	50	12	15	23	77	100
% MM	65	16	19		100	

Motif école

	VP	TC	2R	AP	MM	TM
Nombre de déplacements par personne	0,07	0,09	0,09	0,36	0,25	0,61
%	11	15	15	59	41	100
% MM	28	36	36		100	

VP : Voiture Particulière, TC : Transports Collectifs,  
 2R : 2 Roues, A.P. : Marche à Pied, MM : Modes Motorisés,  
 TM : Tous Modes

### 3. Les données

La politique active en matière de transport et donc la motivation des techniciens et des élus sur les problèmes de transports faisait de Grenoble un bon candidat pour un exercice de planification.

De plus les données sur l'agglomération grenobloise sont nombreuses et de bonne qualité.

#### 3.1. Données intermodales

Grenoble a déjà effectué 3 enquêtes auprès des ménages sur leurs pratiques de déplacements, et ce en 1966, 1973 et 1978.

Celle de 1978 portait sur 1 450 ménages et représente environ 3 800 personnes interrogées. C'est à partir de cette enquête, qu'a été constitué l'échantillon d'environ 1 000 actifs et 500 étudiants ou écoliers qui a permis de calibrer le modèle. Cet échantillon est également utilisé pour les prévisions par la technique d'énumération d'échantillon.

#### 3.2. Données sur le trafic en voiture particulière

Les comptages réalisés sur l'agglomération grenobloise et la codification du réseau de voirie ont permis de mettre au point un modèle d'affectation de trafic utilisant le programme d'affectation DAVIS. Ce modèle calcule, en particulier, les valeurs de variables de qualité de service pour la voiture : durée de parcours, distance, etc.

#### 3.3. Données sur les transports en commun

Le réseau de transport collectif a été codifié et un programme, THERESE, donne la durée des trajets, le nombre de correspondance, etc.

## II. LE MODELE DESAGREGE

### 1. Pourquoi un modèle désagrégé ?

#### 1.1. Les limites des modèles agrégés

Les modèles les plus couramment utilisés en France depuis le début des années 70 sont des modèles agrégés classiques : modèle à 4 étapes (génération, distribution, choix modal, affectation) où la phase de choix modal se fait par application de normes en fonction du type de liaison (Centre-Centre, Centre-Périphérie, etc.). L'utilisation de ces modèles permet de faire des grands exercices de planification à moyen - long terme (Etude Préliminaire d'Infrastructure de Transport) ; elle se situait initialement dans un contexte de décisions centralisées dans lequel l'administration centrale, au vu des dossiers qui lui étaient présentés, décidait de l'attribution de ses subventions.

Ce mode de planification n'est plus pratiqué aujourd'hui et ce pour deux types de raisons :

- le contexte de la planification a changé : pour des raisons tant politiques que financières, l'heure n'est plus aux vastes projets décidés financés et suivis par l'administration centrale.
- les modèles agrégés ont montré leurs limites.

Les normes utilisées correspondaient à des hypothèses "raisonnables" sur la mobilité, le partage modal, etc. Elles étaient surtout le prolongement de tendances passées et ne permettaient pas de prévoir l'impact sur le système transport de telle ou telle mesure et encore moins d'un ensemble de mesures.

### 1.2. Importance du choix modal

Parmi les étapes du modèle agrégé, le choix modal a une importance particulière du point de vue politique. En effet, si l'on suppose que le processus de décision de l'individu en matière de déplacements se fait par choix d'une destination puis d'un mode puis d'un itinéraire, les actions de politique des transports (développement des transports collectifs par exemple) auront des conséquences à court terme avant tout sur les deux dernières phases.

Les modèles d'affectation de trafic existant permettent de connaître de façon relativement satisfaisante le trafic sur chaque axe, une fois les flux par mode sur chaque paire d'origine-destination connus.

C'est donc sur la connaissance du mécanisme de choix modal que doivent se porter les efforts si l'on veut pouvoir évaluer les impacts à court terme d'une politique de transport.

### 1.3. Le modèle désagrégé de choix modal : un outil fin de connaissance

Développés aux Etats-Unis dans les années 70, les modèles désagrégés sont une réponse au problème posé. La demande de transport n'est plus formulée à partir de normes mais elle est évaluée en fonction des valeurs de certaines variables déterminantes : variables socio-économiques et variables caractéristiques des modes de transport (coût, qualité de service, etc.).

Lorsqu'une politique de transport change la valeur d'une ou plusieurs de ces variables, le modèle permet donc de prévoir finement l'impact de cette modification sur la demande de transport.

Les modèles désagrégés ont surtout été utilisés pour déterminer le partage modal. Or nous avons vu que c'est là un point clé dans la connaissance des conséquences à court terme de l'impact d'une politique de transport.

Lorsque l'étude sur Grenoble a débuté, un seul modèle avait été développé en France : celui que la RATP avait réalisé sur la Région Parisienne.

Les spécificités du système de transport de la Région Parisienne induisent des comportements des usagers très différents de ceux observés en Province.

Les résultats obtenus grâce au modèle parisien ne peuvent donc pas être transférés à une ville de province. Or plus de 50 % de la population française vit dans des zones urbaines (au sens INSEE) de province. D'où l'importance d'avoir un modèle désagrégé adapté à la province.

#### 1.4. Intérêt du modèle sur le plan national

Comme nous venons de le voir, plus de la moitié des français vivent dans des zones urbaines de province, et leur comportement en matière de déplacement est différent de celui des parisiens. S'il n'est pas possible de déterminer une ville où le comportement des usagers de transport soit représentatif de celui de la moyenne des français, en revanche il est raisonnable de penser que le comportement des Grenoblois reflètera mieux celui de la population de villes de plus de 100 000 habitants (Paris excepté) que ne le ferait celui des parisiens.

Aussi pour connaître l'impact d'une mesure nationale sur la population française, il est utile d'avoir des résultats sur au moins une ville de province.

Plus précisément la recherche sur Grenoble a été subventionnée par l'administration centrale, afin, entre autre, de répondre à la question : quel est l'impact du coût du carburant sur le partage modal ? Peut-on évaluer les reports de la voiture particulière vers des modes plus économes en énergie qu'entraînerait une forte hausse du prix des carburants ?

#### 1.5. Intérêt du modèle sur le plan local

S'il est toujours intéressant pour une ville de connaître finement la structure des déplacements, deux lois récentes ont fait de cette connaissance un enjeu politique.

Tout d'abord la décentralisation : le transfert de compétences de l'Etat vers les collectivités locales fait de celles-ci les seuls décideurs en matière d'aménagement local. Il leur faut donc un instrument souple, adapté à des prises de décision rapides. Le modèle désagrégé, installé sur micro-ordinateur permet d'obtenir avec rapidité les réponses à des questions du type "et si on fait çà, que se passera-t-il ?". De plus, les élus sont très sensibles au fait d'avoir un modèle adapté à la situation spécifique de leur ville. Les crédits ne viennent plus de Paris et les normes techniques non plus.

Une deuxième loi vient renforcer les effets de la décentralisation : la loi d'orientation sur les transports intérieurs. En matière de transports urbains, cette loi devrait relancer la planification des transports urbains par la promotion des plans de déplacements urbains. En insistant sur la cohérence nécessaire des politiques mises en oeuvre pour chaque mode de transport, ces plans développent une vision intermodale du système de transport d'une ville. Or, les modèles désagrégés de choix modal sont l'instrument par essence de cette connaissance de la répartition modale, et sont donc un outil d'analyse bien adapté à l'étude d'un plan de déplacement urbain.

Le travail sur le modèle désagrégé de Grenoble n'étant pas encore terminé, il est trop tôt pour connaître l'utilisation qu'en feront les élus. Cependant, l'agglomération grenobloise a toujours été dynamique en matière de transport : développement des transports collectifs, zone piétonne, enquêtes ménages répétées, etc. De plus, les années à venir vont voir la construction d'un tramway. L'utilisation des modèles désagrégés pour connaître l'impact du tramway sur les déplacements est une des raisons du choix de Grenoble comme ville test pour les modèles désagrégés. Parmi les autres raisons de ce choix, citons aussi la qualité des données existant sur Grenoble et la présence d'équipes scientifiques et techniques motivées par le projet.

## 2. Le modèle

Dans une première phase, les travaux de modélisation ont porté sur les trajets domicile-travail et domicile-école. Si l'ensemble de ces deux motifs ne représentait que 32 % des déplacements dans l'agglomération grenobloise, en revanche leurs conséquences sur l'organisation des transports sont importantes : à Grenoble, ils représentent environ 70 % des déplacements durant l'heure de pointe du matin, les voitures utilisées pour le domicile-travail occupent une place de stationnement toute la journée, etc.

De plus, le confort et surtout le coût de ces déplacements obligatoires ont un impact social qui intéressent les autorités politiques.

Enfin, si l'on s'intéresse à des scénarios de crise où on limiterait au maximum le nombre des déplacements, les déplacements domicile-travail et domicile-école devraient toujours être assurés.

Ainsi, dès cette première phase de travail, on a pu obtenir des résultats intéressants. Deux modèles ont été développés : un modèle dit des actifs pour les trajets domicile-travail et un modèle dit des étudiants pour les trajets domicile-école. Les spécifications de ces deux modèles sont présentées en annexe.

Sur une ville de la taille de Grenoble, les valeurs de variables clés comme le coût, le temps de parcours, sont relativement peu dispersées aussi bien pour les différents modes possibles que pour les différentes personnes de l'échantillon, ce qui diminue la précision de l'estimation des coefficients du modèle. Aussi on a été amené à développer un modèle de choix simultané de mode et de destination où la destination est ensuite fixée. Ce procédé a permis d'obtenir une meilleure précision.

Des remarques sur les variables retenues sont faites en annexe. Cependant, avant de présenter les premiers résultats obtenus grâce au modèle, il convient de porter une attention particulière sur une valeur calculée par le modèle : la valeur du temps. On trouve sur Grenoble une valeur de 12,23 F/h (en francs 78) pour le modèle de choix de mode seulement et de 10,42 F/h pour le modèle de choix simultané. Sans être invraisemblables, ces valeurs sont significativement inférieures à celles découlant du modèle de la RATP (environ 20 F/h). Il faudrait que la valeur de Grenoble soit confirmée par des valeurs similaires sur d'autres villes de France, mais si cette différence persiste, il serait intéressant de l'analyser. Les niveaux de salaires moyens (plus élevés à Paris qu'en province) sont une explication possible de cette différence.

### III. UTILISATION DU MODELE

#### 1. Un outil d'analyse

Le modèle désagrégé en exprimant des relations causales permet de connaître les principales variables déterminant le partage modal.

A ce titre, les travaux d'élaboration du modèle sont aussi intéressants que le modèle lui-même. En effet, on a au cours de ces travaux été amené à supprimer certaines variables dont les coefficients n'étaient pas significatifs et à en ajouter d'autres.

Il faudrait retracer toute l'historique du modèle pour en montrer tous les enseignements, aussi on ne citera qu'un exemple où le modèle a prouvé qu'une opinion courante n'était pas confirmée. L'idée que les correspondances en transport collectif sont pénibles, avait conduit à introduire une variable muette pour le nombre de lignes empruntées : cette variable avait un coefficient non significatif et n'a pas été retenue dans le modèle final. Ce résultat nous amène à nous interroger sur la pénibilité des correspondances.

#### 2. Un outil de prévision

En changeant la valeur d'une ou plusieurs variables, on peut obtenir une nouvelle répartition modale, qui tiendra compte de l'évolution du contexte économique et social (variation des variables socio-économiques) et de politiques de transport (variation des variables relatives aux modes).

Trois politiques ont été testées en utilisant la technique d'énumération de l'échantillon. Il s'agit là des résultats intermédiaires, puisque le travail sur Grenoble n'est pas terminé, et qui portent, pour l'instant, uniquement sur les trajets domicile-travail.

### 2.1. Impact du coût de l'essence

Pour des raisons évidentes, liées en particulier à la politique d'économie d'énergie, l'administration centrale était désireuse de quantifier les reports modaux qu'entraînerait une augmentation du coût du carburant. On pourrait ainsi quantifier les gains en énergie découlant d'une telle mesure. Il s'agit donc là d'une utilisation nationale du modèle.

Pour une augmentation de 50 % du prix du carburant, on obtient :

TC = transport collectif  
 VP = voiture particulière - conducteur  
 2R = 2 roues  
 MAP = Marche à pied  
 Pass VP : passager de voiture particulière

Mode	TC	VP	2R	MAP	Pass VP
Variation du nombre d'usagers de chaque mode					
actifs	+ 2,9 %	- 1,9 %	+ 2,3 %	+ 0,6 %	+ 4,2 %
étudiants	+ 0,6 %	- 2,6 %	+ 0,3 %	+ 0,1 %	+ 0,3 %

### 2.2. Remboursement des trajets domicile-travail en transports collectifs

Depuis le 1er novembre, en Région Parisienne, les trajets domicile-travail effectués en transports collectifs sont remboursés à 40 % par les employeurs.

Le gouvernement souhaiterait étendre une telle mesure à la province et voudrait donc connaître son impact sur la répartition modale, ceci afin d'une part de pouvoir calculer la charge totale des entreprises qui sera fonction du nombre de salariés utilisant les transports collectifs après application de la mesure, et d'autre part d'évaluer les investissements et dépenses de fonctionnement supplémentaires que devrait supporter le réseau de transport collectif pour absorber l'augmentation de la demande. L'étude a donc une importance à la fois nationale et locale.

L'élasticité de l'usage du transport collectif pour les déplacements domicile-travail au coût des transports collectifs est de -0,06 pour le modèle de choix modal seulement et de -0,10 pour le modèle de choix simultané.



Une gratuité totale donnerait :

Mode	TC	VP	2R	MAP	Pass VP
actifs	+ 6,1 %	- 0,5 %	- 1,3 %	- 0,7 %	- 2 %
étudiants	+ 4,1 %	- 1 %	- 1,6 %	- 0,6 %	- 2,1 %

Si cette étude a été motivée par une demande de l'administration centrale, ces résultats peuvent aussi être utilisés pour calculer l'impact d'une modification de la structure tarifaire des transports collectifs.

### 2.3. Doublement du coût des parkings

Les parcs de stationnement du centre-ville sont presque tous la propriété de la municipalité grenobloise qui peut donc fixer les prix des places. De nombreuses polémiques ayant eu lieu sur ce sujet, on a testé l'impact d'un doublement du coût des parkings. Il s'agit donc là d'une mesure purement locale.

Rappelons avant de donner les résultats que le coût du parking est nul sauf dans le centre.

### Variation de l'usage de chaque mode

Mode	TC	VP	2R	MAP	Pass VP
actifs	+ 3,1 %	- 2,7 %	+ 2,9 %	+ 2,4 %	+ 3,3 %
déplacements vers le centre ville	+ 12,6 %	-19,1 %	+14,5 %	+ 9,1 %	+15,9 %

#### IV. POURSUITE DU TRAVAIL

##### 1. Travail sur Grenoble

###### . Le tramway

Il est prévu à Grenoble la réalisation d'un tramway dans les années à venir. Les caractéristiques de niveau de service de cette infrastructure vont changer la répartition modale des déplacements.

L'évaluation des transferts modaux vers le tramway est un élément clef dans la décision de réaliser le projet. Dans le cas de Grenoble, cette évaluation a été faite par un modèle agrégé et spécifique.

Les résultats sur le tramway que fournira le modèle désagrégé seront partiels puisqu'ils ne concernent que 32 % des déplacements, et de plus, ces résultats ne pèseront pas dans la décision de réaliser le tramway, celle-ci ayant déjà été prise.

Cependant, l'évaluation de l'impact du tramway par le modèle désagrégé est intéressante à plusieurs titres : on pourra comparer les résultats des deux modèles et analyser leur différence. D'autre part, une fois l'infrastructure réalisée, l'observation des transferts modaux réels permettra de tester le pouvoir de prédiction du modèle.

###### . Les autres motifs

Afin de pouvoir analyser tous les déplacements, il sera nécessaire de poursuivre le travail de modélisation sur les motifs autres que domicile-travail et domicile-école.

##### 2. Utilisation du modèle dans d'autres villes

###### 2.1. Transfert du modèle sur Nantes

Le modèle désagrégé est un modèle causal et peut donc, moyennant quelques ajustements, être transféré sur d'autres villes que celle sur laquelle il a été développé.

Un test de transférabilité du modèle va être effectué sur la ville de Nantes. Il s'agira en particulier de comparer les méthodes de transfert. Si ce test s'avère positif, on disposera alors d'un outil performant et adaptable.

###### 2.2. Utilisation du modèle dans le processus de planification des transports

La finalité du travail, commencé à Grenoble, est de mettre à la disposition des décideurs un outil souple et performant d'analyse et de prévision. La relance de la planification des transports rend ce genre d'outils particulièrement nécessaire.

Si cette technique de modélisation se répand, on peut espérer que, lors de l'élaboration de plans de déplacements urbains, les techniciens pourront répondre rapidement aux questions des élus sur l'impact de telle ou telle décision sur la répartition modale.

ANNEXEModèles actifs sélectionnés

Le modèle est un modèle de choix modal entre 5 modes (transports collectifs, 2 Roues, Marche à pied, passager de voiture particulière, conducteur de voiture particulière) pour les trajets domicile-travail des actifs.

Variable	Modèle de choix modal		Modèle de choix simultané	
	Valeur du coefficient	Ecart-type	Valeur du coefficient	Ecart-type
k TC	1,10	0,39	1,25	0,36
k 2R	0,598	0,32	0,469	0,31
k MAP	2,10	0,31	2,16	0,29
k Pass VP	- 2,73	0,57	- 2,71	0,56
tg * 10 <sup>3</sup>	- 0,384	0,11	- 0,573	0,085
coût * 10 <sup>3</sup>	- 1,13	0,40	- 1,98	0,30
15-30-ml * 10 <sup>3</sup>	- 3,24	0,31	- 3,14	0,30
Map O-tc * 10 <sup>3</sup>	- 1,89	1,3	- 2,17	1,3
pas tc	- 0,831	0,24	- 0,673	0,22
nv/nppc VP	2,65	0,35	2,62	0,34
Sexe 2R	- 0,919	0,23	- 0,861	0,23
Centre 2R	- 1,48	0,46	- 1,18	0,45
Ouvrier 2R	0,755	0,22	0,711	0,21
nv>O - pass VP	1,12	0,47	0,890	0,46
sexe pass VP	0,848	0,33	0,724	0,33
taille de l'échantillon	975		975	
l (θ)	- 828,5		- 2205,75	
$\rho_c^2$	0,257			
$\rho_o^2$			0,268	
valeur du temps F/h	12,23		10,42	
élasticité tc au coût TC	- 0,06		- 0,10	
l (θ) contraint			- 833,15	

Signification des variables

k TC	constante transport collectif
k 2R	constante 2 Roues
k MAP	constante marche à pied
k pass VP	constante passager voiture particulière
tg	temps généralisé
	pour la VP tg = temps de parcours (conducteur et passager)
	pour les 2R tg = distance/vitesse 2R
	pour la MAP tg = distance/vitesse MAP
	pour les TC tg = temps de trajet en TC + distance à pied/vitesse MAP + temps d'attente
coût	coût du trajet ; pour la VP ce coût inclut le coût du parking
15-30 ml	pour les modes lents, la désutilité du temps de trajet n'est pas linéaire et cette variable intro- duit une désutilité plus forte entre 15 et 30 minutes de trajet.
map 0 tc	variable spécifique TC Distance du domicile au plus proche arrêt bus
pas tc	variable spécifique TC position dans le ménage (1 si chef de famille 0 sinon)
nv/ nppc VP	variable spécifique VP nombre de voitures par permis de conduire du ménage
sexe 2R	variable spécifique 2R 1 pour les femmes 0 pour les hommes
centre 2R	variable spécifique 2R 1 pour les actifs travaillant au centre 0 pour les autres
ouvrier 2R	variable spécifique 2R 1 pour les actifs ouvriers 0 pour les autres
nv > 0-pass VP	variable spécifique passager VP 1 si le ménage a une voiture 0 s'il n'en a pas
sexe pass VP	variable spécifique passager VP 1 pour les femmes 0 pour les hommes.

Utilités des différents modes

$$U_{TC} = 1,25 - 0,573 \text{ tg}_{TC} \times 10^3 - 1,98 \text{ coût}_{TC} \times 10^3 - 2,17 \text{ map0} \times 10^3 - 0,673 \text{ pas}$$

$$U_{2R} = 0,469 - 0,573 \text{ tg}_{2R} \times 10^3 - 1,98 \text{ coût}_{2R} \times 10^3 - 3,14 (15-30\text{ml}) \times 10^3 - 0,861 \text{ sexe} - 1,18 \text{ centre} + 0,711 \text{ ouvrier.}$$

$$U_{MAP} = 2,16 - 0,573 \text{ tg}_{MAP} \times 10^3 - 1,98 \text{ coût}_{MAP} (=0) - 3,14 (15-30\text{ml}) \times 10^3$$

$$U_{\text{passVP}} = -2,17 - 0,573 \text{ tg}_{\text{passVP}} \times 10^3 - 1,98 \text{ coût}_{\text{passVP}} \times 10^3 + 0,890 \text{ nv} > C + 0,724 \text{ sexe}$$

$$U_{VP} = -0,573 \text{ tg}_{VP} \times 10^3 - 1,98 \text{ coût}_{VP} \times 10^3 + 2,62 \text{ nv/nppc}$$

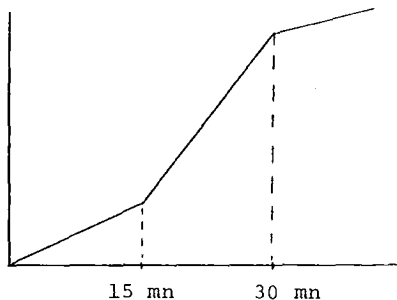
Quelques commentaires- Variables socio-économiques

- . mode 2 Roues : ce mode est surtout utilisé par les ouvriers masculins travaillant en périphérie. On a donc introduit les variables socio-économiques qui reflétaient ce phénomène.
- . mode passager VP : il s'agit là essentiellement de pratiques de car-pool spontanées qui se développent souvent au sein d'un ménage à 2 actifs ou plus. D'où l'importance de la possession d'une voiture par le ménage pour ce mode, et le coefficient positif de cette variable. De même, les femmes sont plus souvent passagères que les hommes.

- Variables de niveau de service

Le peu de dispersion des données n'a pas permis de calibrer le modèle sur des variables très désagrégées. Ainsi, on a un seul coefficient pour tous les coûts, et un seul pour le temps de trajet. Seul le trajet d'accès au réseau de bus est pénalisé par la variable map0.

On a observé pour les modes lents un comportement non linéaire que l'on a approché par un comportement linéaire par intervalle.



Les deux premières phases s'expliquent facilement. La troisième correspond d'une part à des trajets effectués en motos de plus forte cylindrée, d'autre part à des usagers pour lesquels la marche ou le parcours en vélo quotidiens est une activité physique agréable.