

MODELISATION DU CHOIX MODAL
INTER-URBAIN EN PRESENCE
D'UN MODE NOUVEAU

Auteurs : Hervé BERHAUT
Jean-Marie BOUROCHE
Martine BURDILLAT
Catherine DUPONT-GATELMAND
Eric JACQUET-LAGREZE

FEVRIER 1981

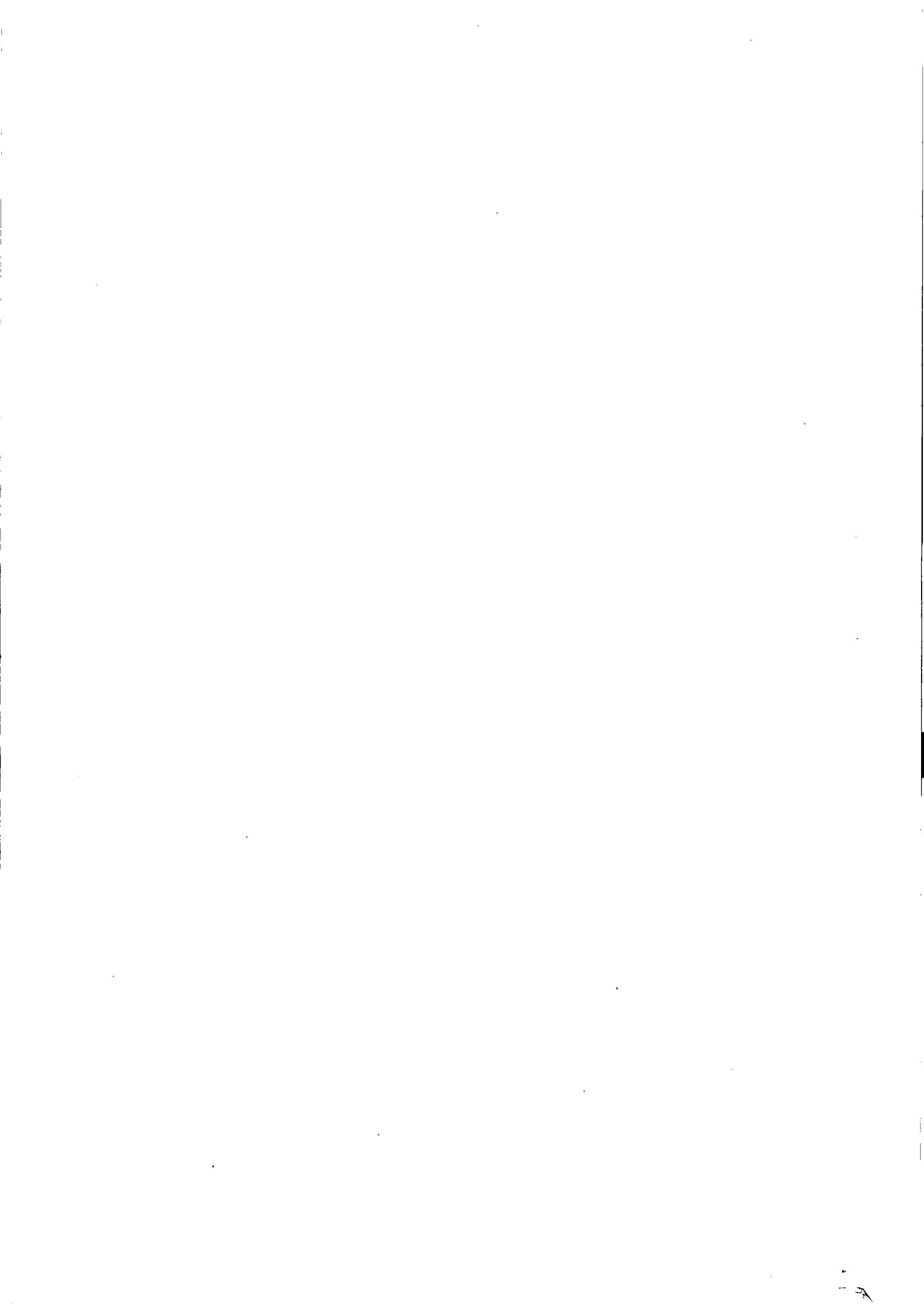
NOTE DE RECHERCHE COREF N° 8

MODELISATION DU CHOIX MODAL
INTER-URBAIN EN PRESENCE
D'UN MODE NOUVEAU

Compte-rendu de fin d'études
d'une recherche financée par
la Mission de la Recherche

Action concertée : Modélisation du choix modal
inter-urbain en présence d'un mode nouveau

- Décision d'aide : 78 00 032 00 225 75 01



S O M M A I R E G E N E R A L

<u>I N T R O D U C T I O N</u>	1
- <u>SECTION A : SYNTHÈSE ET CRITIQUES DE QUELQUES TRAVAUX</u> <u>TYPIQUES EN MATIÈRE DE MODÉLISATION DU CHOIX</u> <u>MODAL.</u>	6
- SOMMAIRE	7
INTRODUCTION	9
A - EVOLUTION STRUCTURELLE DES MODÈLES	12
I - Modèles agrégés	14
II - Modèles désagrégés	17
B - EVOLUTION AU NIVEAU DES VARIABLES INTRODUITES DANS LES MODÈLES	34
I - Les variables classiques : Prix, temps, commodité et confort. Problèmes de définition et de quanti- fication.	35
II - Une nécessité : prendre en compte des variables d'attitude : émergence d'une nouvelle problématique.	43
III - Vers une meilleure intégration des variables in- dividuelles dans les modèles d'analyse de compor- tement individuel : les modèles de GLOB.	52
CONCLUSION	60
ANNEXE 1	63
ANNEXE 2	72
REFERENCES	81
* * * *	
- <u>SECTION B : PROCESSUS DE DECISION ET DE COMPORTEMENT EN</u> <u>MATIÈRE DE DEPLACEMENTS PRIVÉS : CONCEPTS ET</u> <u>MODÈLES THÉORIQUES</u>	88
- SOMMAIRE	89
- INTRODUCTION	91
1. MODÈLES DE COMPORTEMENT INDIVIDUELS	92
2. UN MODÈLE THÉORIQUE DE COMPORTEMENT EN MATIÈRE DE DEPLA- CEMENT.	108
3. MODÈLES DÉTAILLÉS POUR LE SOUS-PROCESSUS CHOIX DE MODE.	127
REFERENCES	137

- <u>SECTION C</u> : <u>ANALYSE DU MARCHÉ S.N.C.F. SPORTS D'HIVER PARIS-SAVOIE A L'AIDE DES CONCEPTS THEORIQUES PRECEDENTS. PROBLEMES METHODES LOGIQUES D' APPLICATION OPERATIONNELLE.</u>	138
- SOMMAIRE	139
- INTRODUCTION	140
I - VERS LA CONSTRUCTION D'UN MODELE OPERATIONNEL DE SIMULATION	141
II - LE MARCHÉ SPORTS D'HIVER PARIS-SAVOIE	146
III - CONCLUSION : EXEMPLE D'APPLICATION : EVALUATION DE L'IMPACT DE L'INTRODUCTION DU T.G.V. SUR LA BASE D'UNE SEGMENTATION FINE DU MARCHÉ (Cas du Marché "SPORTS D'HIVER.PARIS-SAVOIE").	158

*
* *
*

- <u>SECTION D</u> : <u>PRATIQUE DE DEPLACEMENT ET USAGE DES MODES: SYNTHESE ET REFLEXION SUR LES APPROCHES PSYCHO-SOCIOLOGIQUES</u>	161
- SOMMAIRE	162
- INTRODUCTION	163
I - LES UTILISATEURS DES MODES	168
II - LA FORMALISATION DE LA DECISION ET DU COMPORTEMENT.	187
BIBLIOGRAPHIE	195

*
* *
*

I N T R O D U C T I O N

La finalité première de notre projet est la réflexion sur la modélisation des préférences et des comportements individuels en matière de déplacement inter-urbain pour motif personnel.

On s'intéresse, plus particulièrement, à l'évolution des attitudes et des comportements en présence d'un mode nouveau.

Notre réflexions s'est déroulée en quatre grandes phases dont il est rendu compte dans chacune des quatre sections de ce rapport de recherches.

Chacune de ces sections forme un tout cohérent, ce qui facilitera la lecture de ceux dont l'intérêt se portera plus spécifiquement sur l'un des quatre thèmes de réflexion traités.

On trouvera ci-dessous une présentation générale de chacune de ces quatre sections, et en tête de chacune d'entre elles, un sommaire détaillé, ainsi qu'une introduction.

- SECTION. A : SYNTHESE ET CRITIQUES DE QUELQUES TRAVAUX TYPIQUES
EN MATIERE DE MODELISATION DU CHOIX MODAL

L'objectif de cette synthèse était double : Il s'agissait, en effet, de souligner l'évolution des modélisations de certains problèmes de transport et de tenter de déterminer les faiblesses de chacune d'elle en s'interrogeant sur leur validité théorique ou opérationnelle.

Il était, en effet, nécessaire de situer notre recherche par rapport à l'évolution des modèles au cours des dernières années :

- Passage de modèles agrégés ou macroscopiques permettant de prévoir globalement la demande en s'appuyant sur une analyse économique du marché aux modèles désagrégés s'appuyant sur la théorie microéconomique du consommateur.

- Evolution au niveau des variables prises en compte, dans les modèles avec l'introduction de variables de perception, d'attitude et de satisfaction.

- SECTION B : PROCESSUS DE DECISION ET DE COMPORTEMENT EN
MATIÈRE DE DÉPLACEMENTS PRIVÉS : CONCEPTS ET
MODELES THEORIQUES

Dans un deuxième temps, notre réflexion s'est portée sur les modèles de comportement du consommateur et sur l'analyse des processus de décision en matière de déplacements privés.

En nous fondant sur l'analyse des modèles de comportement les plus classiques (Engel, Howard et Sheth, Nicosia), nous nous sommes orientés vers la construction d'un modèle théorique de comportement en matière de déplacements privés inter-urbains.

Par modèle théorique, nous entendons une description précise du processus de décision et de comportement, utilisant un nombre limité de concepts : il s'agissait de présenter en un tout formalisé et articulé la compréhension que nous avons du processus, en faisant un choix parmi les concepts et les variables qui nous semblaient les plus pertinents, en les structurant et en évoquant des relations possibles, voire des fonctions.

- SECTION C : ANALYSE DU MARCHÉ S.N.C.F. SPORTS D'HIVER
PARIS-SAVOIE A L'AIDE DES CONCEPTS THEORIQUES
PRECEDENTS. PROBLEMES METHODES LOGIQUES D'APPLI-
CATION OPERATIONNELLE

Nous traitons ici de l'application opérationnelle des modèles théoriques décrits au cours de la section précédente : Il s'agit notamment :

- de présenter les problèmes méthodologiques inhérents au passage d'un modèle théorique à un modèle de simulation.

- d'examiner, à la lumière des concepts théoriques précédents, un marché particulier de la S.N.C.F. : le marché SNCF sports d'hiver Paris-Savoie.

- de présenter les principes d'une application possible, à savoir l'évaluation de l'impact sur la demande de l'introduction du TGV, sur la base d'une segmentation fine du marché.

- SECTION D : PRATIQUE DE DEPLACEMENT ET USAGE DES MODES :
SYNTHESE ET REFLEXION SUR LES APPROCHES
PSYCHO-SOCIOLOGIQUES

Parallèlement à cette approche, nous avons réalisé une réflexion en amont sur les déplacements inter-urbains pour motif personnel, qui ont fait l'objet de beaucoup moins d'analyses que les déplacements urbains et régionaux.

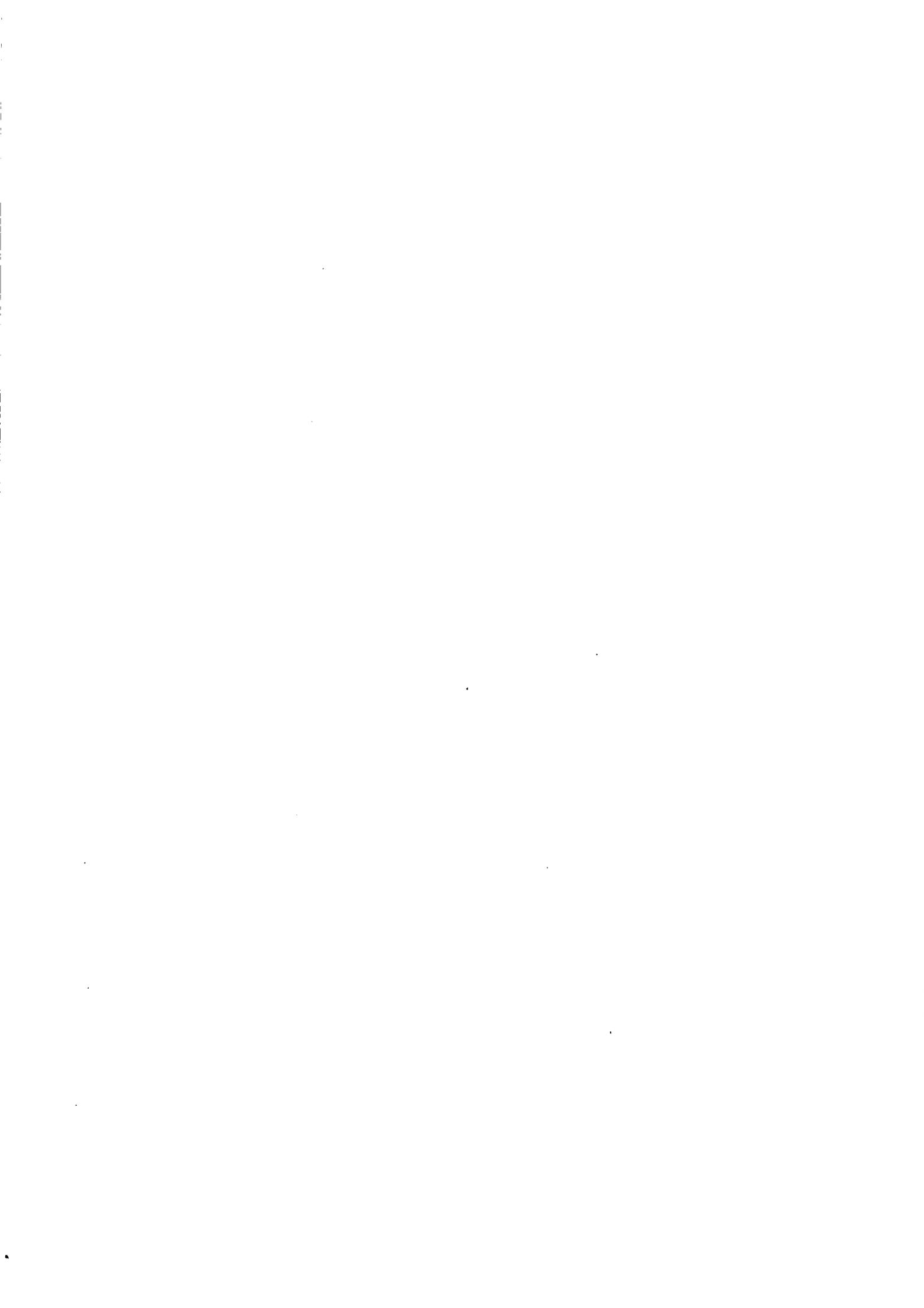
Nous voulions notamment dégager les pratiques de l'espace et du temps qui leur sont associées en relation avec les différents groupes sociaux.

Ces travaux fondamentaux nous ont permis de mieux représenter dans nos modèles la perception, la symbolique sociale et le mode de vie de l'utilisateur.



S E C T I O N A

SYNTHESE ET CRITIQUES DE QUELQUES
TRAVAUX TYPIQUES EN MATIERE DE
MODELISATION DE CHOIX MODAL



S E C T I O N A

Pages

S O M M A I R E

<u>INTRODUCTION</u>	9
<u>A - EVOLUTION STRUCTURELLE DES MODELES</u>	12
<u>I - Modèles agrégés</u>	14
I-1 Modèles agrégés séquentiels	14
I-2 Modèles agrégés directs	15
I-3 Conclusion sur les modèles agrégés	16
<u>II - Modèles désagrégés</u>	17
II-1 Modèles issus de la théorie micro-économique des choix du consommateur	18
a. La théorie microéconomique du choix du consommateur	18
b. Le modèle de LANCASTER	20
c. Le modèle de GOLOB et BECKMANN	20
d. Le modèle de BRUZELIUS	21
e. Conclusion sur le modèle micro-économique	21
II-2 Modèles probabilistes	22
a. Modèles probabilistes en théorie	22
b. Modèles probabilistes en pratique	23
c. Conclusion sur les modèles probabilistes	25
II-3 Comparaison des modèles désagrégés séquentiels et directs	25
II-4 Problèmes d'agrégation des comportements individuels pour la réalisation d'une prévision agrégée	26
a. Problèmes d'agrégation	27
b. La prévision en pratique	30
II-5 Les modèles désagrégés sont-ils bien des modèles de comportement ?	31

.../...

B - <u>EVOLUTION AU NIVEAU DES VARIABLES INTRODUITES DANS LES MODELES</u>	34
I - <u>Les variables classiques : Prix, Temps, Commodité et Confort. Problèmes de définition et de quantification.</u>	35
I-1 Les variables Prix et Temps	36
a. Un problème de définition : variables objectives ou variables perçues ?	36
b. Les modèles prix-temps : le concept de valeur du temps	37
I-2 Les variables Commodité et Confort	38
I-3 L'intégration des deux types de variables dans les modèles Prix-Temps généralisés	41
II - <u>Une nécessité : prendre en compte des variables d'attitude : Emergence d'une nouvelle problématique</u>	43
II-1 Pour une définition de l'Attitude	45
II-2 Attitude et Comportement	46
II-3 Attitude, Comportement et Situation	47
II-4 Importance de l'Environnement	48
II-5 Importance de la Disponibilité	48
II-6 Réflexion sur la nature et l'objet des choix	49
II-7 Expérience et Apprentissage : Evolution des comportements au cours du temps	51
III - <u>Vers une meilleure intégration des variables individuelles dans les modèles d'analyse de comportement individuel : les modèles de GÖLOB</u>	52
III-1 Une étude de DOBSON et KEHOE	53
III-2 Un exemple d'étude réalisée par "l'école" GÖLOB	55
III-3 Conclusion	58
<u>CONCLUSION</u>	60
 ANNEXE 1 : Le modèle TRIP	 63
ANNEXE 2 : Le modèle PARIS-ROUEN-LE HAVRE	72
 REFERENCES	 81

INTRODUCTION

La première section de ce rapport de recherches est consacrée à une synthèse et une réflexion critique sur les travaux déjà réalisés en matière de modélisation de choix modal le plus souvent à des fins de prévision de demande de transports.

Il était en effet nécessaire de situer notre recherche dans le domaine plus vaste de l'analyse de la demande de transport pour plusieurs raisons qui feront apparaître simultanément les objectifs de cette synthèse :

Historiquement, cette recherche s'inscrit tout à fait dans le droit fil des recherches poursuivies à ce jour sur la modélisation de la demande de transports qui s'est développée essentiellement dans deux directions :

- 1) Passage de modèles agrégés ou macroscopiques étudiant la demande de transports sur la base de zones territoriales et à l'aide, le plus souvent, de variables de type économique, dont on étudie les corrélations statistiques et non les relations de causalité, aux modèles désagrégés, qui ont pour objet d'étudier la demande de transports au niveau individuel : s'appuyant initialement sur la théorie microéconomique du consommateur, sans que cela donne lieu à des résultats satisfaisants, ils se sont ensuite développés dans la direction d'une meilleure modélisation du comportement individuel.

Notre but est de poursuivre cet effort, à propos du problème spécifique du choix modal, en intégrant :

- en amont, les plus récentes recherches en marketing sur la modélisation du processus de décision du consommateur (Engel, Sheth,...)
- en aval, les développements les plus récents des modèles psychométriques et explicatifs des préférences individuelles.

2) Conjointement à cette évolution au niveau de la structure de modèles, évolution au niveau des variables prises en compte dans les modèles : passage des caractéristiques objectives des modes aux caractéristiques perçues, puis passage à des variables dites "d'attitude" de type satisfaction sur un attribut, ou poids. Cette évolution au niveau des variables est bien sûr liée à l'évolution structurelle, mais doit cependant être soulignée pour les problèmes particuliers de définition, mesure et calcul qu'elle pose, ainsi que pour les problèmes de terminologie afférents.

L'objectif premier de cette section est moins la réalisation d'une synthèse des modèles, quasi impossible en raison de leur nombre, que la mise en valeur, à travers des exemples marquants, l'évolution des modèles dans les deux axes précités, des questions auxquelles s'est confronté le chercheur, du point de vue de la modélisation des comportements individuels.

.../...

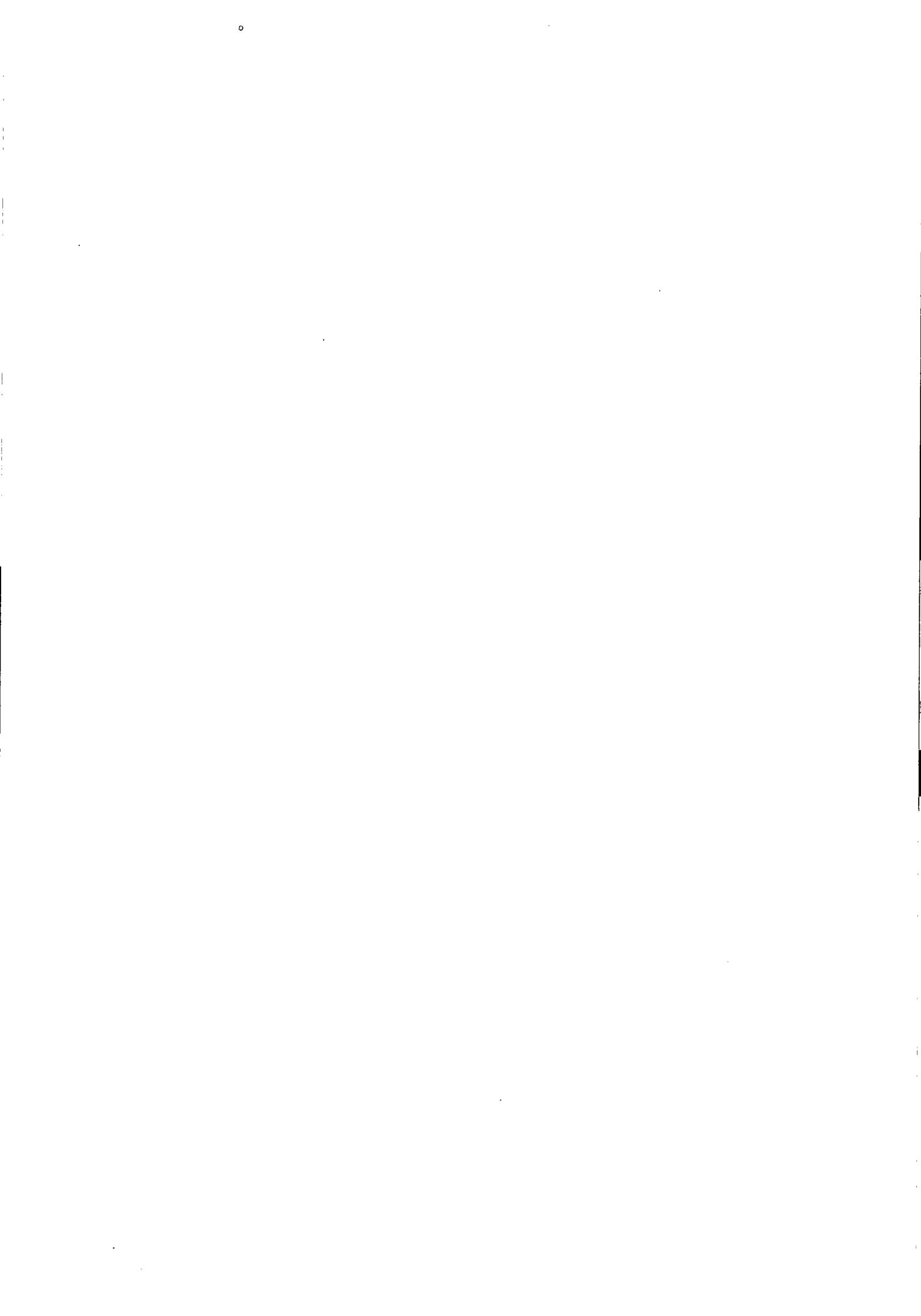
On verra comment la problématique a évolué au fur et à mesure que les recherches s'affinaient.

Il nous a semblé par ailleurs intéressant de joindre en annexe une présentation de deux modèles opérationnels réalisés en France : TRIP et PARIS-ROUEN-LE HAVRE, qui ont le mérite d'intégrer de nombreux paramètres liés aux comportements individuels, même si ceux-ci n'étaient pas modélisés en tant que tels.

.../...

P R E M I E R E P A R T I E

A - EVOLUTION STRUCTURELLE DES MODELES



EVOLUTION STRUCTURELLE DES MODELES

De nombreux travaux ont déjà eu pour thème l'analyse des modèles de demande de transport. Il existe notamment deux rapports de l'I.R.T. (Institut de Recherche sur les Transports) dont [62], qui reprennent un certain nombre de modèles en les classant de quatre façons suivant qu'ils sont :

- agrégés ou désagrégés
- séquentiels ou directs.

Nous reprendrons ici cette classification pour décrire l'évolution structurelle des modèles. Par ailleurs, le champ de notre étude était le choix modal, et son objectif, la modélisation du comportement individuel; nous ne reprendrons les modèles globaux d'analyse de la demande de transports que succinctement (pour replacer notre recherche dans un contexte plus général) et nous insisterons sur les modèles plus récents centrés à la fois sur le choix modal et la modélisation du comportement individuel.

.../...

I - MODELES AGREGES

Dans un premier temps, c'est à un niveau macroscopique que la demande de transport a été modélisée : les flux de transports étaient analysés géographiquement et reliés en général par des méthodes de régression linéaire, à des caractéristiques locales de type géographique, économique ou sociologique. Les modèles s'appliquaient le plus souvent à l'analyse des flux de transports entre deux villes, deux régions, etc... à l'aide de modèles de caractère gravitaire.

On distingue dans cette classe de modèles deux sous-classes :

- les modèles agrégés séquentiels,
- les modèles agrégés directs.

I - 1 Modèles agrégés séquentiels

On suppose dans ces modèles que les différentes décisions sont prises séquentiellement. Ainsi, chaque décision est étudiée séparément par une formulation appropriée. C'est la structure classique des modèles d'analyse U.T.P. (Urban Transportation Planning) : elle comporte cinq phases :

- La génération (calcul du nombre de déplacements effectués dans une période donnée).
- La distribution spatiale des déplacements.
- Le choix modal.

.../...

- L'affectation sur le réseau.
- La répartition horaire des déplacements (répartition dans l'année ou au cours de la journée).

Les calculs s'effectuent, eux aussi bien sûr, séquentiellement.

I - 2 Modèles agrégés directs

On suppose toujours des choix séquentiels, néanmoins on considère que tout le processus de décision doit être intégré dans une seule équation. Aussi, ces modèles conduisent directement au calcul du trafic relatif à chaque mode. Ils ont été initialement développés pour l'étude de déplacements interurbains aux U.S.A. puis ils ont été appliqués en zones urbaines. Ce sont souvent des modèles à choix de mode abstrait, c'est-à-dire que les modes sont supposés être parfaitement représentés par un vecteur de caractéristiques, sur un certain nombre d'attributs, dont on cherche en fait à déterminer l'importance dans la prise de décision (individuelle, quoique saisie globalement), de façon à intégrer au système de transports actuel un nouveau mode. Les attributs sont généralement la vitesse, le prix, la fréquence de départ, etc... et les coefficients d'importance (poids) sont estimés par des techniques basées sur la régression linéaire multiple.

.../...

I - 3 Conclusion sur les modèles agrégés

Les modèles agrégés, s'ils peuvent rendre assez bien compte de trafics modaux constatés entre deux zones géographiques, ne permettent cependant pas d'analyser les comportements individuels en matière de choix de transport.

En effet,

- les trafics modaux sont reconstitués (ou prévus) grâce à des variables dites "d'ajustement", de type économique (par le niveau d'activité, ou revenu moyen par habitant), qui, si elles ont un sens au niveau maroéconomique, peuvent être peu déterminantes au niveau du comportement individuel (revenu), ou même n'avoir aucun sens à ce même niveau (ex : niveau d'activité).

- L'unité statistique de base est ici la population d'une zone géographique (ville le plus souvent), et rien ne permet dans ces modèles d'inférer d'un "comportement moyen" calculé pour cette zone, aussi juste qu'il soit, des comportements individuels dont il y a tout lieu de penser qu'ils se déterminent au cours du temps suivant un processus ou interviennent d'une façon très variable d'un individu à un autre, un nombre important de facteurs, non pris en compte dans ces modèles ; d'où l'intérêt porté, depuis quelque temps, aux modèles désagrégés.

.../...

II - MODELES DESAGREGES

L'approche désagrégée correspond au désir d'analyser les comportements et ainsi de mieux rendre compte du processus de décision individuel. L'unité de base devient l'individu, il est caractérisé par un certain nombre de variables socio-économiques (CSP, revenu...), démographiques (âge, situation de famille...) et géographiques. On recueille du plus sur un échantillon de personnes, de caractéristiques connues, des "données d'attitude", destinées à saisir leur perception des différents modes, ainsi que leur évaluation de ces modes. Selon l'objectif recherché, et le modèle adopté, de nombreuses procédures de recueils de ces données d'attitude sont possibles et nous étudierons ce point plus en détail dans la section B.

Les comportements des individus de l'échantillon ayant été analysés, on procède alors à l'extrapolation de cette analyse à la population totale étudiée de façon à rendre possible une prévision globale. Cette extrapolation est conduite en affectant à chaque individu de l'échantillon un facteur de représentativité calculé sur la base de facteurs socio-économiques et/ou démographiques et/ou géographiques.

Deux approches, dont l'une est issue de l'autre, ont été utilisées pour modéliser le comportement individuel :

La première est basée sur la théorie microéconomique des choix du consommateur, mais il apparaît qu'elle a donné lieu en pratique à peu de résultats intéressants, et cette voie a donc été abandonnée.

Seul est resté le concept important d'utilité repris dans les modèles que nous appellerons probabilistes et qui se sont révélés en pratique meilleurs. Nous nous intéressons à ces modèles surtout du point de vue de la modélisation du comportement individuel.

Après avoir vu ces deux approches, nous examinerons les différentes méthodes d'agrégation des comportements individuels, pour en arriver en dernier à la question fondamentale.: Les modèles désagrégés sont-ils bien des modèles de comportement ?

II - 1 Modèles issus de la théorie microéconomique des choix du consommateur

II - 1.a. La théorie microéconomique des choix du consommateur

Rappelons brièvement en quoi consiste cette théorie :

L'individu, qui a à sa disposition un certain nombre de biens numérotés 1, 2, ..., n, de prix $P_1, P_2, \dots, P_n > 0$, en achète, en une période de temps donnée Δt , des quantités x_1, x_2, \dots, x_n de telle sorte que sa fonction d'utilité $U(x_1, x_2, \dots, x_n)$ soit maximisée sous une contrainte de budget

$$\sum_{i=1}^{i=n} P_i x_i \leq R$$

où R est son budget pour la même période.

L'individu résoud donc implicitement le problème suivant :

$$(Q) \quad \begin{cases} \text{Max } U(\underline{x}) \\ \underline{P} \cdot \underline{x} \leftarrow R \\ \underline{x} \rightarrow 0 \end{cases} \quad \text{avec} \quad \begin{cases} \underline{x} = (x_1, \dots, x_n) \\ \underline{P} = (P_1, \dots, P_n) \end{cases}$$

On définit alors la fonction de demande Γ comme multi-application associant à (\underline{P}, R) l'ensemble des solutions du problème (Q).

Généralement, les hypothèses particulières sont telles que cette multi-application Γ est effectivement une fonction notée f .

En d'autres termes, cette théorie, en privilégiant les variables économiques prix et revenu, permet de transférer des hypothèses sur la fonction d'utilité, en propriétés de la demande comme fonction des seules variables économiques \underline{P} et R .

Notre propos n'est pas ici de critiquer ce genre de modélisation du comportement individuel ; la chose a été faite de nombreuses fois, dans d'autres contextes. Il est plus intéressant de voir les tentatives qui ont été faites en matière de transport, pour adapter d'une façon plus réaliste ce genre de modélisation, c'est-à-dire, pour intégrer les caractéristiques du mode plus directement et/ou les motifs de déplacement.

Ces modèles n'ayant pas été opérationnels, mais ayant servi simplement à fonder la suite des recherches par la réflexion sur la nature des variables à prendre en compte et l'intérêt de la notion d'utilité, nous ne placerons que quelques points de repère.

II - 1.b. Le modèle de LANCASTER [32]

Pour Lancaster, les objets évalués par l'individu à l'aide de sa fonction d'utilité U ne sont plus les modes eux-mêmes mais les caractéristiques des modes : l'utilité résultant de la consommation au cours de Δt de quantités x_i du mode i , en dépend en fait à travers le filtre des "consommations" des caractéristiques objectivement mesurables des modes.

En pratique, le modèle n'a pas été utilisé.

II - 1.c. Le modèle de Golob et Beckmann [21]

Golob et Beckmann raffinent quatre ans plus tard le modèle de Lancaster en ajoutant un autre filtre : le motif de déplacement.

Ils attachent des utilités à des motifs de déplacement, ce qui fait qu'une quantité de voyages à destination donnée sur un mode de déplacement donné "produit" une utilité dépendant des utilités attachées à chaque caractéristique du mode, ainsi que de l'utilité attachée à la réalisation plus ou moins satisfaisante du motif de déplacement en lieu de déplacement (ex : indice de taille d'un supermarché pour motifs "gros achats").

II - 1.d. Le modèle de BRUZELIUS [2]

Une attention particulière a été portée au problème de l'intégration du temps dans les théories microéconomiques. L'intérêt croissant porté à ce domaine est sans doute dû au fait que dans les pays développés, les individus se comportent comme si le temps était une ressource rare. Afin de construire une "théorie générale de l'allocation du temps", Bruzélius a proposé d'intégrer la théorie traditionnelle des choix du consommateur dans une théorie semblable d'allocation du temps, où les concepts centraux sont les suivants :

- L'utilité ne dépend plus seulement des quantités consommées, mais aussi des temps passés à les utiliser :

$$U = U (x_1, \dots, x_n, t_1, \dots, t_n)$$

- Il y a par ailleurs une contrainte de temps qui se rajoute à la contrainte de budget et des inégalités représentant les relations physiques entre le temps et les biens.

II - 1.e. Conclusion sur les modèles microéconomiques

Le mérite des modèles microéconomiques a été de permettre les premières réflexions sur le comportement individuel, mais, quelles qu'aient été les améliorations apportées au modèle de base, ils n'ont pu donner de résultats satisfaisants,

bien que de nombreux efforts aient été mis en oeuvre pour en tester la validité. Cet échec est dû à une vision trop simpliste du comportement du consommateur qui est soumis à des influences très variées et contradictoires, non traduisibles dans ce genre de modèles.

C'est pourquoi ont été développés les modèles de deuxième génération : les modèles probabilistes.

II - 2 Modèles probabilistes

II - 2.a. Modèles probabilistes en théorie

On peut admettre qu'il existe deux approches différentes de ce genre de théories :

cf KATZNER [30].

La première suppose que les préférences de l'individu sont fixées mais que ce dernier ne les connaît pas bien. Toutefois, en dépit de cette incertitude, il doit prendre des décisions. Il n'est pas sûr que son choix maximisera sa fonction d'utilité et il peut donc se tromper.

Ce type de modèle fournit en quelque sorte une moyenne de paquets de biens (obtenus à la suite d'expériences répétitives) qui soient compatibles avec une utilité maximum.

La deuxième suppose que les préférences de l'individu sont elles-mêmes soumises à des effets aléatoires. Ainsi, un accident soudain de circulation peut brusquement orienter l'individu vers des modes plus sûrs que l'automobile.

.../...

Toutefois, en pratique, ce genre de théorie est difficile à modéliser.

II - 2.b. Modèles probabilistes en pratique

La procédure courante est la suivante :

On définit une période d'analyses pendant laquelle on recueille des choix à partir d'un échantillon tiré au hasard dans la population. Les préférences des individus sont décrites pour partie avec des termes déterministes, reflétant des goûts généralement exprimés, et, pour partie, avec des termes aléatoires traduisant les goûts spéciaux des individus non saisis au cours de l'enquête.

Un de ces modèles, assez général, a été présenté par Me FADDEN [36] : un individu a J possibilités, chacune d'elles étant décrite par un vecteur d'attributs \underline{X}_j . La fonction d'utilité de l'individu peut alors s'écrire :

$$\text{si } \underline{X} = (\underline{X}_1, \dots, \underline{X}_j, \dots, \underline{X}_J)$$

$$U = V(\underline{X}) + E$$

ou V est déterministe et E est aléatoire correspondant aux goûts spéciaux de l'individu sur chaque attribut de X.

.../...

La probabilité pour qu'un individu tiré au hasard dans la population choisisse i parmi les J choix s'exprime par :

$$\begin{aligned} P_i &= P_r \left[V(\underline{X}_i) + E_i > V(\underline{X}_j) + E_j \quad \forall j \neq i \right] \\ &= P_r \left[E_j - E_i < V(\underline{X}_i) - V(\underline{X}_j) \quad \forall j \neq i \right] \end{aligned}$$

ou encore, en introduisant les caractéristiques du consommateur t (\underline{C}_t) ainsi que l'ensemble des alternatives possibles A_t pour l'individu t :

$$P(i, t) = P_r \left[U_{it} \geq U_{jt} \quad \forall j \in A_t \right]$$

$$\text{où } U_{it} = U_i(\underline{X}_i, \underline{C}_t)$$

On obtient alors un modèle où apparaissent indépendamment les caractéristiques individuelles \underline{C}_t et les caractéristiques des alternatives \underline{X}_i .

Ceci posé, les modèles diffèrent ensuite par les hypothèses qu'ils font notamment sur la dépendance ou non dépendance de la destination du déplacement et du mode de déplacement. S'il n'y a pas indépendance, il faut préciser comment s'exerce la dépendance. Choisit-on le mode en même temps que la destination ? Le mode avant la destination ? ou la destination avant le mode ? Suivant le cas, la décision est décomposée par étapes au moyen de partitions successives de l'ensemble des alternatives.

.../...

Il est certain, comme l'a noté LUCE [35], que différentes partitions fournissent des résultats différents. Dès lors, cette structure de modèle peut être considérée soit comme une hypothèse simplificatrice (nécessitant toutefois une analyse de l'effet des schémas de partition sur les résultats) soit comme un véritable processus de décision séquentiel ou conditionnel.

II - 2.c. Conclusion sur les modèles probabilistes

L'apport des modèles probabilistes a été de présenter pour la première fois l'individu comme étant soumis à des événements non maîtrisables sinon aléatoires. Toutefois, trop directement reliés aux modèles microéconomiques dont ils sont une émanation, ils ne peuvent prétendre non plus rendre compte du comportement décisionnel réel de l'individu.

II - 3 Comparaison des modèles désagrégés séquentiels et directs

Comme pour les modèles agrégés, on distingue les modèles désagrégés séquentiels et les modèles désagrégés directs.

BEN-AKIVA et KOPPELMAN [4] ont souligné les avantages et inconvénients de chacun d'eux.

Du point de vue de l'estimation, les modèles séquentiels semblent plus faciles, tandis que du point de vue de l'étude du comportement individuel, les modèles directs paraissent meilleurs .

En effet, la pratique montre (Cf TALVITIE [51]) que l'estimation des modèles désagrégés séquentiels est très sensible à l'ordre des séquences (i.e. l'ordre des choix - choix de se déplacer, choix de la destination, choix du mode - apporte de façon significative les coefficients du modèle), et nous incite à considérer attentivement la manière dont sont pris les choix des consommateurs. Sont-ils ordonnés ? Et la formulation d'une telle hypothèse ne rejoint-elle pas celle couramment établie en microéconomie sur la rationalité du consommateur ?

Pour toutes ces difficultés, les fonctions les plus utilisées dans les modèles désagrégés séquentiels - à savoir les formes LOGIT et PROBIT - ont été supplantées par des modèles plus récents de nature directe.

II - 4 Problèmes d'agrégation des comportements individuels pour la réalisation d'une prévision globale

Si les modèles d'analyse globale de la demande de transport s'orientent de plus en plus vers une analyse plus fine du comportement individuel, il n'en reste pas moins vrai que le but ultime des modèles est de faire une reconstitution-prévision de la demande de transport au niveau macroscopique. Le problème se pose donc de l'agrégation des comportements individuels constatés sur un échantillon (dont on supposera qu'ils sont donnés sous forme probabiliste) pour arriver à une reconstitution-prévision sur la population dont l'échantillon est extrait.

Nous examinerons successivement ces deux points.

II - 4.a. Problèmes d'agrégation

Etape indispensable d'un modèle désagrégé, cette phase d'agrégation n'existe pas en tant que telle dans les modèles agrégés, puisque, par nature, l'unité de base, la zone géographique, est déjà agrégée.

Pour les modèles désagrégés, diverses procédures ont été proposées, répondant à certaines hypothèses de comportement dont le point commun est de définir le comportement collectif comme l'accumulation des comportements individuels.

Certains modèles supposent que différents groupes de population placés dans des conditions semblables ont le même comportement de choix. Toutefois, des auteurs ont déjà souligné qu'il serait préférable d'appliquer plusieurs modèles désagrégés correspondant à différents segments d'individus dont on connaîtrait les caractéristiques mesurables pour toute la population, et qui seraient homogènes du point de vue du comportement observé et/ou de l'attitude, et/ou de certaines variables exogènes de type disponibilité ou accessibilité des modes.

A titre d'exemple, citons MILLER [38], qui propose que les groupes homogènes soient constitués d'après les variables d'attitude suivantes :

.../...

- La perception de l'existence des différents mode et leur connaissance;
- L'importance accordée par les individus aux différents attributs caractérisant les modes ;
- La satisfaction des individus sur chacun des attributs ;
- Les prédispositions à certaines réactions dans certaines conditions, à des stimuli extérieurs ;
- Les intentions formulées de comportement en réponse à des changements dans l'offre des moyens de transport.

L'intérêt d'effectuer une segmentation incluant des variables d'attitude réside moins dans la possibilité de reconstituer la demande actuelle que dans celle d'analyser mieux la sensibilité de la demande aux caractéristiques de l'offre. En effet, en cas de modification du système de transport (par exemple, introduction d'un mode nouveau), le problème est de pouvoir extrapoler les variations individuelles de demande constatées sur l'échantillon à la population entière, ce qui suppose une homogénéité des groupes constitués au niveau des variables représentatives de la façon dont vont réagir les individus à cette modification.

Prenons un exemple pour illustrer cela : considérons le modèle désormais classique de FISHBEIN [17] [18] tiré lui-même des travaux de ROSENBERG [42], appliqué au choix modal.

.../...

Le modèle individuel s'écrit :

$$U^t(m) = \sum_{\delta=i}^{\delta=n} Q_j^t S_j^t(m)$$

avec

m = mode de transport

t = individu

Q_j = poids de l'attribut j pour l'individu t
 (Q_j est supposé indépendant du mode)

$S_j^t(m)$ = satisfaction de l'individu t sur
 l'attribut j pour le mode m .

Dans ce genre de modèles, la sensibilité individuelle à une modification d'une caractéristique d'un mode peut en première approximation être contenue toute entière dans le poids Q_j^t (bien qu'il soit permis de penser que le terme $S_j^t(m)$ soit pour une part lui aussi représentatif de la sensibilité). Un segment homogène du point de vue de la sensibilité sera alors un segment à poids de chaque attribut égaux ou au moins peu différents.

Ces considérations, pour élémentaires et même simplistes qu'elles puissent apparaître au regard du comportement réel de choix, n'en compliquent pas moins les procédures de calcul avec, en particulier, les problèmes d'estimation des paramètres et de taille d'échantillonnage.

.../...

II - 4.b. La prévision en pratique

Nous avons distingué, jusqu'à présent, reconstitution de la demande et prévision. Ces deux objectifs diffèrent de deux façons :

- On parle de prévision à moyen ou long terme, tandis que la reconstitution s'effectue à court et même très court terme.
- Plus fondamentalement, la prévision doit pouvoir intégrer des modifications de l'offre de transport (ex. : introduction d'un mode nouveau) et des modifications de la structure de la population (ex. : répartition géographique, évolution des attitudes, modes de vie).

En résumé, nous définirons quatre étapes pour obtenir des prévisions agrégés à partir d'un ou plusieurs modèles désagrégés :

- Analyse des données existantes pour avoir un modèle désagrégé de choix (ou plusieurs) et un certain nombre de caractéristiques des individus étudiés.
- Analyse de la distribution actuelle de ces caractéristiques sur toute la population étudiée et prévision de leur évolution.
- Analyse et prévision des caractéristiques de l'offre de transport.
- Prévision du "comportement agrégé" de transport.

.../...

Cette décomposition en quatre phases du problème de la prévision agrégée fondée sur des modèles désagrégés a conduit MILLER à proposer une structure générale de modélisations dans laquelle le choix serait fonction de trois classes de variables :

1. des variables caractéristiques de modes,
2. des variables caractéristiques des individus servant à définir des segments (âge, CSP, disponibilité, etc...),
3. des variables propres à l'individu (de type variables d'attitude).

II - 5 Conclusion : les modèles désagrégés sont-ils bien des modèles de comportement ?

L'objectif de la désagrégation était de rendre compte du comportement individuel. Il est permis de se demander si cet objectif a été atteint. C'est ce que nous ferons ici en rappelant auparavant brièvement ce que doit être un modèle de comportement (Cf HARTGEN et WACHS [27]) .

1. Un modèle de comportement doit refléter un processus causal et non supplément corrélatif. Le modèle doit pour cela contenir certaines variables caractéristiques des modes, des individus, mais aussi des situations, des attitudes, motivations, etc...

.../...

2. La structure des modèles doit traduire le processus de décision, incluant le décideur lui-même et les éléments influençant son choix.
3. La calibration du modèle doit être fondée sur un échantillon d'observations prises au niveau individuel ou d'une "unité" de comportement composée d'individus supposés opérer avec une structure de décision semblable.

Sous cet éclairage, il apparaît que les modèles développés jusqu'à présent ne sont guère satisfaisants. En effet, si l'unité statistique de base est l'individu, il y a, à un moment ou un autre, agrégation implicite ou explicite, due à la nécessité d'opérer des regroupements pour pouvoir estimer certains coefficients. Il semble donc qu'il n'y ait qu'une différence de degré de désagrégation (ou d'agrégation) entre les modèles agrégés et les modèles désagrégés.

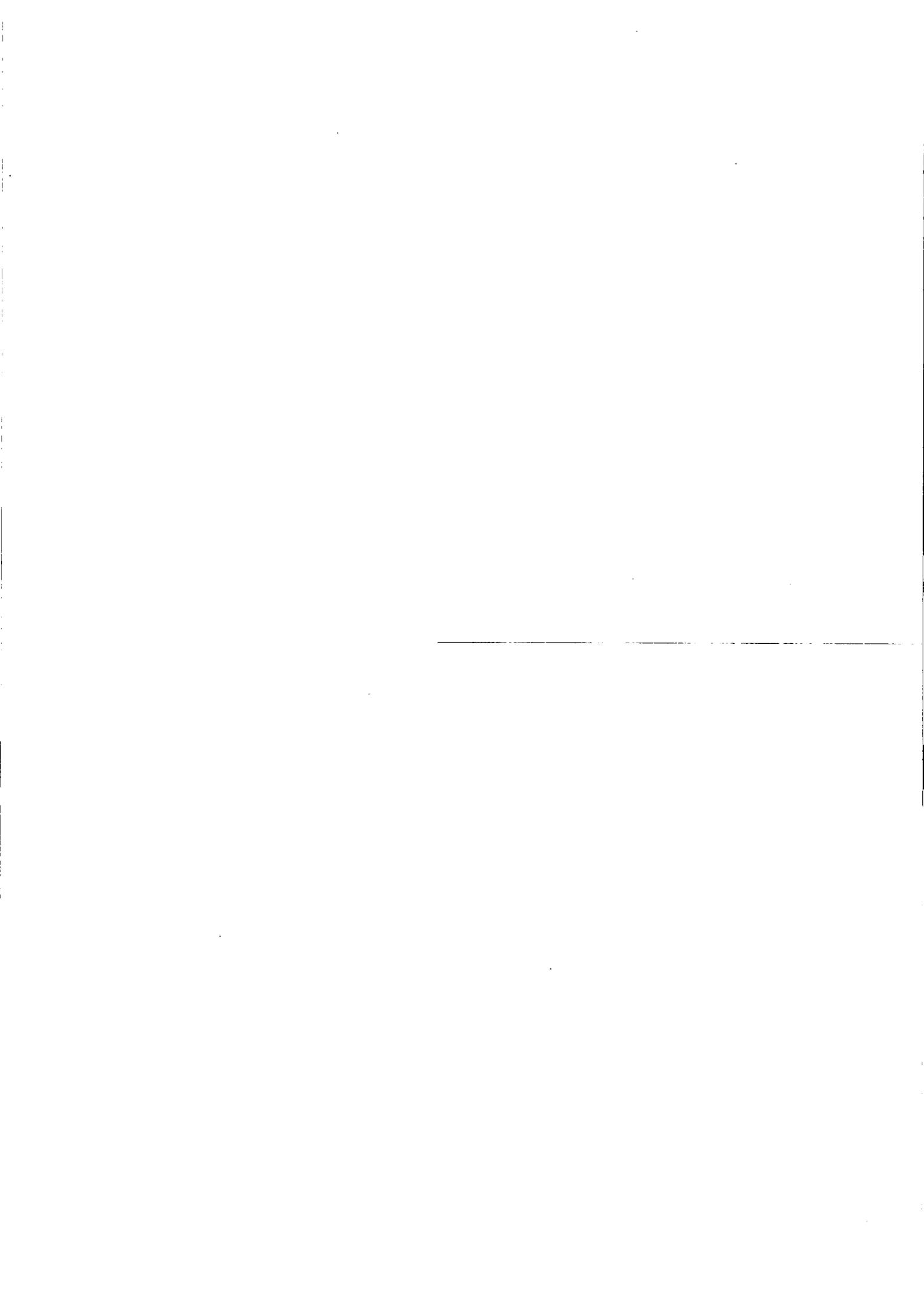
Plus fondamentalement, les relations identifiées sont plus corrélatives que causales. Dans ces conditions, même si l'on arrive à reconstituer correctement la demande actuelle, il est peu probable que la prévision à plus long terme soit bonne, étant donné que ces corrélations constatées à un moment donné seront soumises à des évolutions non maîtrisées dans les modèles.

.../...

Nous concluerons donc en disant que les modèles dits "de comportement" sont plus, en l'état actuel de leur évolution, des extensions de modèles agrégés au niveau individuel, avec intégration croissante de variables autres que des variables strictement économiques. Ils ont d'ailleurs été surtout conçus par des économistes dont les préoccupations, plus normatives que descriptives, étaient essentiellement de définir des systèmes de transport appropriés à l'évolution prévisible de la demande. D'où les modèles agrégés puis désagrégés microéconomiques, puis désagrégés probabilistes.

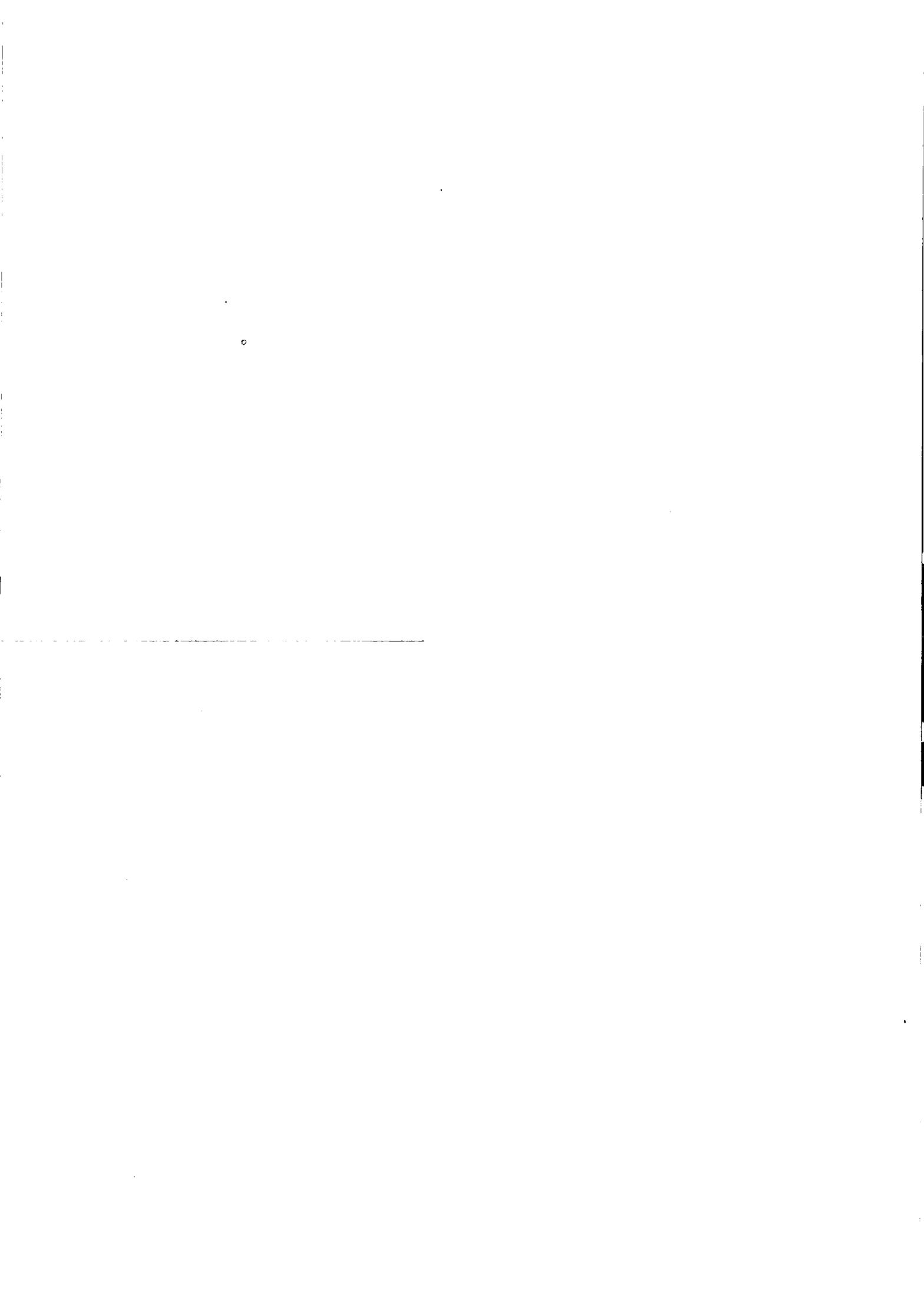
Le moment est maintenant venu d'effectuer une modélisation plus systématique des comportements individuels, en s'appuyant sur la théorie du consommateur qui se dégage des nombreuses recherches effectuées en marketing et qui font appel, d'une part, aux concepts utilisés couramment en psychologie et, d'autre part, aux méthodes de mesure de la psychométrie et de l'analyse des préférences individuelles.

.../...



DEUXIEME PARTIE

B - EVOLUTION AU NIVEAU DES VARIABLES
INTRODUITES DANS LES MODELES



<p style="text-align: center;">EVOLUTION AU NIVEAU DES VARIABLES INTRODUITES</p> <p style="text-align: center;">DANS LES MODELES</p>
--

Cette évolution s'est effectuée parallèlement au développement structurel des modèles. Progressivement, le qualitatif est introduit dans la modélisation avec tous les problèmes tant au niveau conceptuel que quantitatif que cette "nouveau" implique.

I - LES VARIABLES CLASSIQUES : PRIX, TEMPS, COMMODITE ET CONFORT.
PROBLEMES DE QUANTIFICATION

Dès les premières modélisations, on a considéré, ou tout au moins pressenti, que quatre attributs influençaient les préférences individuelles ; cf CLAFFEY [9], LANSING, MUELLER, BARTH [33] :

- le coût induit par le transport,
- le temps passé à se déplacer,
- la commodité,
- le confort.

A propos de ces attributs, un double problème se posait, à savoir leur définition exacte et leur mode de quantification. A cet égard, les deux attributs commodité et confort se distinguent nettement des attributs prix et temps qui peuvent

être définis avec une bonne précision et mesurables "objectivement". C'est pour cette raison que les premiers modèles de choix modal n'ont inclus que les variables prix et temps, pour donner les modèles "prix-temps" bien connus.

Nous traiterons successivement dans la suite de cette section les points suivants :

- Les variables prix et temps,
- Les variables commodité et confort,
- L'intégration des deux types de variables dans les modèles prix-temps généralisés.

I-1 Les variables prix et temps

I-1.a. Un problème de définition : variables objectives, ou variables perçues ?

Apparemment, les concepts de prix et temps sont parfaitement définis : on peut par exemple définir le prix d'un voyage en train par le prix du billet, ou le temps de transport comme temps total passé dans le mode considéré.

Toutefois, cette évidence n'est qu'apparence dans la mesure où ce qui est parfaitement défini pour un mode peut ne pas l'être pour un autre.

Ainsi :

- Qu'est-ce que le prix d'un voyage automobile : le prix "objectif" incluant un facteur d'amortissement et un facteur d'entretien-réparation, ou le prix "d'utilisation instantanée" comprenant seulement le prix du carburant et, à la rigueur, un prix d'entretien ?

.../...

- Qu'est-ce que le temps de transport pour un déplacement en avion, quand on sait que le total des temps passés sur les "trajets terminaux" peut être supérieur au temps de transport intrinsèque en avion ?

THOMAS et HANEY (cf [57], p.122-135) ont parfaitement vu et cerné ce problème : leur apport a été de distinguer variables perçues et variables physiques. Les variables perçues sont les valeurs que perçoivent les usagers ; elles peuvent être très différentes des variables physiques, mesurables ou repérables objectivement, indépendamment des individus. On pourra consulter, à ce propos, le rapport D.G.R.S.T. - S.E.M.A. [57]. De plus, il apparaît, au vu des études menées par THOMAS et HANEY, que les choix des individus s'expliquent mieux par les variables perçues que par les variables objectives. Cette étude constitue donc le premier pas important qui ait été fait dans la direction de l'intégration de variables dites d'attitude.

I-1.b. Les modèles prix-temps : le concept de valeur du temps.

Une fois les deux attributs prix et temps définis, il faut un modèle capable de rendre compte des processus de compensations supposés exister s'opérant entre les deux critères : le modèle adopté suppose que les individus accordent un certain prix h à leur temps et qu'ils valorisent

leurs voyages à l'aide d'un coût généralisé égal à $c + ht$ où c = coût du déplacement, h = valeur du temps, t = durée du déplacement .

Nombreuses ont été les études sur ce sujet. Notons simplement avec PERLE [41] , que la valeur du temps est souvent fonction de l'activité exercée : le temps ne s'économise pas, il est transféré d'une activité sur une autre. Seuls des temps d'activités semblables peuvent être agrégés, comparés ou évalués ensemble. Il convient donc dans un modèle d'évaluer séparément la marche, l'attente, le temps passé dans un véhicule. En d'autres termes, il faut augmenter la finesse des modèles en décomposant les variables en sous-variables mieux définies et dont le traitement pourra s'effectuer de façon plus adéquate.

I-2 Les variables commodité et confort

Si l'importance des attributs prix et temps est apparue déterminante aux premiers hommes d'étude, les résultats pratiques n'ont pas été toujours excellents et c'est ce qui explique l'introduction des deux attributs supplémentaires : commodité et confort.

L'importance de ceux-ci a été bien mise en évidence, soit par des entretiens non directifs (cf STOPHER [49] ; cf BOCK [6]), soit en demandant aux interviewés de ranger par ordre d'importance les attributs qui, selon eux, influençaient leur décision (cf SOMMERS [45], [46]).

Toutefois, les auteurs ne sont pas tous d'accord sur la définition de ces attributs. Pour chacun d'eux, on assiste en effet à des propositions de définition très différentes ; cf CLAFFEY [9], SOMMERS [45], BOCK [6], SOLOMON [44], HARTGEN et TANNER [26], GOLOB [22], WATSON [53], BLANCHER et GALLIX [5].

- Le confort : STHOPHER, SPEAR et SUCHER [50] considèrent qu'il correspond à l'environnement dans lequel le déplacement est effectué. Selon ces auteurs, ce terme peut être étendu au fait de trouver ou non le voyage agréable. D'après PERLE [41], il convient de modéliser le confort non pas dans des termes de niveau relatif de cet attribut mais plutôt dans des termes de temps relatif passé dans l'expérience d'un niveau déterminé de l'attribut.
- La commodité : se réfère à la possibilité et à l'efficacité avec lesquelles une personne est amenée de l'origine à la destination. Ce terme comprend ainsi :
 - o tous les temps passés dans le déplacement (y compris attente et marche)
 - o la sûreté et la fiabilité
 - o le niveau de service. (nombre de transferts, possibilité de parking aux abords de l'arrêt du mode).

.../...

STOPHER, SPEAR et SUCHER [50] ont utilisé une méthode psychométrique sur la base de 15 éléments pour définir plus précisément "la commodité" dans un contexte de transport urbain.

L'étude réalisée comprenait quatre parties :

- questions sur le déplacement, les différents modes envisageables, la captivité du mode ;
- questions portant sur des comparaisons par paires des 15 éléments censés intervenir dans la définition de l'attribut ;
- questions sur le choix d'un mode parmi les autres au regard de 10 éléments et choix individuel des 3 éléments les plus importants ;
- questions sur les caractéristiques de l'individu.

Selon les résultats, la commodité se définirait par ordre d'importance décroissant par :

- o le fait d'arriver à l'heure prévue,
- o le fait de pouvoir voyager par tous les temps possibles,
- o le fait d'éviter les arrêts trop fréquents,
- o le fait d'éviter une longue marche,
- o le fait d'éviter des endroits peu agréables.

La même étude a été effectuée sur des sous-populations obtenues après une typologie sur les caractéristiques des individus : on a constaté des résultats similaires.

.../...

Notons enfin la proposition de STOPHER, SPEAR et SUCHER [50], d'intégrer tous les éléments constitutifs d'un attribut sous la forme d'une somme pondérée dont le résultat serait un indice global caractéristique de la satisfaction de l'individu sur cet attribut, par exemple : la satisfaction sur l'attribut commodité serait fonction de la somme pondérée des satisfactions sur les attributs temps de transport intrinsèque, temps terminaux, fréquence, etc...

C'était faire un pas de plus en direction de l'intégration de variables plus fines, même si le mode d'agrégation de ces variables apparaît quelque peu simpliste comparativement à ce qui s'est fait par la suite (méthodes à base d'analyse factorielle ; cf GOLOB [22], [23]).

I-3 L'intégration des deux types de variables dans les modèles prix-temps généralisés

C'est surtout à l'école française que l'on doit l'extension des modèles prix-temps simples, à des modèles dits généralisés où les attributs confort et commodité mesurés d'une certaine façon sont convertis à l'aide d'un coefficient unitaire, en temps, au coût équivalent selon les cas.

Cette opération est doublée de l'addition de nombreuses autres variables déterminant le choix, pouvant apparaître sous la forme de Bonus ou Malus mesurés sur l'échelle de temps ou coût équivalent.

.../...

Les modèles TRIP [60] et "PARIS-ROUEN-LE HAVRE" [61] ont été construits sur ce schéma. Le degré de détail atteint est suffisamment élevé pour qu'il nous ait semblé intéressant de rendre compte de ces deux études, comme exemples de modèles intégrant de nombreux facteurs sans que pour autant l'accent ait été mis sur la modélisation des comportements en tant que tels (cf annexes 1 et 2).

.../...

II - UNE NECESSITE : PRENDRE EN COMPTE DES VARIABLES
D'ATTITUDE. EMERGENCE D'UNE NOUVELLE PROBLEMATIQUE

Le mouvement a été général quelles que soient les différentes présentations qui ont été faites du problème.

Les uns, comme TALVITIE [51] ont insisté à la fois sur le besoin de mieux comprendre les relations qui existent entre le déplacement et le processus décisionnel de l'individu (est-ce uniquement la propriété d'une voiture ou la situation du ménage qui conduisent l'individu à se déplacer ; quelle est l'importance de ces deux facteurs dans sa prise de décision ?), et aussi sur la nécessité de savoir comment les choix sont structurés et perçus par les individus.

D'autres comme PERLE ou THOMAS et HANEY [41] ont posé directement le problème en termes d'intégration dans les modèles des valeurs perçues ou, au contraire, des valeurs objectives : selon eux, la perception est la base du comportement individuel et il leur semble naturel d'inclure dans un modèle dit désagrégé des valeurs perçues afin de mieux expliquer les choix ; en revanche, ils considèrent que si la finalité du modèle est une évaluation des coûts, bénéfices, allocations associées aux différents modes, ce sont les valeurs objectives des attributs qui doivent être utilisées. Toutefois, ils suggèrent d'établir des modèles qui permettraient justement d'exprimer les relations entre variables perçues et variables objectives.

.../...

D'autres enfin, comme HENSHER [28] ou GOLOB [22] ont insisté sur la nécessité de rechercher les données qui fournissaient une meilleure compréhension du processus de décision interne déterminant les actes de déplacement et ont naturellement été conduits à s'interroger sur le processus par lequel l'individu perçoit les attributs des différents modes, voire même, les caractéristiques des diverses destinations et trajets possibles, ainsi que le degré d'influence de chacun d'eux sur le choix effectif.

Dans les paragraphes suivants, nous reprendrons les différents problèmes auxquels ont été vite confrontés les chercheurs dans l'intégration de variables d'attitude.

Les problèmes étant encore à l'état de questions, sans qu'une approche globale ait encore été entreprise, nous les présentons ici sous la forme des questions originales que se sont posées les auteurs des années 1970 et suivantes.

Nous verrons ainsi successivement :

- Pour une définition de l'Attitude ,
- Attitude et Comportement
- Attitude, Comportement et Situation
- Importance de l'Environnement
- Importance de la Disponibilité
- Réflexion sur la nature et l'objet des Choix
- Expérience et Apprentissage : Evolution des Comportements au cours du temps.

.../...

II-1 Pour une définition de l'Attitude

Très vite, les auteurs se sont demandés ce qu'il fallait entendre par Attitude.

Le débat a été confus et certains auteurs distinguent même Attitude et variables d'Attitude (cf GILBERT et FOERSTER [20]).

Notre but n'est pas ici de fixer la terminologie mais de donner quelques points de repère.

Certains auteurs, tels JOHNSON (cité dans [20]) réservent le terme de variables d'attitude aux variables subjectives caractérisant l'individu. Il distingue trois dimensions pour chaque variable : la perception, la satisfaction, le poids.

Pour d'autres, tel ENGEL [16], l'attitude désigne simplement le jugement global sur un ensemble d'objets. Cette définition est, comme on le voit, très restrictive et SHETH, d'ailleurs, en accepte une définition plus large (cf lignes suivantes).

Pour d'autres (cf LAZARFELD [34]), le terme attitude recouvre les concepts de personnalité, style de vie, motivations : c'est l'attitude qui dirige le comportement de l'individu vers l'acte de choix.

.../...

A l'opposé (cf KAPFERER [29]), l'attitude se décompose en trois dimensions qui sont les suivantes :

- une dimension perceptive (encore appelée descriptive) "Comment l'individu perçoit-il l'objet ?"
- une dimension évaluative : "comment l'individu évolue-t-il par rapport à d'autres sur différents critères et globalement ?"
- une dimension intentionnelle : "si l'individu devait acheter maintenant, qu'achèterait-il ?"

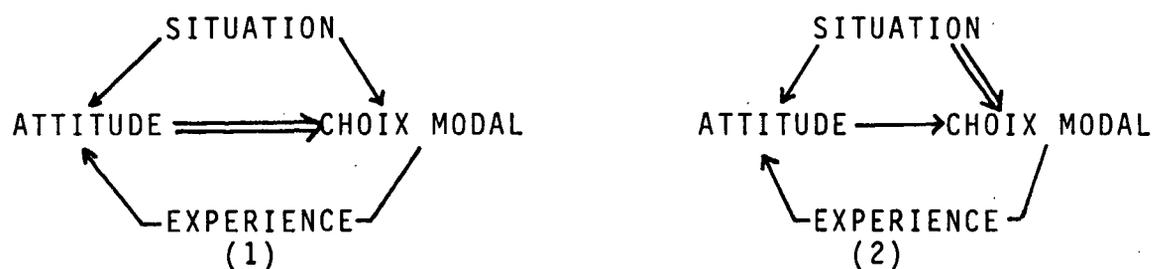
Il semble que cette définition tende à devenir générale et que l'on sépare donc de plus en plus les aspects "motivations" des aspects "attitude".

II-2 Attitude et Comportement

Prévoir à l'aide de modèles dits "d'attitude", c'est-à-dire incluant des variables d'attitudes, c'est supposer implicitement que le comportement est fonction de l'attitude. Or, il est bien connu en psychosociologie que les individus ont tendance à rationaliser leur comportement, ce qui se traduit par le fait que l'attitude est, elle aussi, fonction du comportement : une modification du comportement peut impliquer un changement d'attitude par post-rationalisation. Ces idées, bien connues dans le domaine psychosocial, ont été reprises en transport par HENSHER [28] qui y voyait une raison suffisante pour construire une théorie complète du comportement de l'individu en matière de choix modal.

II-3 Attitude, Comportement et Situation

Selon HARTGEN [26], il est insuffisant de n'utiliser comme concepts centraux que l'Attitude et le Comportement. Il rajoute une troisième entité : la Situation, qui vient, conjointement à l'Attitude, déterminer le Comportement. Cette Situation recouvre aussi bien, pour HARTGEN, des caractéristiques de déplacement que des variables objectives caractérisant l'individu (caractéristiques socio-démographiques, géographiques, etc...). En introduisant le concept d'Expérience, HARTGEN arrive à proposer deux modèles de choix modal,



selon que l'Attitude ou la Situation est prépondérante dans le choix modal.

Notons l'importance du débat du point de vue de la prévision. Un schéma de type 2 est plus "commode" qu'un schéma de type 1 puisque les variables de Situation sont plus facilement mesurables que les variables d'Attitude.

.../...

II-4 Importance de l'Environnement

HENSHER [28] a été le premier à remarquer que parmi les variables internes et externes qui influencent le choix modal, il ne faut pas négliger les variables dites d'Environnement (exposition, publicité) qui peuvent devenir, sur un terme assez long, des variables très actives. On peut, d'ailleurs, rapprocher ces variables dites d'Environnement de HENSHER des variables dites de Situation de HARTGEN. De telles variables doivent apparaître d'une façon ou d'une autre dans un modèle de choix modal, comme le souligne HENSHER.

II-5 Importance de la Disponibilité

MICHAELS [37] voit dans l'accessibilité à la voiture un paramètre important de situation, déterminant fortement, sinon le choix, du moins le "domaine de choix". De même, GOLOB, dans beaucoup de ses modèles, construit une échelle de disponibilité des moyens de transport, bus et automobile.

Par exemple, il demande aux personnes interviewés s'ils sont propriétaires d'une voiture, s'ils en sont conducteurs, s'ils ont accès souvent ou peu souvent à une voiture comme passager, etc... ce qui permet de définir une échelle de disponibilité physique de l'objet pour chaque individu.

Le concept de disponibilité apparaît de plus en plus comme étant essentiel. Il a été analysé en détail à propos des déplacements dans Paris et la région parisienne dans l'étude RATP - SEMA consacrée à La Disponibilité Modale : on peut dire, en résumé, que, si le choix entre des modes disponibles s'effectue selon un processus de décision incluant des compensations sur des critères jugés importants, à l'opposé, le choix entre disponibilité et indisponibilité s'effectue - consciemment ou non - à l'aide de critères à seuils, ou réponses oui-non.

Notons que le concept d'indisponibilité - duale de celui de disponibilité, devient ici multidimensionnel : l'indisponibilité n'est plus seulement "physique", elle peut être sociale, ou liée à une non-connaissance du mode.

II-6 Réflexion sur la nature et l'objet des choix

La modélisation des processus de décision individuels, en matière de choix de mode de transport, comporte comme phase préliminaire, la définition de ce sur quoi portent les choix. C'est un point qui a été étudié par LAZARSELD, qui distingue huit choix de base auxquels l'individu doit faire face, chacun d'eux correspondant à l'influence ou à la contrainte induite par lui-même ou son environnement :

.../...

- 1 - déplacement ou non
- 2 - Uni ou multi destinations
- 3 - Réseau et principaux modes
- 4 - Réseau et routes principales
- 5 - Temps du voyage
- 6 - Fréquence
- 7 - Lieu de travail
- 8 - Lieu de domicile.

Il est aussi important de distinguer les modèles à choix de mode abstrait des autres. Les modèles à choix de mode abstrait consistent en l'évaluation par des personnes enquêtées de modes abstraits représentés par le vecteur de leurs caractéristiques : un mode nouveau est par nature un mode abstrait.

Plus fondamentalement, il faut définir ce que l'on entend par mode. Si pour certains auteurs le mode est l'unité de choix (vais-je prendre le train ou l'automobile pour partir en week-end ?), pour d'autres, l'unité de choix est plutôt la chaîne modale (vais-je prendre la chaîne modale taxi-train-taxi, marche-train-marche, etc... ou automobile).

Cet aspect du choix modal est mis en relief dans La Disponibilité Modale rapport R.A.T.P. - SEMA [55].

.../...

II-7 Expérience et Apprentissage : Evolution des comportements dans le temps

BANISTER, dans [2], tente de modéliser l'Apprentissage que font les usagers des modes, qu'ils les utilisent ou non. Le concept est à relier à l'Expérience déjà prise en compte par HARTGEN qui peut modifier les attitudes au cours du temps. Parallèlement, divers auteurs (cf MICHAELS [37] PERLE [41], TALVITIE [51], DEMETSKY [12]) se sont intéressés à l'Evolution au cours du temps des comportements individuels.

Le domaine de connaissance de l'individu détermine son "univers de choix" de base. Celui-ci s'élargit inégalement au cours du temps selon les informations (de quelque nature qu'elles soient) et l'expérience, voire l'apprentissage des sujets. Ce phénomène peut induire des variations d'attitudes ou même de préférences et, en conséquence, il est difficile d'appréhender le lien, non nécessairement direct, qui existe entre les items et le domaine d'émergence des réponses.

En fait, il est permis de considérer que les tentatives de quantification du comportement permettent essentiellement de définir les facteurs qui entraînent une modification de la demande. Cette constatation est notamment confirmée par les modélisations établies pour prendre en compte toute innovation dans l'offre de transport (cf modélisation à mode abstrait). Dans une grande majorité d'articles, on remarque que le problème de l'introduction d'un mode nouveau est fréquemment évoqué comme l'élément central de toute recherche sur l'évolution du processus de choix individuel :

il est à noter que tout ce qui en ressort est de l'ordre du conseil ou de la recommandation. En particulier, TALVITIE [51] souligne la nécessité pour les modèles de ne pas supposer a priori des réponses continues afin de pouvoir mettre en évidence, surtout à court terme, l'existence de seuils de réponse : ceci traduit le fait qu'un changement d'attitude doit être important pour qu'il puisse être enregistré.

III - VERS UNE MEILLEURE INTEGRATION DES VARIABLES "INDIVIDUELLES" DANS LES MODELES D'ANALYSE DU COMPORTEMENT INDIVIDUEL : LES MODELES DE GOLOB

Une équipe conduite par T.F. GOLOB a tenté de concrétiser ces réflexions, d'une part, en établissant des questionnaires susceptibles de recueillir l'information individuelle recherchée et, d'autre part, en utilisant des méthodes d'évaluation du type "Non metric Multidimensional Scaling".

Plusieurs études ont ainsi été réalisées, dans le cadre du transport urbain, chacune d'elles prenant en compte l'introduction d'un ou de plusieurs modes. Les hypothèses de comportement émises sont toujours les mêmes. Il est supposé que l'on peut prévoir le comportement individuel par une étude des perceptions et des préférences de l'individu face aux différentes possibilités qui lui sont offertes.

.../...

Toute la modélisation repose sur une théorie du comportement qui met en relief non pas l'appréciation globale individuelle d'un mode mais, plutôt, les liens existant entre cette appréciation globale et les jugements partiels que l'individu émet sur les caractéristiques du mode. Autrement dit, on suppose que ces différences perçues par les individus au niveau de la satisfaction globale entre deux modes distincts dépendent des différences perçues sur les attributs des modes.

Nous présenterons ici une étude réalisée par GOLOB et son équipe, qui apparaissent à l'heure actuelle comme les auteurs ayant le plus approfondi la réflexion sur les modèles de comportement basés sur les concepts d'attitude, de préférence partielle, de perception, etc... Auparavant, nous présenterons une recherche effectuée par DOBSON et KEHOE, réalisée la même année 1974) dans un axe de recherche identique.

III-1 Une étude de DOBSON et KEHOE [13]

Dans cette étude, DOBSON et KEHOE disposent au départ d'un certain nombre d'items assez généraux (définissant ainsi 12 attributs concernant les transports urbains). Dans une première étape, il a été demandé à chacun des interviewés de juger si chaque attribut est en accord ou en désaccord avec les autres (proximité au sens "oui-non"). Le but recherché est de trouver, par une analyse de proximités (analogue à celle de TUCKED et MESSICK [52]) des classes d'individus dont les jugements sont semblables : autrement dit, l'étude tend à définir des groupes de perception des attributs. Dans une seconde étape, les personnes interrogées ont eu à noter trois modes nouveaux sur les 12 attributs précédemment établis.

.../...

Par régression multiple, on a alors cherché des corrélations entre les niveaux de satisfaction et les caractéristiques des classes d'individus préalablement formées. Dans une dernière étape, on cherche à établir des relations entre les "groupes de perception" et des variables socio-économiques : dans l'échantillon de départ, des groupes avaient été obtenus sur la base de 12 variables socio-économiques (cf annexe 2). Ceux-ci ont été croisés avec les "groupes de perception" et on a calculé les χ^2 associés aux 12 tableaux de contingence. Notons que les variables socio-économiques avaient été préalablement sélectionnées par des études complémentaires.

Bien que la thèse soutenue dans cet article soit tout à fait justifiée (la prédiction des comportements de groupes d'usagers et leurs changements suite à des modifications de l'offre est fonction des perceptions individuelles des attributs des modes), une critique peut néanmoins être formulée : les liaisons perception et comportement ne sont mises en évidence qu'indirectement. En effet, d'une part des "groupes de perception" sont formés (selon des variables subjectives) et, d'autre part, des variables objectives, considérées comme influentes sur les comportements de choix sont sélectionnées (d'après des études antérieures sur des échantillons différents). Le croisement des deux approches justifie, selon les auteurs, les liaisons des "groupes de perception" avec certaines des variables objectives supposées expliquer les comportements. Cette déduction en deux étapes semble discutable.

.../...

III-2 Un exemple d'étude réalisée par l' "école"
GOLOB [11]

Dans cette étude, COSTANTINO, GOLOB et STOPHER se sont intéressés à l'étude du comportement intentionnel et à sa liaison avec le comportement effectif.

Ils ont considéré l'introduction dans le système de transport urbain de trois modes nouveaux. Chaque personne interviewée devait noter sur une échelle de LIKERT à 7 échelons les différents attributs des divers modes : évaluer sa préférence globale sur chaque mode, puis faire correspondre des modes de transport (nouveaux ou déjà existants) à 10 motifs de déplacements hypothétiques et, enfin, répondre à des questions portant sur deux des trois modes nouveaux.

Six analyses factorielles ont été effectuées (par mode et par motif de déplacement) sur les tableaux d'évaluation des attributs des modes afin :

- d'identifier les facteurs principaux qui décrivent le mieux les corrélations entre les jugements sur les attributs ;
- de sélectionner un sous-ensemble d'attributs destinés à être considérés comme des variables explicatives des préférences globales (avec les différents modes) .

On remarque que la structure des perceptions individuelles relativement aux attributs est assez semblable quelque soit le motif de déplacement.

.../...

Cinq facteurs ont été retenus :

- le niveau de service (temps d'attente du véhicule),
- le confort et l' "intimité" (incluant la tranquillité),
- le degré d'automatisme,
- le prix du ticket,
- les options et les divers agréments (contrôle de la température dans le véhicule).

A l'opposé des théories sur le comportement individuel qui soulignent l'importance de l'appréciation globale subjective qu'un individu porte sur un objet ou un ensemble d'objets, cette étude cherche à tester les hypothèses spécifiques qui relient l'appréciation globale d'un mode aux préférences partielles portées sur les divers attributs de ce mode. On retrouve ici la nouvelle approche de la théorie du consommateur (cf § 1) où l'utilité des biens est fonction du bien lui-même au travers de ses caractéristiques (propriétés - qualités...).

Deux étapes sont à distinguer dans ce travail :

- 1) La première étape consiste à décomposer par régression multiple la préférence globale selon les préférences partielles établies sur les attributs (cf théories psychologiques - FISHBEIN [17] et ROSENBERG [42]). La structure testée est la suivante (pour chaque motif de déplacement et pour chaque mode) :

.../...

$$A_j^i = \sum_{k=1}^H P_k^i S_{jk}^i + \text{constante}$$

- où
- A_j^i = satisfaction globale de l'individu i pour le mode j
 - S_{jk}^i = satisfaction "partielle" de l'individu i sur l'attribut k pour le mode j
 - P_k^i = poids (estimé par R.L.M.) de l'attribut k pour l'individu i (supposé indépendant du mode).

Les attributs considérés dans ce modèle sont les cinq attributs obtenus précédemment à l'aide de l'analyse factorielle.

- 2) Dans la deuxième étape, on cherche, à partir de l'analyse des satisfactions précédentes, à prévoir la future utilisation des modes nouveaux.

Il est bien évident que, ces modes n'existant pas encore, les données recueillies ne concernent que les intentions de comportement individuel. Il convient donc, en premier lieu, de relier cette intention de comportement aux évaluations des satisfactions procurées par les divers attributs caractérisant le système de transport. En second lieu, il faut relier le comportement effectif au comportement intentionnel : cette dernière étape doit naturellement être menée après l'introduction d'un ou de plusieurs modes et n'a pas été effectivement réalisée dans cette étude.

Quant à la relation existant entre les choix et les satisfactions procurées par les attributs des modes, les auteurs ont choisi une liaison non linéaire, plus précisément une fonction logit (cf notamment HARTGEN [25]).

Pour "mesurer" "pratiquement" le comportement intentionnel on a demandé à chaque individu d'affecter un mode (celui qu'il choisirait) à dix voyages hypothétiques, une affectation d'un mode correspondant à un choix observé. (Les motifs de déplacement ont été scindés en deux : travail, loisirs). Les résultats ont mis en relief que les modèles n'étaient pas très significatifs bien que de façon certaine, les modes aient été perçus différemment selon les motifs de déplacement.

Cette étude, fort intéressante par l'originalité des hypothèses émises plus que par la structure des modèles utilisés, met à jour deux besoins :

- celui de considérer des variables décrivant mieux la population (variables socio-économiques) en liaison avec les variables d'attitude ;
- celui de détailler le plus possible les attributs intervenant dans l'explication des préférences.

III-3 Conclusion

Les deux travaux que nous venons d'explicitier constituent, à l'heure actuelle, les tentatives les plus avancées d'analyse des comportements individuels.

.../...

T.F. GOLOB et R. DOBSON [22] ont établi un schéma général de modélisation regroupant toutes les classes de modèles (avec hypothèses d'indépendance des attributs ou, au contraire, des corrélations des attributs). Ils distinguent également les choix intentionnels des décisions réelles en raison des événements aléatoires qui peuvent venir bloquer les choix intentionnels. D'une manière générale, il convient de noter la tendance structurelle à l'utilisation (ou tout au moins à l'évocation) des modèles psychométriques. Les apports de l'équipe de T.F. GOLOB concernent moins la quantification des variables que l'établissement de questionnaires destinés à mettre en évidence un certain nombre d'éléments essentiels jusqu'alors écartés tels que :

- la perception de l'existence des modes (incluant les notions de substituabilité de domaine d'activité de chaque mode) ;
- l'accessibilité aux modes liée aux caractéristiques propres des modes ;
- l'accessibilité aux modes liée aux caractéristiques des modes et des individus : notion de disponibilité ;
- les besoins de déplacements ;
- les motifs de déplacements ;
- les notions de contraintes ou d'efforts dus au déplacement ;
- la captivité des modes ;
- les perceptions des attributs modaux.

.../...

CONCLUSION

On a vu comment l'évolution structurelle des modèles était étroitement reliée à celle de l'introduction des variables dites de comportement dans ces modèles. Cette substitution de l'individu au groupe correspond à un désir général d'améliorer la compréhension sur la manière dont individuellement chaque sujet perçoit, d'une part, les caractéristiques des différents modes ainsi que les motifs de déplacement qui leur sont liés et, d'autre part, l'importance relative qu'il accorde à ces attributs modaux. Dans cette voie, on est amené à distinguer le comportement observé et la structure de préférence (voire celle de besoin) inhérente au comportement individuel mais qui ne peut pas être déterminée directement à partir du comportement observé. La nature de cette tendance peut être induite par une mesure des attitudes envers des dimensions qualitatives ou quantitatives de l'environnement physique ou social. Il convient d'insister sur le fait que toute quantification des attitudes demande une attention particulière en raison des relations indirectes, évidentes ou non, liées au comportement. Dans ce contexte, de nombreuses techniques uni et multi-dimensionnelles ont été développées mais la validité des mesures qu'elles fournissent n'a pas été réellement démontrée. Comme le remarque MICHAELS [37], une des raisons sous-jacentes provient sans doute du fait que les objets utilisés, réels ou symboliques, pour mesurer le domaine psychologique peuvent ne pas être reliés à ce dernier.

.../...

Une des difficultés essentielles vient de l'interaction profonde qui existe entre , d'une part, des variables objectives et, d'autre part, les variables d'attitudes. En effet, elles ne forment pas deux groupes distincts, l'un caractérisant le système de transport et l'autre traduisant les perceptions individuelles. De plus, il convient , dans ce type d'étude, de ne pas oublier entr'autre l'influence des besoins et des motifs de déplacement, du lieu géographique, du domaine d'activité de chaque mode, de la liaison existant entre l'individu et son environnement, des destinations et de leur représentation la plus complète, de la structure des trajets, des fréquences des liaisons existant entre les variables d'attitude et les variables canoniques.

Enfin, le concept de comportement ne reflète pas dans son essence une idée statique. A fortiori, toute modification de l'offre appelle des réponses individuelles, à plus ou moins long terme selon la perception de l'information : l'existence de modèles dynamiques s'avère indispensable pour prendre en compte les réactions des individus à des changements des caractéristiques des modes.

En conclusion, nous dirons que pour effectuer une recherche de base sur les comportements individuels en matière de choix du mode de transport, il est nécessaire de connaître notamment :

- les stratégies de déplacement dans le temps (séquences de décisions interconnectées de déplacements, choisis pour satisfaire les besoins de l'individu et du ménage).
- Le processus par lequel l'individu perçoit les attributs des différentes destinations, des divers modes, ainsi que le degré d'influence de chacun d'eux sur les choix effectifs.

.../...

- Le mécanisme d'évaluation de l'individu, autrement dit, comment certains attributs sont filtrés, sélectionnés, évalués, pondérés ou combinés ou échangés dans la réalisation du choix.
- Les effets de la mémoire, de l'apprentissage, de la culture, de l'enseignement, de l'attente (espoir, désir) sur les processus de choix.
- Les effets de sources d'informations extérieures sur ces processus de choix.
- Les mécanismes conduisant l'individu à considérer certains déplacements ou modes comme "impossibles" (concept d'indisponibilité).

Tout ceci suggère de poursuivre la voie ouverte par GOLDB et son équipe, non seulement en cherchant à introduire dans des modèles des variables de perception des attributs modaux, mais aussi en essayant de modéliser les interrelations existant entre tous les éléments susceptibles d'influer sur le comportement individuel, avec, pour objectif premier, de modéliser le comportement réel de l'individu pour aboutir ensuite à un meilleur fondement des modèles de prévision de demande de transport.

.../...

ANNEXE 1

LE MODELE TRIP1 - OBJECTIF

L'étude TRIP a été conçue pour analyser "l'influence des conditions de desserte sur la part de la demande réalisée par chaque mode " sur une relation particulière comme sur l'ensemble des relations.

Elle se veut explicative du comportement individuel en matière de transport. Le résultat recherché par cette étude est l'établissement d'un modèle de demande permettant d'expliquer la sensibilité de l'équilibre de la demande par rapport aux facteurs de l'offre. L'étude doit permettre de tester diverses stratégies et de mesurer leur impact sur différents groupes-cibles de voyageurs.

Le modèle repose sur la simulation des comportements des usagers à partir des enquêtes auprès des voyageurs de la S.N.C.F., d'Air Inter et des automobilistes, effectuées en 68-69, dans le cadre des travaux préparatoires du 6e plan.

Les enquêtes ont permis de distinguer les sept modes de transports suivants : Route, Autoroute, Avion, Fer 1 de jour, Fer 1 de nuit, Fer 2 de jour, Fer 2 de nuit (les chiffres 1 et 2 indiquent les classes). L'analyse ne considère que les déplacements à plus de 150 km.

.../...

2 - L'APPROCHE RETENUE

La constitution d'un modèle explicatif de la demande privilégie les concepts d'usager et de voyage.

- L'usager est caractérisé par sa G.S.P., son revenu, sa mobilité (fréquence moyenne de voyage), sa situation de famille, la disposition d'une voiture particulière, son système de valeur (valorisation du temps), son goût de conduite, etc... Pour l'usager, seul le trajet porte à porte a de l'intérêt, les relations sont donc définies par le déplacement orienté du lieu de domicile à la destination finale.
- Le voyage est caractérisé par son motif, sa nature (aller-retour, circuits, etc...), la durée d'absence du domicile, la taille du groupe en voyage, les heures souhaitées de départ et d'arrivée (à l'aller comme au retour).

3 - DEFINITION DES CONCEPTS ET FORMULATION MATHÉMATIQUE DU MODÈLE

1) Les facteurs socio-économiques d'engendrement de la demande

Les facteurs retenus dans l'étude sont les trois suivants:

a) le potentiel d'émission (E_a)

Il traduit le volume et la structure de la population du pôle d'émission.

$E_A = f(\text{C.S.P., revenu, VP})$ VP signifiant disposition ou non d'une voiture particulière.

.../...

b) Le potentiel de reception (R_B)

$$R_B = k P_B \quad (P_B = \text{Population de B})$$

c) La fonction mutuelle des pôles

La fonction mutuelle qu'occupent des villes A et B dans l'armature urbaine est classée dans une typologie T_{AB} des relations A.B définies par :

Paris \longrightarrow Métropole d'équilibre

Métropole d'équilibre \longrightarrow Paris

Paris \longrightarrow Centre régional

Centre régional \longrightarrow Paris

Métropole d'équilibre \longrightarrow Métropole d'équilibre

Centre régional \longrightarrow Métropole d'équilibre

Métropole d'équilibre \longrightarrow Centre régional

Centre régional \longrightarrow Centre régional

Les métropoles d'équilibre sont les villes de Lille, Metz, Strasbourg, Nancy, Lyon, Marseille, Toulouse, Bordeaux, Nantes.

La fonction mutuelle des pôles de la relation est exprimée par un coefficient dépendant de la classe de typologie de la relation $K(T_{AB})$.

2) L'influence de l'offre2.1) Le Temps Généralisé

L'appréciation de l'offre par l'utilisateur est résumée par un temps généralisé individuel comportant quatre aspects formalisés à l'aide des notions suivantes :

- appréciation des aspects temporels résumée par le temps de trajet équivalent θ .

- appréciation des aspects pécuniaires résumée par le prix ressenti P.
- appréciation des avantages et inconvénients de chaque mode exprimée par des bonus (ou des malus) B.
- Valorisation du temps exprimée par la valeur du temps h. Le temps généralisé s'exprime alors par :

$$\tau = \theta + \frac{P + B}{h}$$

a) Le temps de trajet équivalent

$$\theta = t + \pi - N + \delta e$$

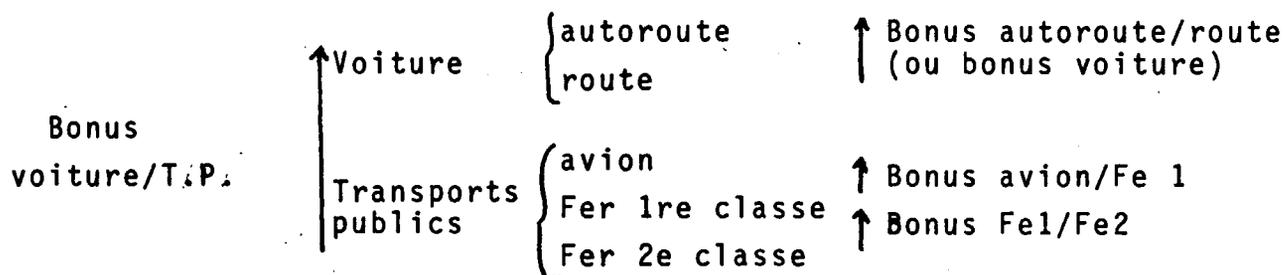
- t : représente le temps de transport principal et les temps terminaux.
- π : représente les pénalisations pour
- des heures de départ trop tardives ou trop matinales (entre 22h - 8h) ou pour une nuit passée à destination faute d'horaires adaptés pour les transports publics.
 - pour les voitures, dans les cas de trajets jugés pénibles, un écart entre le temps réel et le temps ressenti.
- N : représente les neutralisations pour la "récupération" du temps passé dans le transport par son utilisateur pour dormir, prendre un repas, travailler.
- e : représente l'écart entre l'horaire souhaité et l'horaire réellement offert traduisant l'influence des conditions de desserte pour les transports publics.
- δ : représente un coefficient permettant d'exprimer e en temps de transport.

b) Le_prix

C'est le prix par personne pour les services publics d'après les tarifs en vigueur ou en coût ressenti pour la voiture, divisé par le nombre de personnes voyageant ensemble.

c) Les_bonus

Cinq bonus sont retenus par l'étude, résumés par le schéma suivant :



- Le bonus voiture/T.P. produit les gains et économie de temps par la disposition de la voiture à destination, la commodité pour le transport des bagages, la plus grande souplesse pour le retour. Ce bonus est proportionnel à la durée du voyage et tient compte de l'accompagnement.

- Le bonus autoroute/route traduit les avantages de conduite, de sécurité sur autoroute (dans le cas d'utilisation de la voiture). Il est proportionnel au temps de parcours autoroutier.

.../...

- Le bonus Fe1/Fe2 traduit la qualité ressentie de l'environnement du voyage (confort mais aussi attitude sociale). Il est formé d'un terme constant et d'un terme proportionnel au temps de transport principal 2e classe.

- Le bonus avion/Fe1 traduit le confort comparé entre ces deux modes.

- Un bonus autoroute/SP traduit la modification du temps ressenti en voiture par comparaison au confort avec les transports publics.

Les bonus exprimés en francs sont introduits de manière aléatoire et viennent s'agréger au prix pour former un prix équivalent.

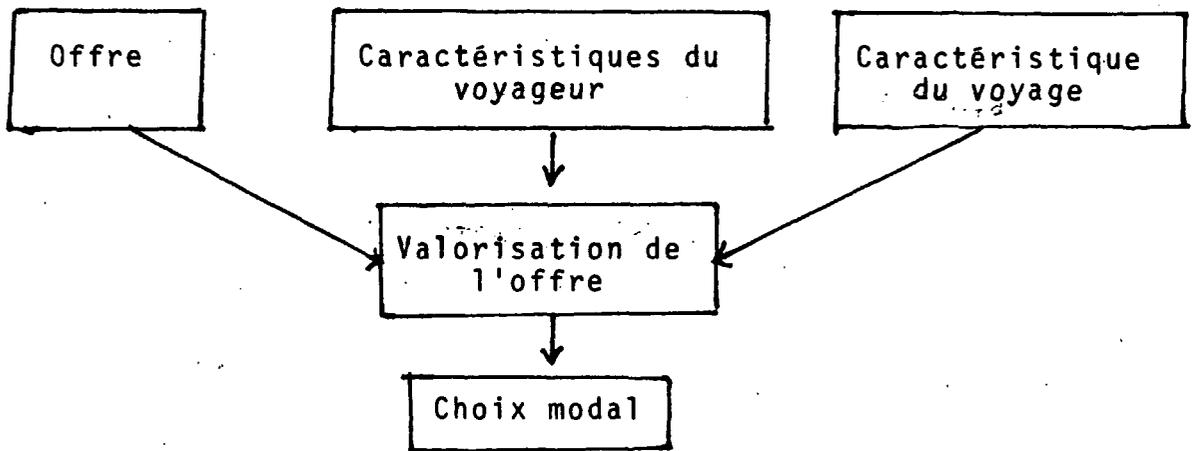
d) La valeur individuelle du temps h

Le coût horaire du temps permet d'agréger les différents aspects de l'offre (prix, temps, bonus) en un temps généralisé. Ce coût est corrélé avec le revenu de l'individu qui est distribué par une loi log-normale. Aussi la valeur de h est déterminée par une loi-normale du couple ($\log r$, $\log h$).

2.2) La répartition modale

Le comportement modal du voyageur est supposé ne dépendre que des caractéristiques du voyage et du voyageur et des alternatives que lui propose le système de transport résumé par le temps généralisé individuel. Le mécanisme du choix modal peut être alors représenté par ce schéma :

.../...



On suppose de plus que si la voiture est utilisée elle l'est à l'aller comme au retour.
Le calcul est donc effectué séparément entre voiture et transports publics.

Pour la voiture

mode aller : $\min_m \tau_m^a$
retour : $\min_m \tau_m^r$ } avec m : route, autoroute

$$\Rightarrow \tau^v = \min_m \tau_m^a + \min_m \tau_m^r$$

$$\tau'^v = \tau^v - \text{bonus voiture}$$

Pour les transports publics

mode aller : $\min_m \tau_m^a$
retour : $\min_m \tau_m^r$ } m : modes publics : Fe1, Fe2
avion

$$\Rightarrow \tau^{TP} = \min_m \tau_m^a + \min_m \tau_m^r$$

$$\tau'^{TP} = \tau^{TP}$$

.../...

Le choix entre la voiture et les transports publics s'effectue d'après le min entre τ^V et τ^{TP} .

2.3) La mobilité

Le modèle prend en compte un effet du temps généralisé (influence de l'offre sur la demande) sur la mobilité (c'est-à-dire le nombre moyen de voyages effectués par les personnes sur la relation) A.B.

$$\left(\frac{D}{D_0} \right) = \left(\frac{\tau}{\tau_0} \right)^{-\alpha}$$

exprimant le volume de la demande sur AB, par une élasticité constante de la demande au temps généralisé.

3) La formulation générale de la demande

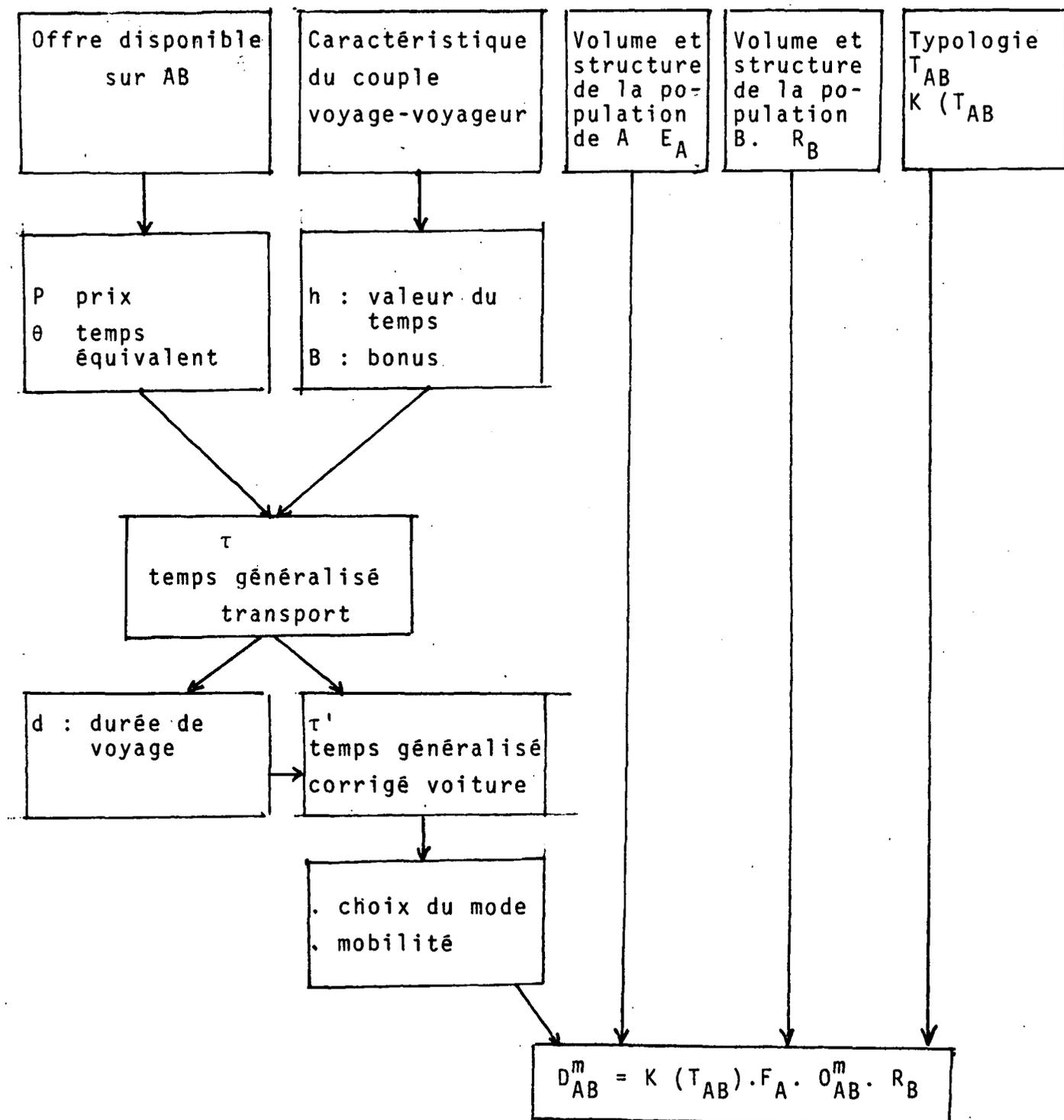
Moyennant les hypothèses précisées ci-dessus, la formulation de la demande peut s'écrire par une relation AB.

$$D_{AB}^m = K (T_{AB}) E_A \times O_{AB}^m \times R_B$$

$$D_{AB} = \sum_m D_{AB}^m$$

.../...

Le schéma ci-dessous résume les structures logiques du modèle



ANNEXE 2

LE MODELE PARIS-ROUEN-LE HAVRE

L'objectif méthodologique général assigné à ce modèle est de séparer dans la variation de la demande les effets dûs aux conditions géographiques (position par rapport aux autres, degré d'urbanisation...) des effets dûs aux conditions de transport.

Ce modèle part de l'idée et confirme qu'au niveau individuel, la demande est souvent captive, c'est-à-dire que les destinations aussi bien que le mode de transport s'imposent. La variable sur laquelle l'individu exerce ses choix à court terme est essentiellement la fréquence de voyage.

Il distingue trois situations de choix :

- S_1 : le type de voyage (c'est-à-dire le motif, la durée et le nombre de participants) et les destinations sont donnés : le choix est entre les modes de transports.
- S_2 : le type de voyage et le mode sont donnés, le choix porte sur les destinations.
- S_3 : le type de voyage, le mode et la destination sont donnés. Le choix est entre "sortir" ou "rester chez soi".

Les attitudes qui gouvernent le fait d'être dans une situation de choix sont définis par :

- l'attachement aux modes de transport, exprimé à travers les avantages que l'on reconnaît aux différents modes ;

.../...

- et la mobilité de destination, exprimée à travers les opinions concernant l'intérêt de voir du nouveau, de changer ou, au contraire, d'aller toujours au même endroit.

I - Structure du modèle : Définition des concepts

Si R désigne une relation dont la forme et les variables sont à préciser

- (1) mode utilisé : R_1 (caractéristiques individuelles, destination, motif).
- (2) variable intermédiaire : R_2 (caractéristiques individuelles).
- (3) fréquence par voyage : R_3 (prix de transport, durée de transport, variable intermédiaire, caractéristiques individuelles, type de voyage).
- (4) coefficient d'attraction (i, j, k, m) : R_4 (Trafic, effectif, trafic potentiel émis par la zone origine).

1 - Choix du mode

Cette relation est analysée en fonction de l'attitude d'attachement aux modes de transport.

Cette attitude est constituée à partir d'une enquête où on a présenté au sujet une liste de 6 avantages que l'on pourrait attribuer au train et une liste de 9 avantages que l'on peut attribuer à la voiture.

.../...

On demandait à chaque sujet d'indiquer, pour chaque avantage, si pour lui-même il s'agissait d'un avantage important ou non.

Les résultats ont montré des corrélations significatives entre les différents avantages attribués à un même mode. Comme aucune nécessité logique n'impose que le fait de juger important un certain avantage entraîne qu'on en juge également important un autre, les auteurs ont été amenés à interpréter ces corrélations par l'existence d'un facteur commun qui serait l'attitude plus ou moins favorable à l'égard du mode en question "appelé" l'attachement à ce mode.

- Lorsqu'un individu est attaché à un mode, il a une plus forte probabilité d'utiliser celui-ci, mais cette probabilité décroît si, en plus, il apprécie le mode concurrent.
- L'attachement au train n'a aucune action sur le choix du mode lorsque la destination est fixée.

Compte tenu des corrélations précédentes, l'hypothèse pour l'exploitation du choix du mode de transport est la suivante :

- pour les possesseurs de voiture : l'explication du mode utilisé doit se faire en deux temps. D'abord, il faut expliquer le fait que certains individus ne prennent jamais le train alors que d'autres acceptent de le prendre pour certaines destinations. Ceci est lié à l'action conjuguée des attachements aux deux modes. On peut considérer qu'il résulte d'une sorte de processus de diffusion du train parmi les possesseurs de voiture. Pour ceux qui acceptent de prendre le train, on doit alors expliquer quelles sont les

.../...

destinations pour lesquelles il prennent le train et celles pour lesquelles ils prennent la voiture. On a le problème classiquement appelé choix de mode de transport.

- pour les non-possesseurs de voiture : l'explication doit se faire en deux étapes :
 - o la première étape, explication du fait de prendre la voiture alors qu'on n'en possède pas, ne peut être dû qu'à des relations sociales.
 - o La seconde n'existe plus ici comme choix de mode. Il s'agit plutôt d'expliquer les destinations et les motifs pour lesquels on accepte plus facilement, ou l'on désire, de faire le voyage avec des personnes étrangères au ménage.

2 - Variables intermédiaires

Pour représenter l'univers de choix et la mobilité, deux variables ont été retenues :

- le nombre de destinations pour les voyages personnels de moins de 4 jours,
- la distance maximum à laquelle sont réalisés les voyages personnels de moins de 4 jours.

Pour essayer de justifier cette hypothèse, les auteurs ont étudié la relation entre les deux variables et les attitudes de mobilité et la mobilité de destination existante à partir des questions d'opinion.

.../...

L'univers de choix est défini comme l'ensemble des destinations situées à une distance inférieure à la distance maximum.

3 - Fréquence de voyage

L'intérêt du modèle est que l'équation de la fréquence par voyage représente exactement l'équivalent d'une équation classique de demande reliant la quantité consommée au prix du bien consommé, aux prix des biens concurrents et aux caractéristiques de l'individu.

II- Le modèle mathématique de base (modèle de Luce)

soit : k : un type de voyage

j : une destination

m : un mode

u : la fonction d'utilité définie sur les options de l'univers de choix.

Choix instantané

La règle de choix permet de calculer la probabilité de choix d'une option par la formule :

$$P(k,j,m) = \frac{U(k,j,m)}{\sum_u U(k,j,m)}$$

La somme au dénominateur étant étendue à la totalité de l'univers de choix u, la fonction U étant définie à une constante près.

.../...

- Dans la situation S_1 on aura :

$$P(k, j, m) = \frac{U_{k, j}(m)}{U_0 + \sum_{m=1}^k U_{kij}(m)}$$


 utilité de l'option rester chez soi

$$U_j^k(m) = p_m + \theta t_m$$

p : est le prix de transport

t : sa durée

θ : la valeur du temps

- Dans S_2

$$U_m^k(j) = \frac{a_k^m(j)}{(p(m) + \theta \cdot t(m))^\alpha}$$

$a_k(j)$ est l'utilité de la destination j pour le motif k .

Agrégation des choix élémentaires d'un même individu
dans le temps : fréquence d'un voyage

- o Soit $p_{k,s}^{m,j}$: la probabilité qu'un individu choisisse pour le motif k , lorsqu'il est dans la situation s , un mode m et une destination j .

.../...

- On suppose que l'individu a toujours, à un instant donné, une loi de probabilité π d'être dans les diverses situations. La probabilité donc qu'il choisisse un voyage déterminé, la situation n'étant pas précisée, est :

$$p_k = \sum_s \pi_s p_{k,s}$$

- On suppose alors que la fréquence annuelle de ce même voyage est proportionnelle à sa probabilité instantanée, le coefficient de proportionnalité, note λ , ne dépendant que du type de voyage k :

$$f_k^{j,m} = \lambda_k p_k^{j,m}$$

λ peut représenter le nombre de fois où "l'on a l'occasion de sortir". Elle est donc liée aux caractéristiques fondamentales de l'individu. (λ représente le "goût de voyage").

- π_s est la probabilité de se trouver dans une situation donnée. Elle exprime la tendance de l'individu pour tel ou tel type de captivité (S_1 , S_L ou S_3). Elle dépend donc, elle aussi, exactement comme λ , du mode de vie. Au plan des attitudes, elle est représentée par le plus ou moins grand attachement que l'individu montre pour les modes et les destinations.

- Enfin, la probabilité p_s représente la probabilité de faire un voyage donné lorsqu'on a l'occasion et lorsqu'on a la latitude de choix indiquée dans la situation S .

.../...

Il s'agit ici de choix économiques dans lesquels des attitudes vont certes jouer mais peuvent être négligées en première approximation devant les effets de prix, de durée et de revenu.

L'agrégation spatiale des fréquences annuelles de voyage :
Traffic de zone à zone

Le modèle peut s'écrire formellement (nous supposons que l'individu se trouve toujours dans la même situation s_1) :

$$f_{ij}^{km}(X, C_{ij}) = g_i^k(X) h^{km}(C_{ij}) \alpha_{ij}^{km}$$

Goût du
voyage

$g_i^k(X)$ correspond à z_i^k . Les caractéristiques X sont très générales : elles comprennent des variables socio-économiques, des variables d'attitude construites à l'aide des réponses aux questions d'opinions, enfin un terme dépendant spécifiquement de l'origine i et qui est commun à tous les individus.

Probabilité
d'associer le
mode m à la
liaison ij

$h^{km}(C_{ij})$ suppose que l'on peut définir des élasticités au coût ou à la distance ou quelque combinaison de ces deux variables et l'on admet que ces élasticités, si elles peuvent varier avec le type de voyage k et le mode m , ne doivent pas dépendre de l'origine considérée pas plus que de la destination envisagée.

.../...

Coefficient
d'attraction

α_{ij}^{km} est destiné à refléter le rapport

$$\frac{a_j^k}{a_c + \sum_j a_j^k \cdot h_i^{km}(C_{ij})}$$

Le trafic entre les zones i, j de la part des résidents de i allant à j s'écrit

$$T_{ij}^{km} = \sum_{X \in x} P_i(X) f_{ij}^{km}(X, C_{ij})$$

$P_i(X)$ désigne le nombre d'individus habitant en i ayant la caractéristique individuelle X .

x désigne l'ensemble des individus résidant en i et ayant j dans leur univers de choix.

R E F E R E N C E S

=====

- [1] ACKOFF R. : Individual Preferences for Various Means of Transportation. Management Science Center. University of Pennsylvania - Philadelphia (1965)
- [2] BANISTER D. : The influence of habit formation on modal choice - a heuristic model. University of Reading. Transportation 7. (1978)
- [3] BAUZELIUS N. : Economic theories of the allocation of time : a survey. University of Birmingham, M. Soc. Sci. dissertation. (1972)
- [4] BEN-AKIVA M.E. et KOPPELMAN F.S. : Multidimensional choice models alternative structure of travel demand models. Transportation Research Record. Report 149 (1974).
- [5] BLANCHER et GALLIX : Aide à la décision en présence de critères multiples dans le cas d'investissements visant l'amélioration du confort dans un système de transport en commun. Thèse 3e cycle. LAMSADE. Université Paris IX Dauphine. (1979)
- [6] BOCK F.C. : Factors influencing modal trip assignment. NCHRP Report 57 (1968).
- [7] BOWLBY S.R. : Spatial variation in consumer's information level. Transportation Center, Northwestern University. Res. Report, (1972).

.../...

- [8] BURNETT P. : Disaggregate betiavioral models of travel decisions other than mode choice : a review and contribution to spatial choice theory.
Transportation Research Board. Report 149 (1974).

- [9] CLAFFEY P.J. : User Criteria for Rapid Transit Planning.
Jour. Urban Planning and Development Div., Proc. ASCE (sept. 1964).

- [10] COMBREY A.L. : A proposed method for absolute radio scaling.
Psychometrika (1950).

- [11] COSTANTINO P. ; GOLOB T.F. et STOPHER P.R. : Consumer preferences for automated public transportation systems.
Transportation Research Board, Report 149 (1974).

- [12] DEMETSKY M.J. : Attitudinal data. Transportation Resarch Board, Report 149 (1974).

- [13] DOBSON R. et KEHOE J.F. : Disaggregated behavioral views of transportation attributes.
Travel Behavior Analysis.
Transportation Research Record 527 (1974).

- [14] ECKMAN G. : Two generalized ratio scaling methods.
Jour. of Psychology. Vol. 45 (1958) pp 287.295.

- [15] ECKMAN G. : Direct Method of multi-dimensional ratio scaling.
Psychometrika. Vol. 28 (1963) pp 33.41.

- [16] ENGEL J.F., BLACKWELL R.D., KOLLAT D.T. : Consumer behavior.
Dryden Press HRW (1978).

- [17] FISHBEIN M. : Readings in attitude theory and measurement.
Wiley - New Yorks(1967).

.../...

- [18] FISHBEIN M. : A consideration of beliefs, Attitudes and their relation ships.
In current studies in social psychology (Steiner L, and Fishbein M, cds), Holt, Rinehart and Winston, New York (1965).
- [19] FOERSTER J.F., YOUNG F.W., GILBERT G. : Longitudinal changes in public attitudes toward a new transit system.
University of North Carolina, (août 1975).
- [20] GILBERT G. et FOERSTER J.F. : The importance of Attitudes in the decision to use mass transit.
University of North Carolina. Trnasportation 6 (1977).
- [21] GOLOB T.F. et BECKMANN M.J. : A utility model for travel forrecasting. Second world congress of the Econometric Society in Cambridge, England, (sept. 1970).
- [22] GOLOB T.F. et DOBSON R. : Assessment of preferences and perceptions toward attributes of transportations alternatives.
Transportation Research Board. Report 149. (1974).
- [23] GOLOB T.F., CANTY E.T., GUSTAFSON R.L. et VITT J.E. : An analysis of consumer preferences for a public transportation system.
Transportation Research. Vol. 6, n° 1 (mars 1972).
- [24] HANSEN S. : Structure of disaggregate behavioral choice models.
Transportation Research Board. Report 149 (1974).
- [25] HARTGEN D.T. : Attitudinal and situational variables influencing urban mode choice : some empirical findings.
Transportation 3 (1974).

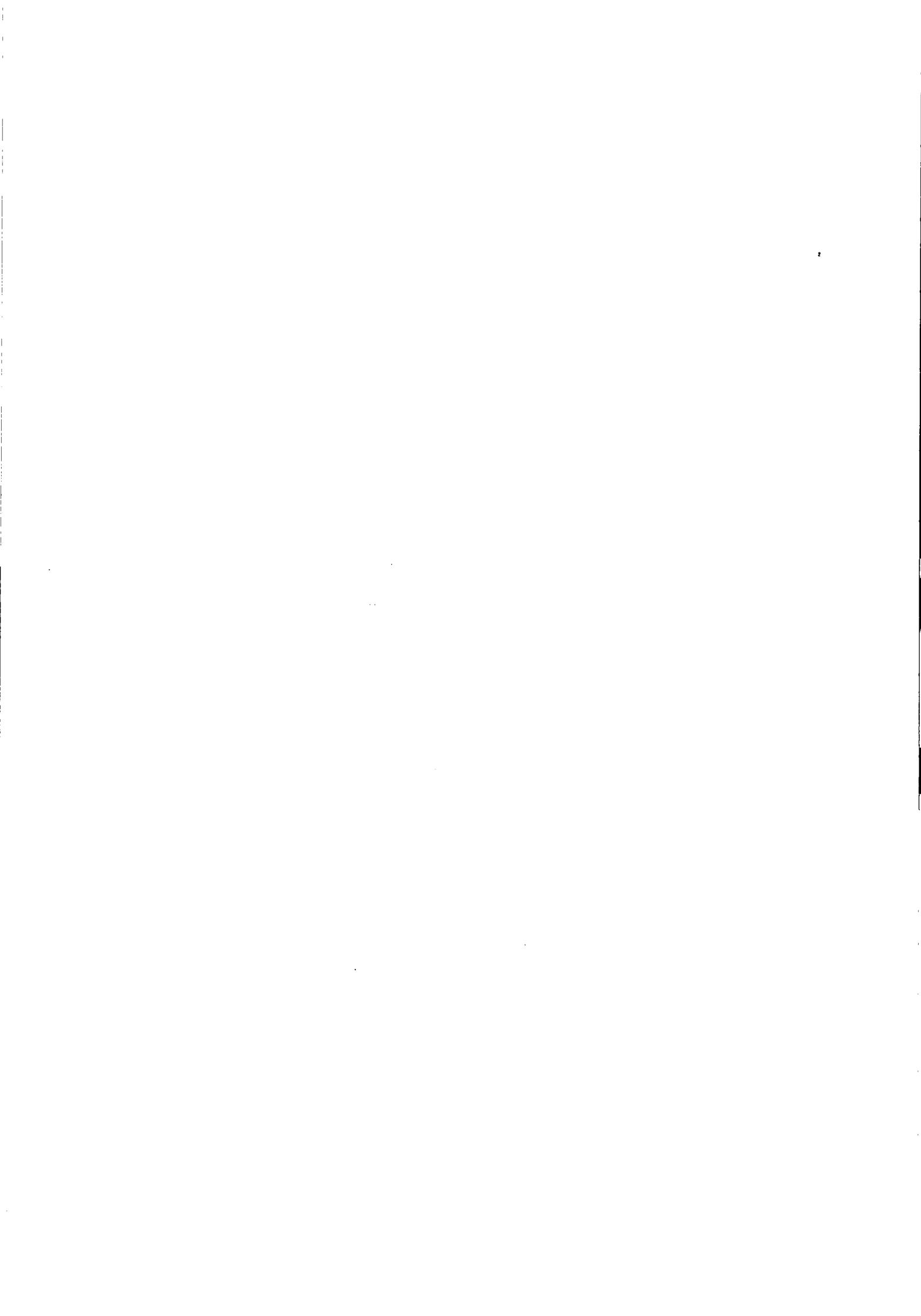
- [26] HARTGEN D.T. et TANNER G.H. : Investigation of the effect of traveler attitudes in a model of mode choice behavior. Highway research record 369 (1971) pp 1.14.
- [27] HARTGEN D.T. et WACHS M. : Disaggregate travel demand models for special context planning : a dissenting view. Transportation Research Board. Report 149 (1974).
- [28] HENSHER D.A. : Problems of aggregation in disaggregate behavioral travel choice models with emphasis on data requirements. Transportation Research Board. Report 149 (1974).
- [29] KAPFERER J.N. : Les chemins de la persuasion. Gauthier-Villars (1978).
- [30] KATZNER D.W. : Static demand theory. Macmillan series in economics, London (1970).
- [31] KOPPELMAN F.S. : Prediction with disaggregate models : the aggregation issue. Transportation Research Board. Report 149 (1974).
- [32] LANCASTER K. : Consumer demand : a new approach. Columbia University Press, New York and London (1971).
- [33] LANSING J.B., MUELLER E. et BARTH : Residential location and urban mobility. Bureau of Public Roads, U.S. dept of Commerce (Juin 1964).
- [34] LAZARSELD P.F. : Sociological reflections on business : consumers and managers. In social science research on business : product and potential (Dahl R.A, HAISE M., and LAZARSELD P.F., eds) Columbia University Press (1959).

- [35] LUCE R.D. : Individuel choice behavior. Wiley, New York (1959).
- [36] MAC FADDEN D. : The theory and measurement of qualitative consumer behavior : the case of urban travel demand. University of California, Berkeley. Working Paper 1 (Sept. 1972).
- [37] MICHAELS R.M. : Behavioral measurement : an approach to predicting transport demand. Transportation Research Board. Report 149 (1974).
- [38] MILLER D.R. : Aggregation problems. Transportation Research Board. Report 149, (1974).
- [39] NIGOSIA F.M. : Consumer decision processes. Prentice-Hall Englewood Cliffs, N.J. (1966).
- [40] PAINE F.T., NASH A.N., HILLE S.J. et BRUNNER G.A. : Consumer attitudes toward auto versus public transport alternatives. Jom. Applied Psychology. Vol. 53, n° 6 (1969) pp 472.480.
- [41] PERLE E.D. : Policy Issues. Transportation Research Board, Report 149 (1974).
- [42] ROSENBERG M.J. : Cognitive structure and attitudinal affect. Journal of abnormal and social psychology. Vol. 53 (1956) pp 367.372.
- [43] ROW R.T. et LONGEOT J. : L'effet de la capacité-voyageurs sur la demande d'avions CONCORDE. Rapport SNECMA (mai 1970).

.../...

- [44] SOLOMON K.M., SOLOMON R.J. et SILIEN J.S. : Passenger psychological dynamics. ASCE Sources of Information on Urban Transportation. Report 3 (Juin 1968).
- [45] SOMMERS A.N. : Survey data collection for urban systems analysis. Paper presented at 6th space congress, Cocoa Beach (mars 1969).
- [46] SOMMERS A.N. et LEIKMUEHLER F.F. : A nondemographic factor v/STOL Prediction model. Paper presented at ORSA National Meeting, Philadelphia (nov. 1968).
- [47] STANLEY J.K. : A cardinal utility framework for project evaluation. Department of Economics. University of Southampton. Discussion Paper 7305. (mars 1973).
- [48] STEVENS S.S. : A metric for social consensus. Science Vol. 15 (1966) pp 530.541.
- [49] STOPHER P.R. : Choice of mode of travel for the joutrey to work. Univ. of London. PhD dissertation (1967).
- [50] STOPHER P.R., SPEAR B.D. et SUCHER P.O. : Toward the development of measures of convenience for travel modes. Travel Behavior Analysis. Transportation Research Record 527.
- [51] TALVITIE A.P. : Structure of disggregate models. Transportation Research Board. Report 149 (1974).
- [52] TUCKER L.R. et MESSICK S. : An individual differences model for multidimensional scaling. Psychometrika Vol. 28 (1963) pp 333.367.
- [53] WATSON P.L. : The value of time and behavioral models of modal choice. Uni. of Edingurgh. PhD dissertation (1972).

- [54] WESTIN R.B. et WATSON P.L. : Reported and Revealed preferences as determinants of mode choice behavior. Journal of marketing research, Vol. XI (août 1975).
- [55] Rapport de la trente-quatrième table ronde d'économie des transports : motifs psychologiques qui guident les usagers. CEMT (1977).
- [56] Etude RATP - SEMA : La disponibilité modale (juin 1978).
- [57] Etude DGRST - SEMA : Elaboration de critères permettant une intégration des divers aspects liés au temps dans l'aide à la décision en matière de transports (août 1975).
- [58] National Survey of Transportation Attitudes and Behavior NCHRP. Report 49 (1968).
- [59] National Cooperative Highway Research Program Report 57. Factors influencing modal trip assignment.
- [60] Etude T.R.I.P. Transports inter-régionaux de personnes modèles d'offre et de demande.
Ministère de l'Équipement (transports) S.A.E.I.
Service des Affaires Économiques et Internationales (1975).
- [61] Etude PARIS - ROUEN - LE HAVRE
CEE - SAEI (1967).
- [62] Note I.R.T.



S E C T I O N B

PROCESSUS DE DECISION ET DE COMPORTEMENT
EN MATIERE DE DEPLACEMENTS PRIVES :
CONCEPTS ET MODELES THEORIQUES

SOMMAIRE

<u>INTRODUCTION</u>	91
<u>1. MODELES DE COMPORTEMENT INDIVIDUELS</u>	92
1.1 Le modèle de F. Nicosia	92
1.2 Le modèle de J. Howard et J. Sheth	93
1.2.1 Les variables	93
1.2.2 Commentaires sur le modèle	96
1.3 Le modèle EKB (Engel, Kollat, Blackwell)	97
1.3.1 Les variables	98
1.3.2 Commentaires sur le modèle	100
1.4 Le modèle de comportement utilisé dans notre recherche	102
1.4.1 Description du modèle	102
1.4.2 Le concept de structure de préférence et de jugement	105
1.4.3 Exemples de structures de préférence formalisées (utilité additive et SP à niveaux d'aspiration)	106
<u>2. UN MODELE THEORIQUE DE COMPORTEMENT EN MATIERE DE DEPLACEMENT</u>	108
2.1 La notion de déplacement	108
2.1.1 Variables de décision définissant le déplacement	108
2.1.2 Variables d'environnement : décision et stratégie de déplacement	114
2.1.3 Exemple de déplacements d'une famille avec deux enfants	117
2.2 Le modèle théorique général	119
2.2.1 Description du modèle	119
2.2.2 Quelques précisions sur les phases p, D et d	122
2.2.3 Structures de préférence associées aux sous-processus	123

	<u>Pages</u>
3. <u>MODELES DETAILLES POUR LE SOUS-PROCESSUS CHOIX DE MODE</u>	127
3.1 Modèle à niveaux d'aspiration	127
3.2 Modèle à fonction d'utilité multiattribut	129
3.3 Un exemple réel illustratif du modèle général et de certains aspects des modèles choix de mode	131
<u>REFERENCES</u>	137

INTRODUCTION

- Cette section a pour objet de présenter d'une part quelques modèles de comportement individuels issus de la littérature (section 1) et de proposer d'autre part un modèle théorique et plusieurs sous-modèles de comportement en matière de déplacements privés (sections 2 et 3). Le choix du mode est traité ici comme un cas particulier dans le processus de décision de déplacement.

- Par modèle théorique, nous entendons une description précise du processus de décision et de comportement en utilisant un nombre limité de concepts. Ce travail est théorique mais il s'appuie sur de nombreuses études empiriques que nous avons pu consulter (*). Son objet est de présenter en un tout formalisé et articulé la compréhension que nous avons actuellement du processus. C'est un modèle car nous faisons un choix parmi les concepts et les variables qui nous semblent les plus pertinentes, nous les structurons et évoquons des relations possibles, voire des fonctions (fonction d'utilité par exemple). Ce modèle est théorique car il est plus explicatif que descriptif ou prédictif : nous cherchons à comprendre sans nous astreindre ici à des contraintes posées par le recueil des données. Il va donc de soi que ce modèle n'est pas, dans cet état, opérationnel. Nous discutons seulement brièvement (section 4) quelques voies possibles pour le rendre opérationnel. Mais ce travail correspond à une étape ultérieure de cette recherche.

(*) Cf. Section précédente.

1. MODELES DE COMPORTEMENT INDIVIDUEL

Des recherches importantes ont conduit à représenter sous forme de modèle ce que l'on sait du comportement du consommateur. La plupart des modèles existants raisonnent sur l'individu unique ou sur un centre de décision unique, la famille par exemple. Nous présentons les trois modèles classiques de la littérature américaine puis un modèle sur lequel nous nous sommes appuyés pour proposer des modèles spécifiques développés dans les sections suivantes.

1.1 Le modèle de F. Nicosia (1966)

C'est un modèle de comportement d'achat précisant les interactions entre les actions de l'entreprise et celles du consommateur. Sa structure circulaire est particulièrement intéressante : il n'y a pas de début d'un processus linéaire et isolé, les phases se succèdent et s'influencent. L'expérience résultant des consommations passées se combine avec la publicité reçue pour former les attitudes envers les marques. La phase décisionnelle (champ 2 : recherche, évaluation, puis champ 3 : décision) aboutit au comportement d'achat. La phase de consommation et de stockage (champ 4) permet d'acquérir une expérience qui, à son tour, ... et le schéma se poursuit au fil de l'histoire de l'individu.

Remarquons ici quelques insuffisances de ce modèle. Il n'y a pas de reconnaissance explicite d'un problème déclenchant un processus de décision. Il ne permet pas de représenter des comportements d'achat routiniers (habituels), il ne prévoit pas des états de la nature anticipés ou non venant empêcher ou modifier l'acte d'achat.

Ce modèle présente surtout un intérêt historique. Les auteurs des deux modèles suivants s'en sont inspirés et ont donné des modèles plus complets et plus adaptés aux concepts actuellement utilisés (au niveau de la notion d'attitude par exemple).

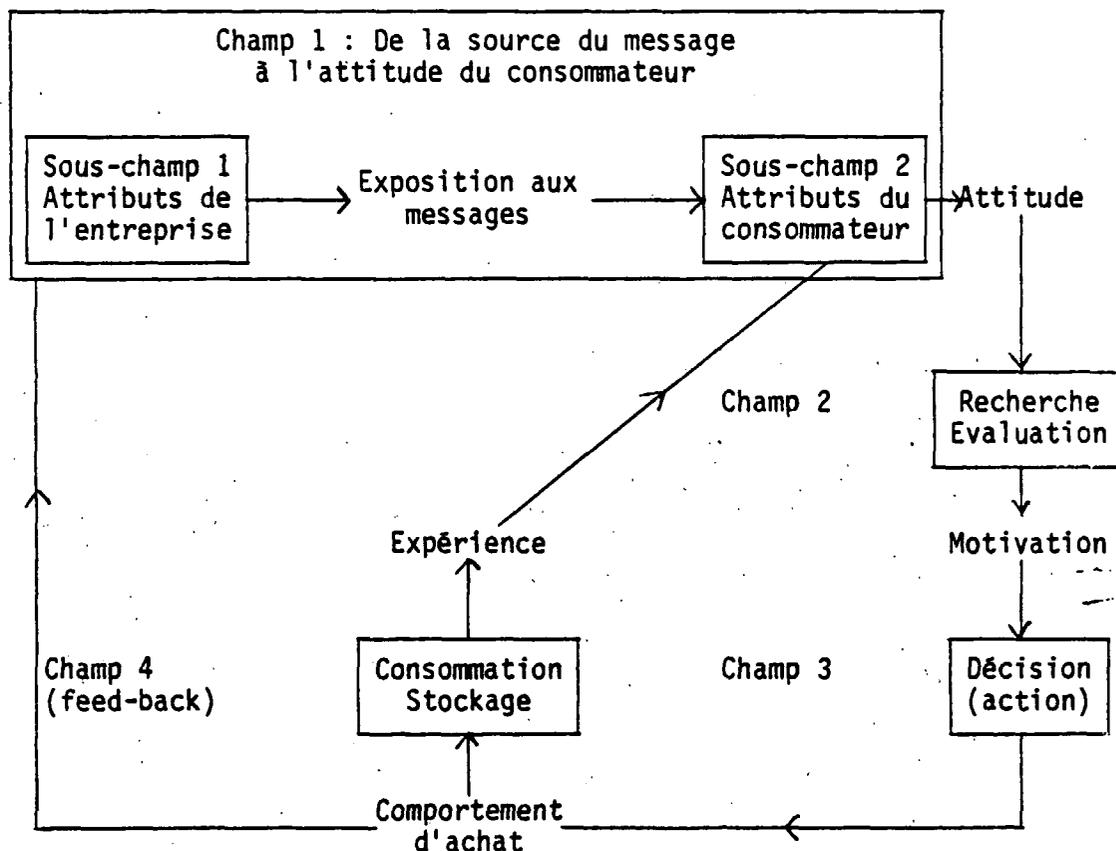


Figure 1.1 : Modèle (simplifié) de F. Nicosia

1.2 Le modèle de J. Howard et J. Sheth (1969 puis 1974)

Le modèle (figure 1.2) utilise des concepts que les auteurs identifient d'emblée comme des variables, ce qui, on le verra, pose quelques questions. Les variables endogènes figurent dans le graphe de la figure 1.2 et les variables exogènes n'y figurent pas mais sont prévues dans des équations fonctionnelles reliant les variables.

1.2.1 Les variables

Soit x une marque (ou un produit) et X la classe de produits correspondante ($x \in X$).

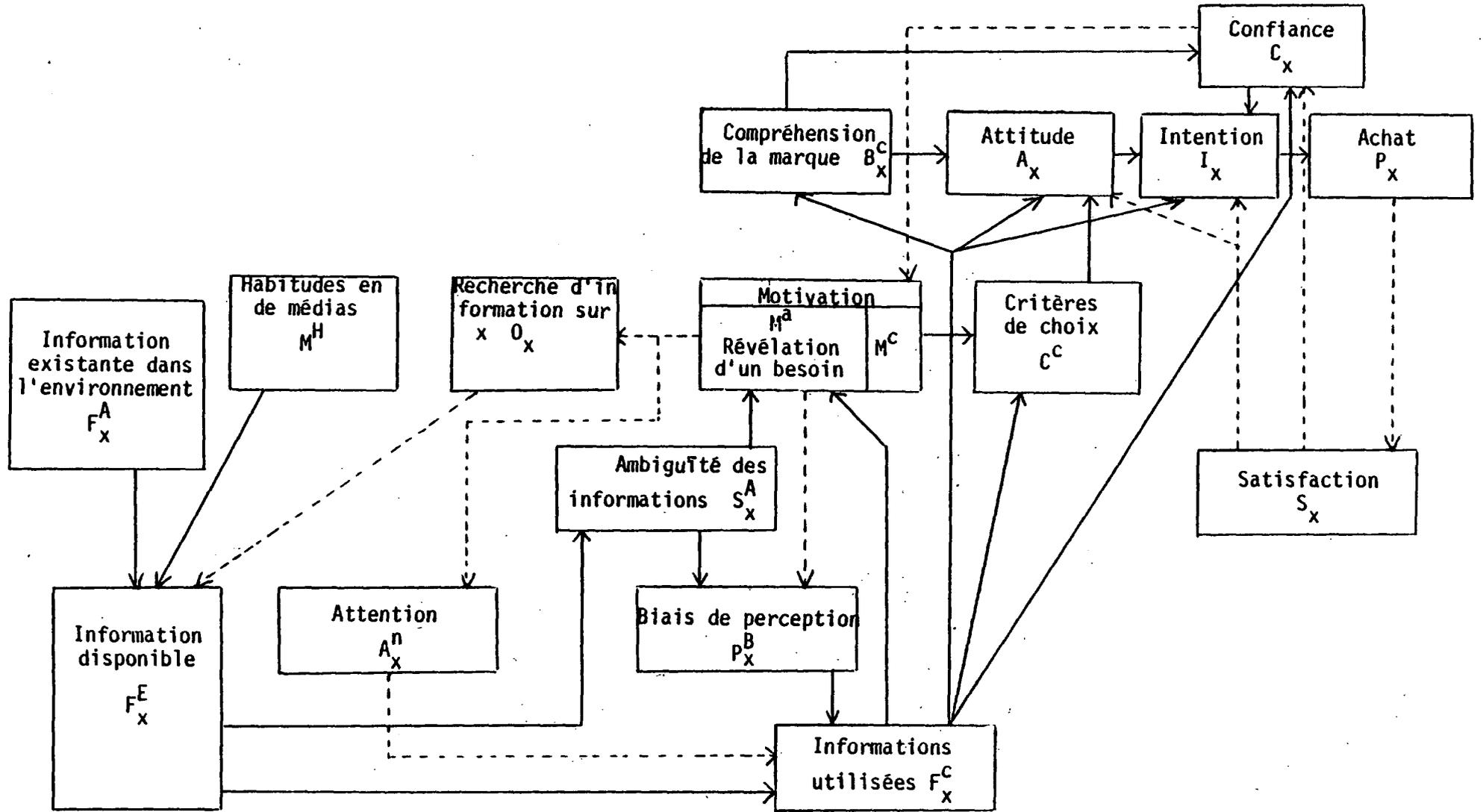
Variables endogènes

- P_x : Achat de la marque x
 I_x : Intention d'achat de x (exemple : la prochaine fois, ce sera la marque x qui sera achetée)
 A_x : Attitude envers x (c'est en fait une préférence global sur x permettant de comparer les éléments de X)
 C_x : Confiance dans l'évaluation de x (confiance dans sa capacité à évaluer x)
 C^C : Critères de choix (pertinents pour la classe X)
 S_x : Satisfaction envers x (après la consommation)
 B_x^C : Compréhension de x (compréhension des caractéristiques de x)
 M_a : Révélation d'un besoin et importance des motivations que X doit satisfaire
 M_c : Motivations et besoins pouvant être reliés directement à X
 F_x^C : Informations relatives à x utilisées (caractéristiques favorables ou non)
 F_x^E : Informations disponibles au niveau du consommateur
 F_x^A : Informations pouvant être obtenues dans l'environnement du consommateur
 P_x^B : Biais de perception envers x
 S_x^A : Ambiguïté des stimuli (perception d'une incertitude et manque d'information fiable et comprise)
 A_x^n : Attention du consommateur envers x (réceptivité, quantité d'informations reçues)
 O_x^X : Recherche externe d'information sur x
 M^H : Habitude en matière de médias.

Variables exogènes (non présentes dans la figure 1.2)

- C^U : Culture
 S^C : Classe sociale
 s^{OS} : Situation sociale et groupes sociaux de référence

Figure 1.2 : Le modèle de Howard-Sheth (1974)



- T^P : Pression due au peu de temps consacré à l'achat, la recherche d'informations et la consommation
- F^S : Ressources financières (budget)
- p^t : Personnalité
- I^P : Importance de l'achat (importance de X vis-à-vis des autres consommations).

Les auteurs indiquent les équations reliant les variables entre elles mais sans préciser les fonctions. $P_x = f(I_x)$ est par exemple l'une de ces équations. Les flèches en pointillés représentent les feed-back.

1.2.2 Commentaires sur le modèle

Il est intéressant en raison de certaines variables ou relations (biais dans la perception P_x^B , attention A_x^n , confiance dans l'évaluation C_x). Les rétro-actions sont nombreuses et mettent en évidence des influences cycliques quoique limitées ou insuffisantes : l'expérience par exemple joue de façon directe sur l'attitude et la confiance mais ne joue que de façon indirecte sur l'information utilisée (F_x^C) ou sur l'ambiguïté des informations (S_x^A) alors qu'on pourrait s'attendre à une influence directe de l'expérience sur ces variables amonts.

Certains concepts ne sont pas clairement définis (M^a et M^c) et leur interprétation reste ambiguë. Le modèle n'explique pas une phase de reconnaissance d'un problème. Il raisonne sur une marque x et non pas sur la classe X . De ce fait, il ne prévoit pas de façon explicite la recherche d'une autre marque si la marque x ne convient pas. Mais peut-être cela est-il dû davantage à une mauvaise présentation du modèle qu'à sa logique interne de fonctionnement qui reste malgré tout assez ambiguë.

Ce modèle donne des idées sur des influences plus qu'il ne reflète le fonctionnement d'un processus de décision. Certaines "variables" sont-elles de simples variables (P_x ?), des vecteurs (critères de choix C^c ?) ou tout autre chose non définie (culture C^u ?).

Par ailleurs, les auteurs font une distinction intéressante entre :

- comportement de type résolution d'un problème nouveau ;
- comportement de type résolution d'un problème limité ;
- comportement de type réponse automatique à des stimuli.

Il est dommage que cette typologie ne figure pas de façon évidente dans le modèle ci-dessus. Faut-il par exemple interpréter le cycle d'influence $C_x \rightarrow I_x \rightarrow P_x \rightarrow S_x \rightarrow C_x$ comme révélateur d'un comportement possible de routine (réponse automatique) ?

- Il manque une structure au modèle, les variables étant en apparence toutes au même niveau ; il manque peut-être une théorie sous-jacente malgré le nom que les auteurs ont donné à leur livre (1969).

Il en résulte que, sur le plan empirique, des erreurs d'interprétation ont été commises et que certains ont tenté des validations empiriques dont la démarche laisse le lecteur plus que sceptique.

- Considérons donc ce modèle comme une étape utile à la réflexion tant sur les concepts que sur leurs influences plus que comme un modèle de description d'un processus de décision.

1.3 Le modèle EKB (Engel, Kollat, Blackwell - 1968 puis 1978)

Le modèle EKB dans sa version récente (figure 1.3) échappe en partie aux nombreuses critiques que nous avons formulées au modèle précédent. Comme celui-ci, il utilise des variables plus ou moins bien définies et des relations entre ces variables représentées par des flèches sur la figure 1.3 (*).

(*) Remarquons cependant un nombre considérable d'erreurs dans l'exposé que les auteurs en font dans leur livre (1978). Les relations du diagramme, les équations et les commentaires souvent ne concordent pas. Nous reproduisons dans la figure 1.3 les relations du diagramme publié par les auteurs.

1.3.1 Les variables

- C_x : Choix (décision et achat de x)
 I_x : Intention
 UC : Circonstances non anticipées
 A_x : Attitude envers x (préférence globale)
 NC_x : Intériorisation de normes et critères due à l'influence sociale
 AC : Circonstances anticipées
 B_x : Perception des attributs de x (évaluation critère par critère)
 L : Personnalité et style de vie
 SI_x : Influence sociale du consommateur envers x
 IE_x : Informations obtenues par l'expérience
 EC : Critères de choix
 MR_x : Compréhension du message concernant x
 At_x : Attention (unification) envers x
 AM : Mémoire active (processus cognitif faisant une synthèse de l'information reçue et de celle mémorisée auparavant)
 M_o : Motivation (prédisposition pour atteindre des objectifs donnés)
 E_x : Exposition aux stimuli concernant x
 S_x^{pc} : Recherche avant le choix
 PR : Reconnaissance d'un problème (différence entre la situation actuelle et la situation souhaitée, initiatrice du processus de décision)
 ST_x : Stimuli (informations sur x)
 MU : Utilisation des médias (habitudes, préférences)
 S_x : Satisfaction : évaluation a posteriori cohérente avec l'évaluation a priori
 D_x : Dissonance : doute sur la valeur du choix effectué (d'autres marques avaient des attributs désirables)
 S_x^{px} : Recherche d'informations sur x après le choix pour confirmer le bien-fondé de celui-ci.

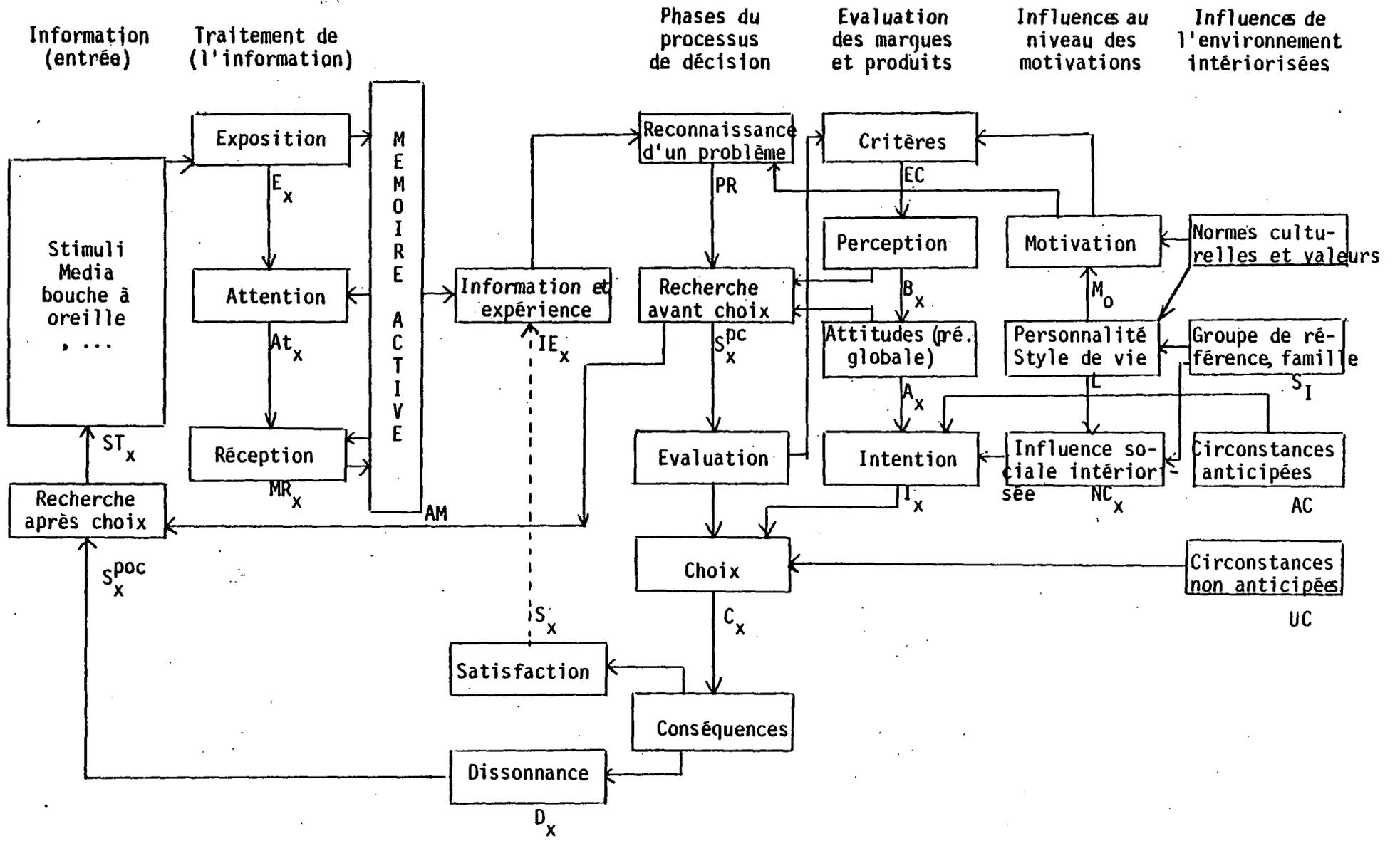


Figure 1.3 : Le modèle EKB

1.3.2 Commentaires sur le modèle

- Il a un grand nombre de points communs avec le modèle de Howard et Sheth ; il est cependant mieux structuré, les variables sont disposées en colonne, ce qui fait apparaître des blocs séparés ayant des niveaux de précision différents. Les variables ST_x (informations sur x) sont par exemple peu détaillées et elles figurent dans le bloc de gauche. Par contre, au centre, les variables sont plus précises.

- Le processus de décision est bien visible et repose sur cinq étapes :

- . reconnaissance d'un problème (PR)
- . recherche d'informations avant choix (S_x^{PC})
- . évaluation ;
- . choix (C_x) ;
- . conséquences après le choix.

- Le modèle fait intervenir des variables particulièrement intéressantes. Les circonstances anticipées (AC) viennent modifier l'intention et les circonstances non anticipées viennent modifier le choix. Cependant, on ne comprend pas comment peuvent s'opérer ces modifications. Il semble que les circonstances (anticipées ou non) n'interviennent que comme contraintes rendant impossible la sélection du produit préféré au niveau de l'intention (circonstances anticipées) ou le choix de la marque qu'on avait l'intention de choisir (influence des circonstances non anticipées). Que se passe-t-il alors dans chacun des deux cas ? L'individu prend-il l'action classée seconde dans l'ordre de la préférence globale (attitude) (*) ?

(*) De plus, on ne comprend pas très bien la flèche qui va de "Evaluation" à "Choix". Il semble en fait qu'elle soit en trop (cf. le grand nombre d'erreurs) et que cette phase d'évaluation est détaillée par les 4 étapes de la colonne : évaluation des produits et/ou marques.

- La préférence globale (attitude A_x) est en quelque sorte idéale et fait abstraction des pressions dues à l'influence sociale (NC_x) ou à celle de circonstances anticipées. Pourquoi ? Adopter cette hypothèse revient, on l'a souligné pour les circonstances anticipées, à ne considérer l'influence de ces facteurs que sous la forme de contraintes, ce qui est loin d'être acceptable. Prenons l'exemple de la comparaison de divers modes de transport. Les conditions météo peuvent faire partie de circonstances anticipées et pourquoi ne pas admettre que la préférence (attitude) envers les modes (train, voiture, ...) ne s'élabore pas en fonction de ces circonstances ? En effet, si le risque est un des critères de choix, l'évaluation de la voiture sur ce critère dépend des conditions météo (présence ou absence de neige et verglas) et la préférence globale va donc dépendre de ces circonstances anticipées. Dire que les conditions météo ne peuvent, dans cet exemple, jouer que sous la forme de contraintes est trop restrictif.

- La distinction entre B_x (perception des attributs et évaluation critère par critère) et S_x^{nc} (recherche avant le choix) est intéressante car les auteurs interprètent la première variable comme une recherche interne et la seconde comme une recherche externe d'information. Nous retiendrons cette distinction dans notre modèle sans la limiter toutefois aux seules informations sur x . En effet la recherche (interne ou externe) peut également conduire à trouver de nouvelles actions ou produits ou marques).

- Intéressante également est l'introduction de la dissonance (D_x) et de la satisfaction (S_x), fonction de cette dissonance (il y a une erreur dans le graphe du modèle et il manque une flèche $D_x \rightarrow S_x$).

- Dans leur modèle, les auteurs n'utilisent pas le concept de Howard et Sheth d'ambiguïté des stimuli (perception d'une incertitude) car ils le jugent peu opérationnel. Cela est regrettable car, au moins dans une phase explicative, l'incertitude est un phénomène capital dans

le jugement et doit pouvoir être prise en compte dans un modèle descriptif. D'ailleurs, certains comportements ne visent-ils pas à choisir une action (une marque, un produit, un itinéraire, ...) partiellement inconnue, donc jugée incertaine, précisément pour trouver là un moyen facile et sûr d'évaluer cette action. Or le modèle EKB suppose l'action entièrement évaluée. Cela nous semble peu réaliste et, dans le modèle que nous proposons, il est possible de choisir une action partiellement évaluée (et donc éventuellement jugée incertaine avant) de façon à pouvoir la juger après, en connaissance de conséquences. C'est ce qu'on appelle un essai. C'est bien la base même des nombreux processus essais-erreurs utilisés par l'homme et précisément par le consommateur pour ses produits courants et à faible durée de vie.

1.4 Le modèle de comportement utilisé dans notre recherche

Le modèle de base que nous utilisons ressemble en bien des points aux modèles précédents. Son objet est de décrire de façon précise les différentes phases du processus de décision et de comportement. La figure 1.4 ne contient pas explicitement des variables telles que la catégorie socio-professionnelle, le style de vie, les ressources financières, le patrimoine, ... qui influencent pourtant l'issue du déroulement du processus, le contenu précis des variables internes au modèle.

En effet, ces variables doivent être introduites lorsqu'on veut expliquer des différences individuelles dans l'élaboration des préférences et des comportements. Mais, pour décrire le processus de décision lui-même (sa structure, son évolution), elles sont inutiles et l'encombrent.

Après une présentation du modèle, on précise le concept de structure de préférence et de jugement largement utilisé dans ce modèle.

1.4.1 Description du modèle (figure 1.4)

- Six phases sont distinguées. Trois d'entre elles (A, D, S) mettent en jeu chacune une structure de préférence et de jugement reflétant l'état

dans lequel se trouvent les préférences et les jugements dans la phase considérée ; les trois autres (p, d, a) sont des phases d'articulation entre les précédentes. Elles peuvent être d'une durée brève.

." A " est une phase de structuration des attitudes envers certaines actions (achats de produits, déplacements à effectuer, etc.). Elle met en jeu une structure de préférence appelée structure d'attitude (SA). Un très grand nombre de variables contribuent naturellement à l'élaboration et/ou l'évolution de la SA (publicité, informations données par les médias, évolution de la situation et du patrimoine de l'individu, ...).

." p " phase de reconnaissance d'un problème, est rendue possible grâce à la SA. La situation actuelle ou une situation future anticipée est jugée par la SA mauvaise ou peu satisfaisante (cf. § 1.4.2 : le concept de structure de préférence et de jugement), ce qui déclenche la reconnaissance d'un problème.

." D " phase décisionnelle, permet de concevoir ou de percevoir des actions, de les évaluer grâce à la structure de préférence décisionnelle SD qu'elle met en jeu. L'information utilisée peut être interne (la mémoire) ou externe. Mais ce point ne peut être développé que dans des schémas plus détaillés du modèle.

." d " est plus un temps fort qu'une phase. C'est la décision ou l'intention résultant de la phase "D" ou c'est la réponse automatique mémorisée dans la SA pour les comportements routiniers sans décision. On ne se pose pas tous les matins la question de savoir quel mode de transport on va utiliser pour se rendre au travail. Par contre, le changement d'un comportement routinier est diagnostiqué dans la phase "p". La décision est stratégique si plusieurs actions sont envisagées selon les circonstances ou états de la nature anticipés.

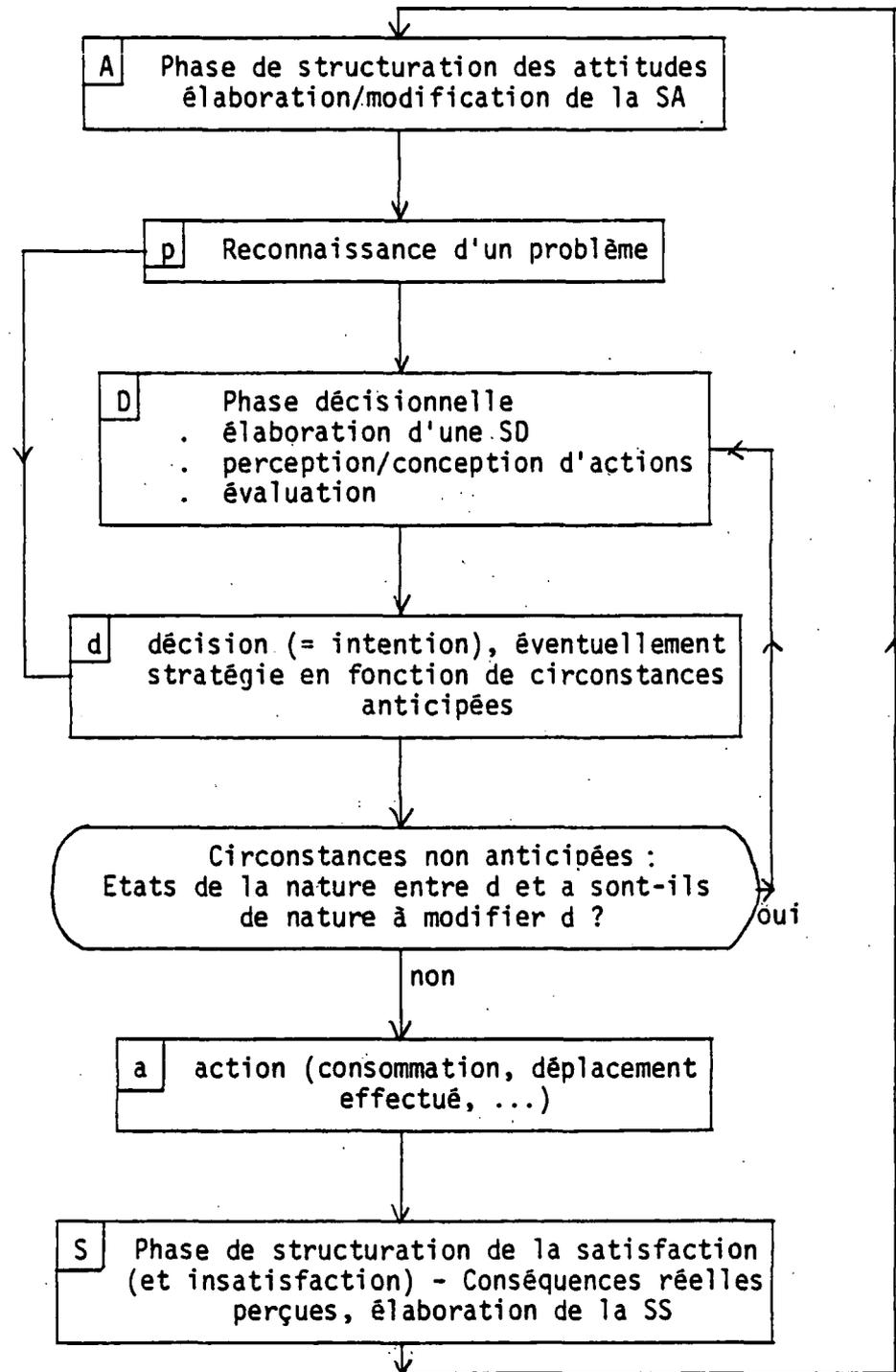


Figure 1.4 : Modèle de processus de décision et de comportement utilisé

- Si l'état de la nature n'a pas été anticipé, il peut être nécessaire de modifier son choix ; il y a dans ce cas une nouvelle phase décisionnelle rendue nécessaire au dernier moment (éventuellement très courte s'il n'existe pas d'alternative à d).

- "a" est la phase d'action qui peut être courte (boire un verre au café) ou très longue (habiter une maison que l'on a achetée). "S" est une phase de structuration des préférences et des jugements après ou pendant l'action. Elle permet un jugement a posteriori en fonction des connaissances des conséquences réelles (mais perçues) de l'action "a" au fur et à mesure que celles-ci se produisent. Elle met en jeu une structure de préférence appelée structure de satisfaction (SS).

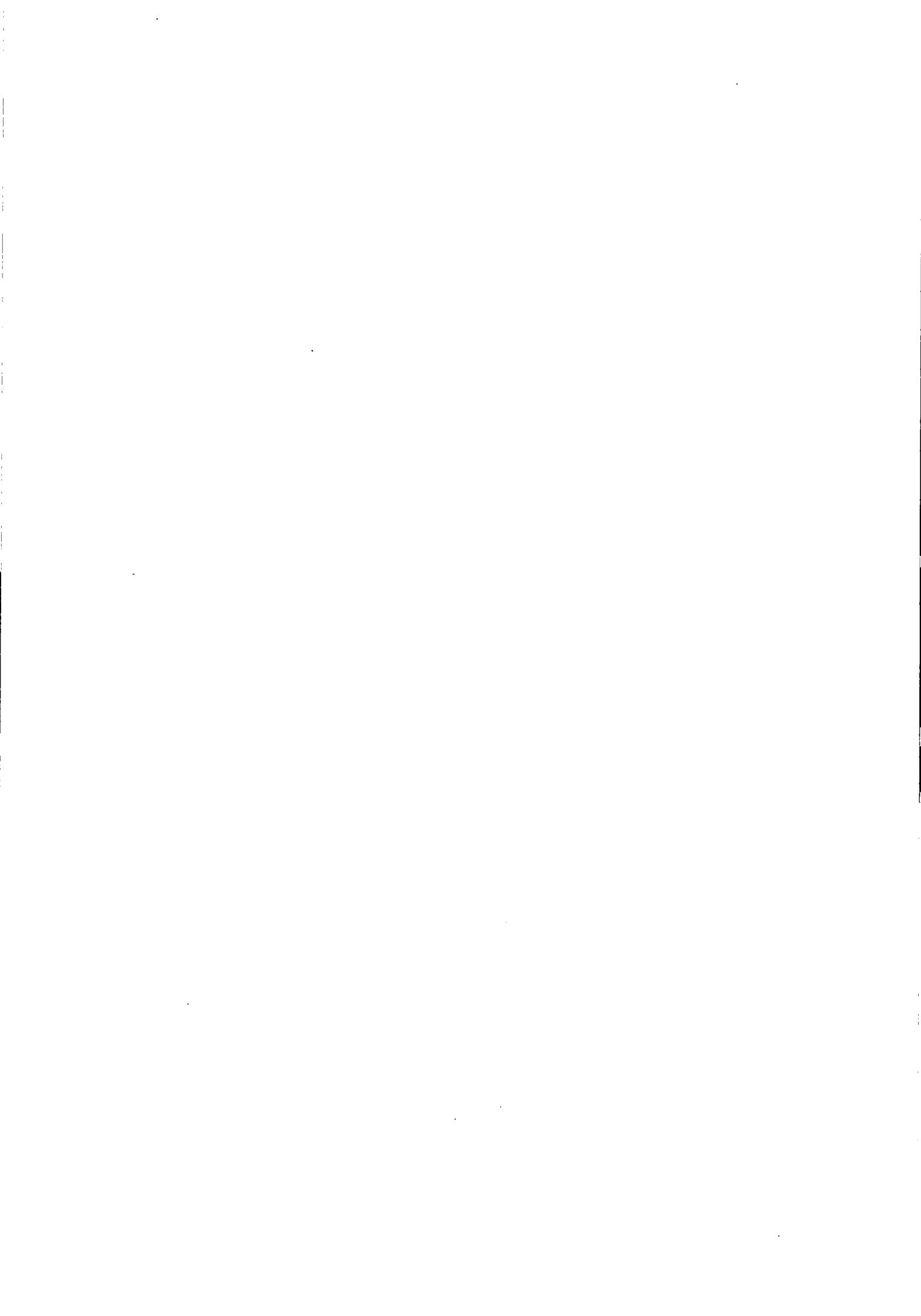
Nous aurons l'occasion de développer l'étude de ces phases au § 2.2.1 à propos de la modélisation du comportement en matière de déplacements.

1.4.2 Le concept de structure de préférence et de jugement

- Soit \mathcal{A} un ensemble quelconque d'actions homogènes (achats et consommation de divers produits, déplacements, ...) ; une structure de préférence et de jugement comprend de façon organisée les concepts suivants :

- . une perception des attributs et conséquences de $a \in \mathcal{A}$;
- . une évaluation multicritère des actions $a \in \mathcal{A}$ et ainsi des jugements partiels et des préférences partielles sur les actions $a \in \mathcal{A}$;
- . des jugements globaux et une préférence globale sur les actions de \mathcal{A} .

- Les jugements globaux ou partiels, c'est-à-dire relatifs à un seul critère, sont au nombre de quatre :



- . $a \in B$: l'action est jugée bonne ;
- . $a \in A$: l'action est jugée acceptable et donc plus ou moins satisfaisante (on peut passer progressivement du jugement B au jugement M : cf. le concept d'utilité) ;
- . $a \in M$: l'action est jugée mauvaise ;
- . $a \in I$: l'action est jugée incertaine (action non encore évaluée, impossible à évaluer, trop aléatoire, ...).

- Suivant les modèles de préférences globales ou partielles retenus, celles-ci peuvent être des préordres totaux (classements) ou préordres partiels (certaines actions peuvent ne pas être comparées entre elles).

1.4.3 Exemples de structures de préférence et de jugement formalisées

La fonction d'utilité additive

- Soit \underline{x} un vecteur d'attributs, $u(\underline{x})$ une fonction d'utilité multiattribut additive, c'est-à-dire telle que :

$$u(\underline{x}) = \sum_{i=1}^n u_i(x_i).$$

- On suppose que tous les niveaux des x_i et de $u(\underline{x})$ sont acceptables (jugements B et M exclus du modèle).

. $\underline{x}(a)$ est la perception de a supposée dans ce modèle précise ($\underline{x}(a)$ est un vecteur ou un point dans l'espace des attributs).

. $u_1(x_1(a)), u_2(x_2(a)), \dots, u_n(x_n(a))$ est l'évaluation multicritère de l'action a . Les jugements partiels sont tous acceptables ($a \in A_i$ pour tout critère i) et les préférences partielles sont des préordres totaux (classement des actions de \mathcal{A} selon u_i décroissant).

. $u(a) = \sum_{i=1}^n u_i(x_i(a))$ est l'évaluation globale de l'action. Globalement, elle est jugée acceptable et la préférence globale sur \mathcal{A} est le préordre total obtenu selon les utilités $u(a)$ décroissantes. Il peut être nécessaire, dans certains modèles de fonction d'utilité, d'introduire un niveau d'utilité u_0 départageant les actions acceptables en actions satisfaisantes ($u(a) \geq u_0$) et actions non satisfaisantes ($u(a) < u_0$). C'est le cas de la moyenne à un examen (baccalauréat, ...).

. a^* tel que $u(a^*) = \text{Max}_{a \in \mathcal{A}} u(a)$ est appelée action optimale. C'est la première action (ou une des premières ex-aequo) du classement correspondant à la préférence globale. Dans une structure d'attitude (SA), a^* peut être la réponse automatique au problème posé (p) suite à une évaluation jugée insatisfaisante de la situation actuelle ou anticipée a_0 :

si $u(a_0) < u_0$ (phase p), alors faire a^* (phase d).

Structure de préférence à niveaux d'aspiration

Soit \underline{x} un vecteur critère et \underline{x}^* les niveaux d'aspiration correspondants.

- $\underline{x}(a)$ est la perception des actions et l'évaluation multicritère.
- Les jugements partiels sont : $a \in B_i$ si $x_i(a) \geq x_i^*$ et $a \in M_i$ si $x_i(a) < x_i^*$.

Le jugement global est $a \in B$ si $\underline{x}(a) \geq \underline{x}^*$ et $a \in M$ s'il existe i tel que $x_i(a) < x_i^*$. Autrement dit, l'action est jugée bonne (satisfaisante) dès qu'elle satisfait à tous les critères et elle est jugée mauvaise (non satisfaisante) dès qu'elle ne satisfait pas à un seul critère.