

DGRST

SECRETARIAT D'ETAT AUPRES DU  
MINISTRE DE L'EQUIPEMENT (TRANSPORTS)

metra

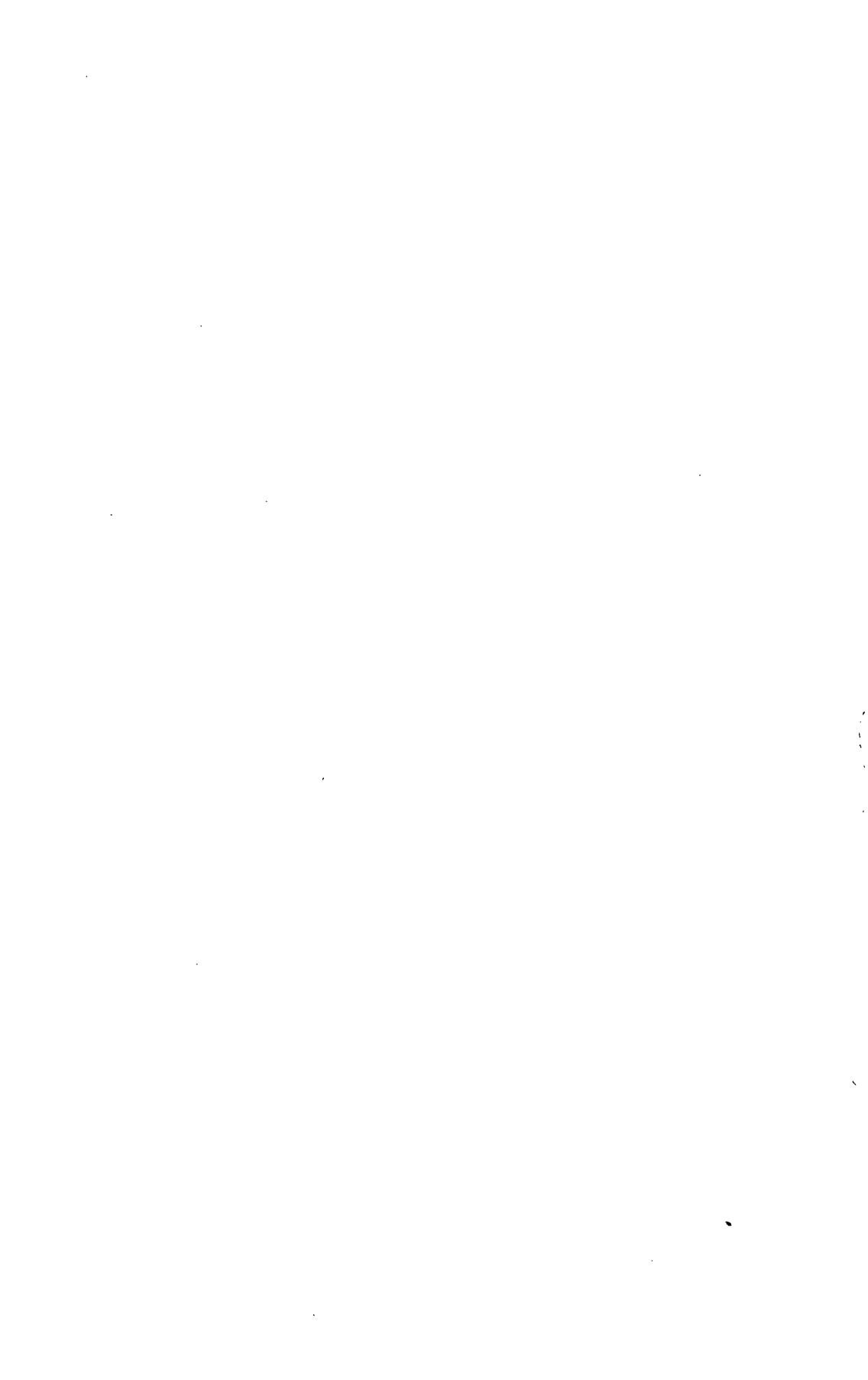
**élaboration de critères permettant  
une intégration des divers aspects  
liés au temps dans l'aide à la  
décision en matière de transports**

B. ROY  
Y. BOULVIN  
Eric JACQUET-LAGREZE  
Michel BLANCHER  
Xavier GODARD

Août 1975

SEMA (METRA INTERNATIONAL)  
16-18, Rue Barbès  
92128 MONTRouGE  
Tél : 657-13-00

CDAT  
4482



Ce rapport est le résultat de la première phase d'un travail confié par la DGRST et le SAEI à la SEMA dans le cadre de l'ATP Socio-Economie des Transports (marché n° 7400020002257501).

Il a été réalisé par une équipe faisant coopérer des chercheurs de la SEMA, de l'IRT et de l'université Paris-IX Dauphine, sous la responsabilité scientifique de B. ROY.

L'équipe a en outre bénéficié de l'appui ou de concours ponctuels multiples, notamment de la part de Messieurs :

BAILLY	FICHELET
BANAZUCK	FOUCAUD
BARJANSKY	GENTHON
BAUCHOT	GIRAULT
BERDUCOU.	GUIEYSSE
BIEBER	KOENIG
BOURGIN	LAPLACE
BCURGOIN	LOS
de CHANGY	MORIN
CONSTANTINI	PEJU
COUILLAUD	PIGE
DERAFFIN-DOURNY	QUINET
DUPUY	

Qu'ils trouvent ici l'expression de nos très vifs remerciements pour leur contribution.

La seconde phase de la recherche aura pour objet de rendre ce travail opérationnel.



SOMMAIRE

Rapport général (1er fascicule)

0 -	<u>L'objet de la recherche et son évolution</u>	1
1.	Objet initial de la recherche	1
2.	Elargissement du champ de la recherche	2
2.1	Abandon de la restriction domicile-travail	2
2.2	Elargissement méthodologique	3
I -	<u>Les principales conclusions</u>	5
1.	Conceptions et pratiques actuelles des études ont conduit à renforcer une attitude hostile à toute étude	5
2.	Nécessité d'un cadre méthodologique plus perméable et favorisant un renouveau des études	7
3.	Le concept de valeur du temps est insuffisant pour prendre en compte la multiplicité des aspects liés au temps. Vouloir l'affiner, c'est s'engager dans une voie sans issue	9
4.	Une bonne intégration des aspects liés au temps doit prendre appui sur une analyse conduite aux trois niveaux individuel, collectif et structurel	13
5.	Les critères ne peuvent être élaborés indépendamment. Ils doivent former une famille cohérente	16
6.	Souvent, l'ensemble A est abusivement restreint et la définition des actions candidates est mal adaptée	17
7.	Parmi d'autres : trois conceptions de A et leurs problématiques associées	18
8.	Ne pas escamoter l'incertitude et l'imprécision, introduire des scénarios sur le futur	20
II -	<u>La méthode de travail</u>	22
1.	La méthode de travail de juin à décembre 1974	23
2.	La méthode de travail de janvier à juin 1975	24
2.1	Les problèmes examinés et les conditions de choix	25
2.2	Les problèmes supports retenus	26
3.	Les problèmes supports et le cadre méthodologique	28
III -	<u>Les concepts et la méthodologie proposés</u>	29
0.	Préliminaires	30
0.1	Interaction entre analyse et modélisation	31
0.2	Décideur, demandeur, homme d'étude	33
0.3	Trois niveaux de modélisation	35

1.	Des actions candidates à la problématique	37
1.1	Les actions candidates	37
1.2	La problématique	41
1.3	Rendre à chaque niveau de modélisation ce qui lui appartient	42
2.	Des conséquences à la famille cohérente de critères	45
2.1	Les concepts primaires	45
2.2	Le concept de famille cohérente et la nature profonde des critères qui la constituent	58
3.	De la préférence globale à l'attitude opérationnelle	70
3.1	Le problème fondamental de la modélisation des préférences globales	70
3.2	Les attitudes opérationnelles types	74
	<u>Bibliographie</u>	78
	<u>Annexe A : Approches théoriques pour l'appréhension du temps</u>	103
0 -	<u>Introduction</u>	105
I -	<u>La perception du temps de transport dans les déplacements domicile-travail : Esquisse d'un schéma explicatif</u>	106
1.	Les apports de la psychologie expérimentale	107
2.	Les recherches psycho-sociologiques concernant le vécu	110
3.	Esquisse d'un schéma explicatif	117
II -	<u>La valeur du temps</u>	121
1.	Contexte de l'application de la valeur du temps	121
1.1	Problèmes de prévision de trafic	121
1.2	Problèmes d'évaluation des coûts et avantages	122
2.	L'étude de T.C. THOMAS et D.G. HANEY : "The value of time for passengers cars" (1967)	122
2.1	La synthèse	123
2.2	L'étude théorique	124
2.3	L'étude expérimentale	126

2.4	L'utilisation de la valeur du temps dans le calcul économique	130
2.5	Recherches futures	131
2.6	Débats suscités par cette étude	131
3.	Quelques uns des principaux problèmes posés à l'occasion de l'application de la valeur du temps	132
III -	<u>L'accessibilité</u>	136
1.	Présentation des indicateurs d'accessibilité	136
1.1	La notion d'accessibilité	136
1.2	Problèmes de définition des indicateurs d'accessibilité	137
1.3	Différents types d'indices possibles	138
2.	La théorie économique de l'accessibilité urbaine de G. KOENIG	141
2.1	Insuffisance des indicateurs classiques de comparaison de variantes	141
2.2	Position du problème et premières hypothèses générales	142
2.3	Première hypothèse sur le comportement du citoyen	142
2.4	Deuxième hypothèse concernant la distribution de probabilité des utilités brutes des emplois	143
2.5	L'indicateur d'accessibilité gravitaire	143
2.6	Cas des déplacements non liés au travail	144
2.7	Utilisation de cette théorie de l'accessibilité	144
2.8	Remarques critiques	144
IV -	<u>L'actualisation</u>	146
1.	Le problème	147
2.	L'approche classique	148
3.	L'approche de K. LANCASTER (1963)	150
4.	L'approche de T.C. KOOPMANS (1960)	153
5.	L'approche de R.F. MEYER (1968)	155
6.	L'approche de D.E. BELL (1972)	157
7.	Conclusion partielle	160

<u>Annexe B : Les problèmes supports</u>	161
0 - <u>Introduction</u>	163
I - <u>Choix de la localisation d'un aéroport</u>	164
0. Introduction	164
1. Les méthodes coûts-avantages	165
1.1 Etude descriptive des différentes méthodes	166
1.1.1 Introduction aux méthodes coûts-avantages	166
1.1.2 Le cas du troisième aéroport de Londres	166
1.1.3 L'étude d'un aéroport pour le Yorkshire	173
1.1.4 Etude de l'extension de l'aéroport de Porto	178
1.2 Etude critique des méthodes coûts-avantages	183
1.2.1 Leurs atouts	183
1.2.2 Leurs faiblesses	184
1.3 Conclusion	198
2. A propos de la construction d'une fonction d'utilité : le cas de l'aéroport de Mexico	200
2.1 Le problème de l'aéroport de Mexico - présentation de la méthode "multi-attribute"	200
2.1.1 Méthodologie	200
2.1.2 L'ensemble des actions possibles	201
2.1.3 Les objectifs	201
2.1.4 Evaluation des actions	202
2.1.5 Etablissement d'une fonction d'utilité	203
2.1.6 Classement des actions	206
2.2 Etude critique de l'approche "multi-attribute"	206
2.2.1 Les points forts	206
2.2.2 Les points faibles	208
2.3 Conclusion	209
3. Critères liés au temps d'accès dans le cas de l'aéroport du Var	211
3.1 Les actions candidates	212
3.2 Conséquences et dimensions au niveau de l'utilisateur	214
3.2.1 Temps d'accès	214
3.2.2 Commodité de l'accès à l'aéroport	216
3.2.3 Confort, agrément du site et de l'accès	216



3.3	Conséquences et dimensions au niveau de la collectivité	217
3.3.1	Accessibilité à l'aéroport pour le personnel travaillant sur celui-ci	217
3.3.2	Accessibilité au réseau aérien pour les cadres du Var (trafic émis)	218
3.3.3	Accessibilité à Paris	218
3.3.4	Accessibilité à des zones touristiques (trafic reçu)	218
3.3.5	Accessibilité à des zones de travail (trafic reçu)	218
3.3.6	Temps bien économique	219
3.3.7	Autres dimensions	220
3.4	Conséquences et dimensions à un niveau structurel	221
3.4.1	Renforcement de la centralisation	221
3.4.2	Activités induites - conséquences sur l'aménagement local	222
II -	<u>Opérations d'aménagement et modes d'exploitation pour un réseau routier</u>	223
0.	Introduction	223
1.	Le processus de décision en matière d'investissements routiers de catégorie 1	223
1.1	Schéma du processus	223
1.2	Présentation de la circulaire du 20 janvier 1970	225
1.2.1	Objet de la circulaire	225
1.2.2	Définitions	226
1.2.3	Calcul des avantages	226
1.2.4	Calcul des coûts/voiture intervenant dans les formules de calcul des avantages	228
1.2.5	Calculs pratiques	230
1.3	Commentaires	234
1.3.1	Sur le processus	234
1.3.2	Sur les études de rentabilité	235
2.	Opérations de délestage	238
2.1	Les études de rentabilité appliquées aux opérations de délestage	238

2.2	L'étude de régulation du complexe A6-H6	241
2.2.1	L'ensemble A des actions candidates	242
2.2.2	Les critères d'optimisation envisagés	242
2.2.3	Le modèle d'optimisation retenu	243
2.3	Commentaires	244
3.	Suggestions	246
3.1	Pour une autre approche dans l'aide à la décision en matière d'investissements routiers de catégorie 1	247
3.2	A propos des opérations de délestage	253
III -	<u>Etablissement d'une desserte ferroviaire de banlieue :</u>	
	<u>la liaison Ermont-Invalides</u>	255
0.	Introduction	255
1.	Les objectifs recherchés	259
2.	Les différents scénarios	262
3.	Ensemble des solutions possibles, construction des variantes	267
4.	Critères	267
4.1	Critères liés au coût	267
4.2	Critères au niveau de l'utilisateur	268
4.3	Critères au niveau collectif	271
4.4	Critères au niveau structurel	272
4.5	Autres critères pouvant être pris en compte pour une étude plus poussée	273
IV -	<u>Décisions en matière de confort dans un réseau de transport en commun</u>	276
0.	Introduction	276
0.1	Notre notion de confort	276
0.2	Les supports de notre réflexion	276
1.	Types de décisions et actions candidates	277
1.1	Faire-ne pas faire	277
1.2	Répartition d'une enveloppe	277
1.3	Choix d'une variante	278

2. Choix d'une problématique	279
3. Conséquences et dimensions au niveau de l'utilisateur	280
3.1 Au niveau individuel	280
3.1.1 Les durées	280
3.1.2 Les conditions liées à l'environnement	281
3.1.3 Les informations diffusées	283
3.2 Au niveau collectif	284
3.2.1 L'impact médical	284
3.2.2 L'agressivité	284
3.2.3 Le total des temps de déplacements journaliers	284
3.2.4 L'interconnexion avec les autres réseaux de transport	284
3.2.5 L'impact familial et social	285
3.3 Au niveau structurel	285
3.3.1 L'évolution des consommations collectives et individuelles	285
4. Elaboration d'une famille cohérente de critères	286



## 0. L'OBJET DE LA RECHERCHE ET SON EVOLUTION

### 1. Objet initial de la recherche

La recherche intitulée "Intégration des divers aspects liés au temps dans les techniques d'aide à la décision et à la planification en matière de transports" avait pour but de proposer une gamme de critères, d'indicateurs et leurs modes d'évaluation permettant la prise en compte de la quasi-totalité des aspects liés au temps pour une classe étendue de problèmes, limité cependant aux décisions concernant les trajets domicile-travail (décisions d'investissements et décisions d'exploitation).

Dans ce but, la recherche avait été programmée en cinq niveaux :

- 1) Rassemblement des études, des informations, des opinions d'experts relatives au temps et à la façon dont il est pris en compte dans les problèmes de transport, et sélection de quelques problèmes supports.
- 2) Analyse de l'ensemble des actions possibles dans les problèmes supports.
- 3) Approfondissement des notions de temps vécu par l'usager et de temps bien économique ainsi que de leurs conséquences dans la prise de décision en matière de transport.
- 4) Elaboration de critères et leurs indicateurs permettant la prise en compte du temps dans les problèmes supports.
- 5) Utilisation des critères sur dossiers concrets - Articulation entre les critères liés au temps et les autres critères.

L'ensemble de la recherche se déroulant sur deux ans, ce rapport concerne la première phase de cette recherche, à savoir les trois premiers niveaux mentionnés ci-dessus. La seconde phase de cette recherche devait concerner les niveaux numérotés 4 et 5 et son objet a été précisé dans le dossier de renouvellement.

En fait, si cette première phase a bien été conduite selon les trois premiers niveaux, son déroulement s'est heurté à différents obstacles qui ont conduit à remettre en cause certaines des limites initiales et même à modifier quelque peu l'objectif.

## 2. Élargissements du champ de la recherche

Que ce soit à l'occasion de :

- la recherche des problèmes supports indispensables pour asseoir concrètement nos réflexions,
- nos tentatives de modélisation des différents aspects liés au temps en vue d'élaborer une gamme de critères,
- l'impossibilité d'atteindre l'objectif en restant dans le cadre des concepts et de la méthodologie en vigueur (calcul économique),
- nos efforts pour imaginer une meilleure insertion des approches scientifiques dans les processus de décision en matière de transport,
- nos entretiens menés dès le début de la recherche avec des personnalités fort variées,

nous nous sommes vite sentis mal à l'aise dans le cadre initial de la recherche. Il nous est en effet apparu trop étroit et délimité de façon inadéquate, d'où les élargissements successifs décrits ci-après.

### 2.1 Abandon de la restriction domicile-travail

Il a été décidé de ne pas se cantonner à ce seul type de déplacement et de ne pas exclure de notre réflexion les trajets de personnes "autres motifs", tant en milieu intra-urbain, inter-urbain que rural. Ce premier élargissement a été rendu nécessaire lors du choix des problèmes supports.

Il ne nous a pas été possible de trouver suffisamment de problèmes dans le seul cadre des trajets domicile-travail compte-tenu des conditions nécessaires requises pour le choix de ces problèmes (voir II.2). C'est ainsi qu'il a été jugé souhaitable de réfléchir sur les problèmes de localisation d'aéroports qui, tout en restant "urbains", dépassent le cadre des trajets domicile-travail. De même, les problèmes soulevés par la Direction des Routes dépassaient largement le cadre urbain pour aborder des décisions d'investissement ou d'exploitation en rase campagne.

## 2.2 Elargissement méthodologique

Dans son objet initial, la recherche prévoyait une seule prise en compte des aspects liés au temps (excepté au niveau 5), en faisant référence à un cadre méthodologique d'aide à la décision multi-critères que nous développons longuement en III. L'objet portait sur un sous-aspect de ce cadre, à savoir l'appréhension des conséquences liées au temps. Au cours de la recherche, on a précisé cet objectif en explicitant trois niveaux d'étude de ces conséquences :

- niveau individuel ;
- niveau collectif ;
- niveau structurel (\*).

Pour des raisons développées en II.3, raisons dues notamment à l'usage très répandu du calcul économique sous la forme d'études de rentabilité ou d'analyse coûts-avantages, il n'a été ni possible ni souhaitable de limiter cette recherche à ce cadre étroit.

En conséquences, pour bon nombre de problèmes supports, la réflexion a porté sur des études d'aide à la décision selon notre méthodologie, dépassant ainsi une seule réflexion sur la prise en compte du temps sous toutes ses formes.

- Pour l'un des problèmes, il a même été jugé utile d'examiner avec soin l'ensemble du processus qui conduit normalement à la décision, du rôle de l'étude scientifique dans ce processus, des problèmes d'insertions et de pédagogie qui sont ainsi posés. L'étude de tels processus nous paraît indispensable si l'on veut progresser vers une plus grande acceptation de l'approche scientifique dans ces derniers.

- Il nous est apparu relativement arbitraire et inefficace d'aller trop avant dans les développements mathématiques sans examiner corrélativement les aspects liés à la pédagogie d'insertion de ces méthodologies tant sur le plan institutionnel qu'individuel.

---

(\*) Ces trois niveaux ont été explicités dans le compte rendu du 15 novembre 1974, le rapport d'activité 1974, le dossier de renouvellement et enfin en III dans le présent rapport.

Enfin, notre réflexion a porté sur la modélisation des aspects liés au temps, directement ou indirectement, de par sa quantité ou sa qualité, dans ses effets immédiats ou futurs, dans la mesure où ces aspects ont à intervenir dans certaines décisions en matière de transport. De façon plus précise, c'est leur analyse, leur formalisation au travers de critères et leur intégration réaliste et opérationnelle dans les études et l'aide à la décision qui est plus particulièrement en cause.

Toutefois, il nous est apparu indispensable de traiter plusieurs aspects de l'aide à la décision qui pourraient sembler a priori sans rapport avec l'intégration effective dans les études et l'aide à la décision des aspects liés au temps.



## I - PRINCIPALES CONCLUSIONS

### 1. Conceptions et pratiques actuelles des études ont conduit à renforcer l'attitude hostile à toute étude

Cette recherche s'appuie sur un ensemble de problèmes de décisions faisant appel aux pratiques actuelles du calcul économique (analyse coûts-avantages, calculs de taux de rentabilité), pratiques pour lesquelles le concept de valeur du temps joue un rôle central.

Bien que le temps intervienne dans ces problèmes sous des formes très diverses (selon qu'il s'agisse d'exploitation ou d'investissement, de route, de chemin de fer ou d'aviation, ...), les concepts et la méthodologie en vigueur présentent des traits communs tout à fait déterminants.

Tel qu'il est pratiqué, le calcul économique est souvent imperméable aux agents concernés (souvent même aux décideurs concernés). Le fait de vouloir tout ramener ou presque à des considérations économiques et en cela de réduire à l'extrême le "politique", laisse une barrière imperméable à bon nombre d'entre eux. C'est en outre une source de complexité qui aboutit à une logique très subtile mettant en jeu de nombreux paramètres. Il s'ensuit un effet de "boîte noire". "L'analyse avantages-coûts, gravement sujette aux jugements de valeur, peut ainsi constituer un redoutable instrument d'opportunisme politique et de mystification sociale : quelques judicieuses pondérations et l'on obtient le résultat que l'on veut, résultat d'autant plus crédible que, armé de fioritures techniques impressionnantes, il baigne dans une aura de mystère qui le protège de la critique des non-initiés" (A. ALEXANDRE et J.P. BARDE (1973)). Des jugements semblables nous ont été émis par plusieurs de nos interlocuteurs, utilisateurs du calcul économique dans des études de rentabilité. Vu la grande imprécision dans les données, la liberté dans le choix de certains paramètres, tels notamment les valeurs du temps des diverses catégories, l'estimation du trafic actuel dans une solution de référence, les prévisions d'emplois, ..., il est possible de faire varier le taux de rentabilité d'un projet dans une fourchette qui dépasse largement le cadre de la précision qu'on lui donne parfois à nouveau dans les débats politiques à plus haut niveau (cf. annexe B, § II, 1.3.2).

Cette flexibilité conjuguée avec un choix d'un ensemble de variantes prématurément restreint permet de préconiser de façon abusive l'une d'entre elles sous prétexte qu'elle est la meilleure dans les conditions considérées.

A ce sujet, E. QUINET (1974) écrit : "Faire passer une variante en lui adjoignant une variante repoussoir ; en montrant que c'est la meilleure, le calcul économique classique ne fera alors, sous des apparences savantes, qu'enfoncer une porte ouverte ; et son expression particulièrement compacte - un chiffre (\*) - et ésotérique ne permettra pas de faire sentir qu'une troisième variante aurait pu être imaginée qui eut été préférable aux deux autres".

Cette utilisation abusive du calcul économique contribue au développement d'une attitude de refus en bloc des études à caractère scientifique que bon nombre de nos interlocuteurs nous ont soulignée, notamment ceux de l'IRT (à propos des évolutions des collectivités locales à l'égard des études d'aide à la décision en matière de transport), certains ingénieurs de la RATP ou encore E. QUINET (1974) : "Science ou Politique ? Dans de nombreux cas ressortant du domaine de la Science, ses enseignements sont jugés trop imparfaits pour aider la décision, qui est alors considérée comme ressortant du politique. La primauté de l'une sur l'autre a suivi un mouvement de balancier ; il y a une quinzaine d'années, c'est incontestablement la première qui l'emportait ; maintenant c'est la seconde ; y aura-t-il un retournement et quand ?". On ne saurait trop insister pourtant sur le danger que présente à nos yeux cette seconde attitude qui permet une non explicitation des jugements de valeurs, une manipulation, un obscurantisme sur les dépenses des crédits de l'état notamment.

C'est précisément dans l'esprit d'un retournement de ce balancier que s'inscrit en fait cette recherche. Apporter aux "décideurs" des éléments pouvant éclairer leurs décisions en conservant un compromis entre la rigueur scientifique d'une part qu'exige l'appréhension des conséquences de décisions complexes dans un monde où les interactions sont de plus en plus grandes entre décisions, agents, personnes concernées (notamment dans les décisions d'aménagement du territoire et d'offre de transports), et la clarté et la simplicité du débat politique d'autre part qu'exigent la reconnaissance de l'impossibilité de prendre appui sur une rationalité et un système de valeurs uniques.

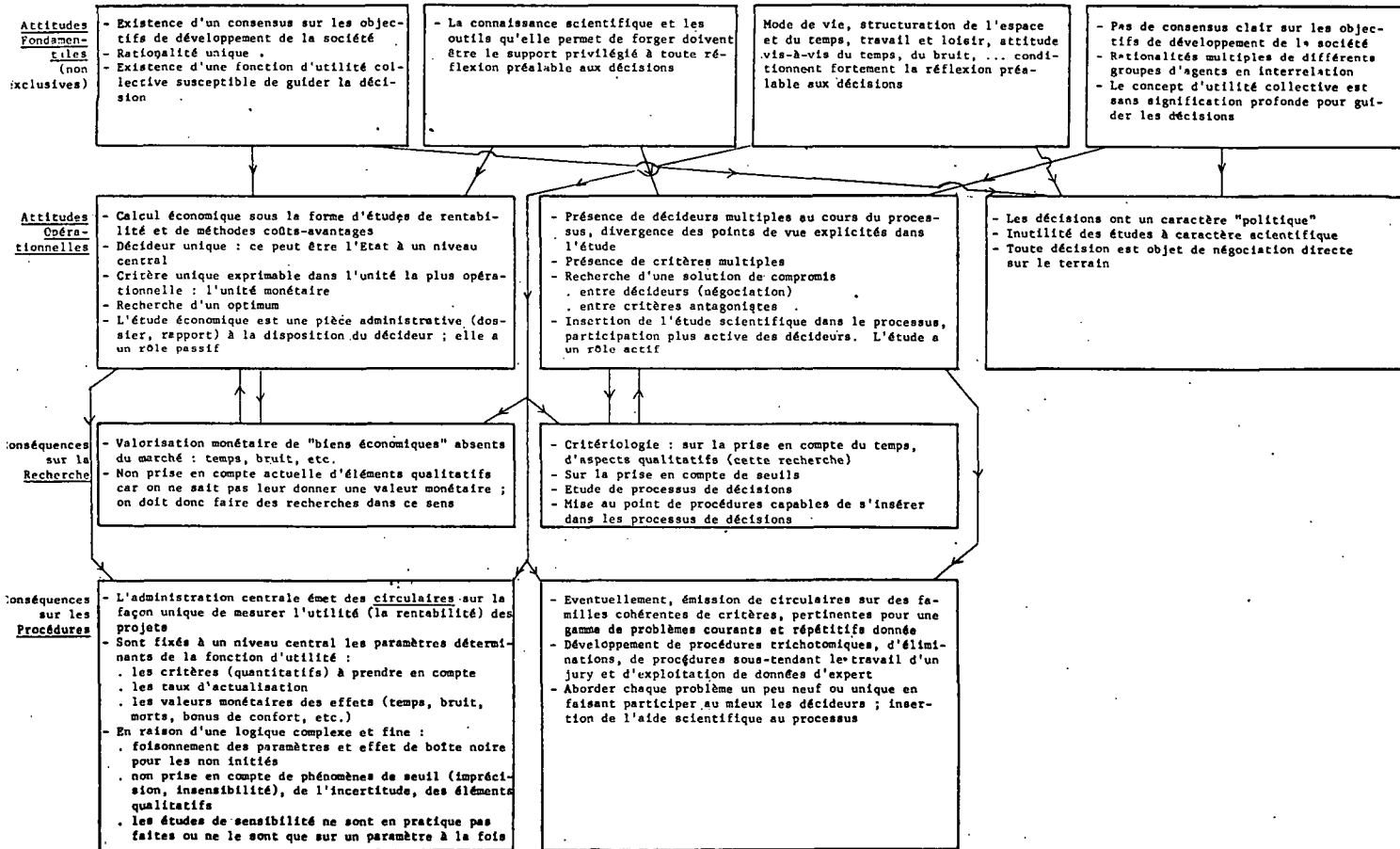
(\*) Le taux de rentabilité du projet.

2. Nécessité d'un cadre méthodologique plus perméable et favorisant un renouveau des études

Quant à la prise en compte du temps, thème central de cette recherche, cette dernière confirme les lacunes importantes (voir le point 3) que présente la méthodologie en vigueur. La valeur du temps reste cependant un sujet de préoccupation de la part des praticiens (valeurs à adopter, différences entre catégories, ...) et, sur un plan plus théorique, la 30e table ronde a traité de ce sujet. P.B. GOODWIN (1975) précise dans son exposé : "Certaines des suggestions faites ici tentent à modifier les procédures d'évaluation et de prévision sans remettre en cause leur fondement conceptuel général que l'auteur juge satisfaisant sur le plan pratique aussi bien qu'intellectuel...". Pourtant, dans son même rapport, cet auteur reste ouvert à d'autres voies puisqu'il écrit : "On peut également considérer que l'incidence et la répartition des coûts et avantages ne relèvent pas de l'analyse économique mais exclusivement des options politiques. Mais, même dans ce cas, il est nécessaire d'estimer comment se répartiront les coûts et avantages, en exprimant de préférence ces données en unités "brutes", heures, livres, etc."

Il ne nous semble ni techniquement facile ni pratiquement souhaitable de rester dans l'attitude opérationnelle traditionnelle comme l'envisage P.B. GOODWIN dans la première partie de cette citation. Il nous semble au contraire nécessaire de s'engager dans une autre voie s'apparentant davantage à la seconde partie de cette citation. Cette nouvelle attitude opérationnelle devrait être plus perméable et permettre un renouveau des études qui augmenterait leur crédibilité ne serait-ce qu'aux yeux de ceux qui les font. Nous avons cherché à situer cette nouvelle voie à l'aide du schéma ci-après.

SCHEMAS D'ATTITUDES POSSIBLES A L'EGARD DE L'AIDE A LA DECISION DANS LE DOMAINE DES TRANSPORTS



3. Le concept de valeur du temps est insuffisant pour prendre en compte la multiplicité des aspects liés au temps. Vouloir l'affiner, c'est s'engager dans une voie sans issue

L'attitude vis-à-vis du temps est fonction du type de civilisation (cf. DUPUY (1975), ILLITCH (1973)) et, pour ne parler que de la nôtre, il y a grande ambiguïté sur ce que l'on appelle abusivement gains de temps. A une période où le mode de vie est l'objet de débats, remises en cause, incertitudes, ..., la prise en compte du temps ne peut être définie une fois pour toutes, uniforme, unique... Au contraire, elle doit être le fruit de l'arbitrage momentané entre tendances conflictuelles.

Comme le souligne le schéma ci-après, la durée du transport, pratiquement la seule prise en compte dans les études actuelles à l'aide du concept de valeurs du temps, n'est qu'un élément parmi d'autres également très importants. Le fait de transformer les durées brutes ou de corriger la valeur du temps afin d'intégrer pénibilité, incertitude, remédie quelque peu à ces insuffisances mais au prix d'un accroissement de la complexité et de l'obscurité qui en rend très vite le résultat arbitraire.

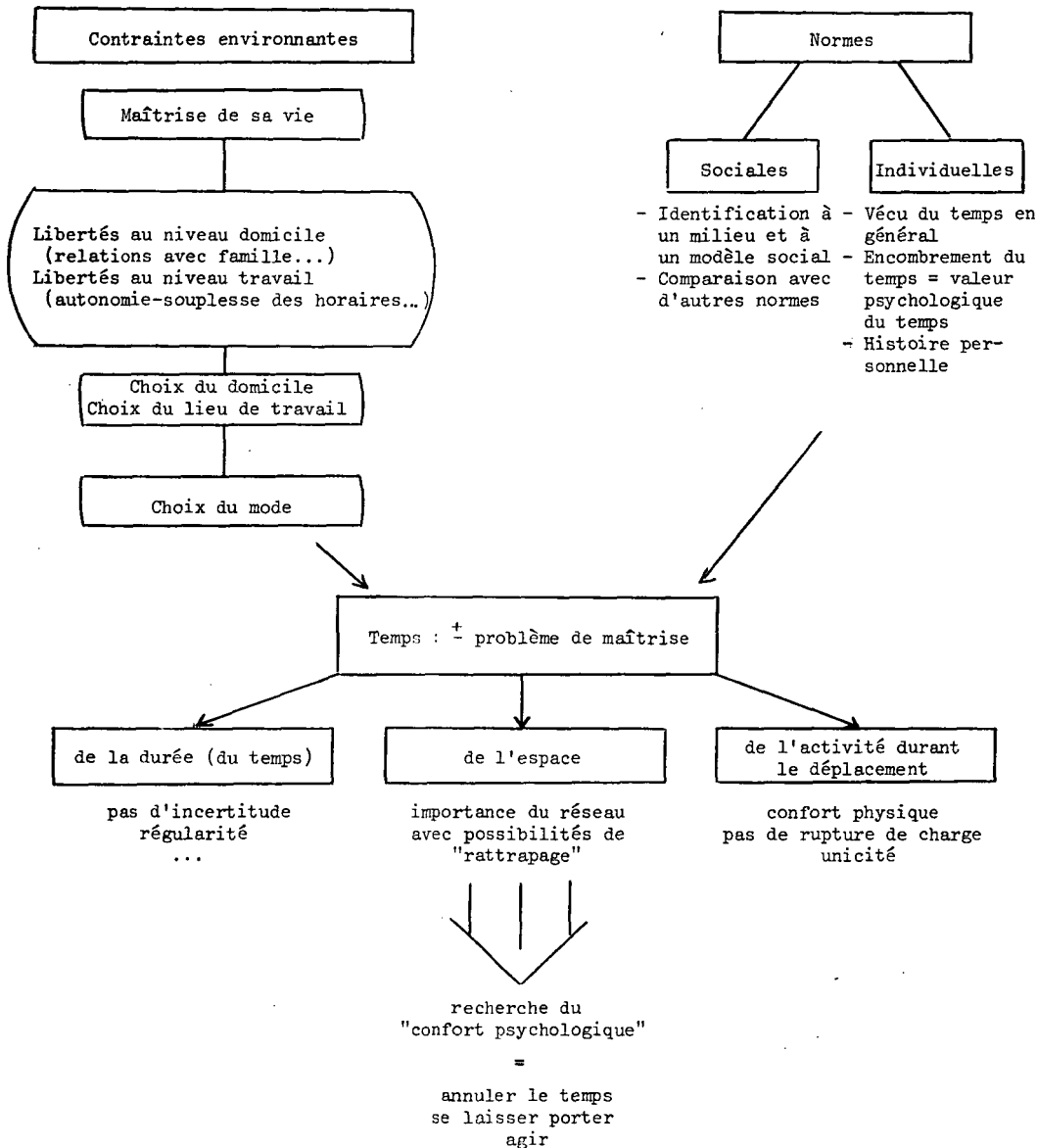
Il nous est apparu impossible d'intégrer ces éléments dans la méthodologie classique sans en accuser encore les défauts.

Incertitudes sur les temps de transport. L'élément d'incertitude est reconnu comme extrêmement important, tant pour les opérations de prévision que d'évaluation. Comment les intégrer à travers la notion de valeur du temps ?

Introduction de seuils. Les comportements seraient mieux modélisés si l'on introduisait des seuils, notamment relatifs à la perception des temps de trajet, d'attente ; de même, il semble difficile de ne pas tenir compte de seuils lorsque l'on procède à des agrégations de temps aux fins d'évaluation (gains de quelques secondes avec des gains de plusieurs minutes, ...). Comment introduire ces considérations dans la méthodologie actuelle

Environnement et temps vécu. L'environnement dans lequel se situe le déplacement et la manière dont le temps est vécu influent indubitablement sur la valeur du temps. Mais comment les intégrer ? Faut-il avoir une analyse globale ou tenter de séparer ces éléments, considérant qu'ils y a une valeur du temps "pure" ?

MULTIPLICITE DES ASPECTS LIES AU TEMPS (Voir annexe A I.3)



Valeur du temps désagrégée par motifs. La pratique a conduit, pour expliquer les comportements, à distinguer des valeurs du temps différentes suivant les motifs de déplacement. Mais, en allant dans cette voie, pour un même motif, certaines conditions extérieures influent fortement sur ce que devrait être la valeur du temps (elle devrait être par exemple plus grande pour l'existence d'horaires rigides, avec sanctions pour leur non respect, que pour des horaires flexibles). Mais jusqu'au faut-il pousser ce type de distinction ? Une valeur de temps qui serait personnelle pour chaque individu et fonction pour lui de chaque moment reste-t-elle un concept opérationnel ?

Coût généralisé ou temps généralisé. Sachant que l'hypothèse d'utilité marginale constante de la monnaie est contestable, il peut paraître préférable de raisonner en termes de temps généralisé au lieu de coût généralisé car l'utilité marginale du temps peut être considérée comme constante et égale pour tous. L'utilité marginale décroissante de la monnaie est alors confondue avec la croissance de la valeur du temps en fonction du revenu. Mais la notion de temps de transport est-elle suffisamment homogène pour qu'on la prenne comme échelle de mesure ? Certes pas, puisque l'on est amené à distinguer plusieurs types de temps (marche à pied, attente d'un mode, temps passé dans le véhicule, ...) et que l'influence des conditions du déplacement est déterminante.

Valeur du temps et revenu. Quelle est l'influence du revenu sur la valeur du temps dans une optique de prévision ? Certaines études statistiques amènent à mettre en doute qu'il y ait une relation. Effectivement, le revenu n'est qu'une des contraintes influant sur les comportements et d'autres contraintes, liées au revenu, peuvent agir en sens inverse.

Justification d'une "valeur d'équité". Aux fins d'évaluation, le souci d'égalité entre citoyens amène certains à préconiser l'emploi d'une valeur du temps unique, dite valeur d'équité. Mais comment justifier celle-ci et à quel niveau la fixer ? On voit bien la signification politique d'une telle valeur et, en fait, pourquoi cette valeur ne serait-elle pas plus grande pour les groupes "défavorisés" auxquels on s'attache en priorité ?

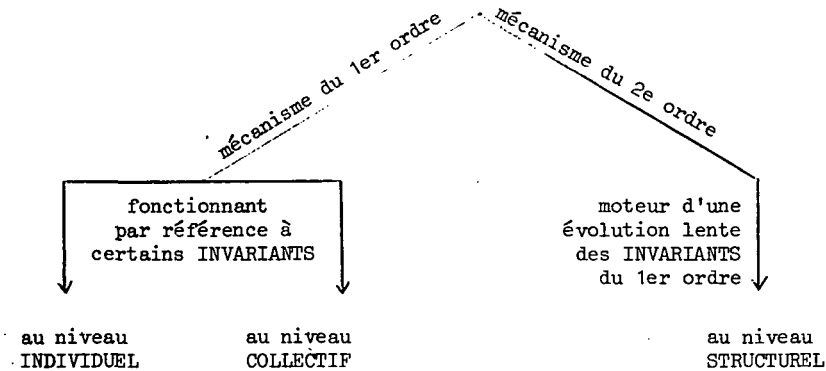
Temps de travail et temps de loisir. La valeur d'équité précédente ne s'appliquerait que pour les déplacements de loisirs alors que les déplacements pour activité professionnelle relèveraient d'une valeur du temps basée sur la contribution économique des catégories d'usagers considérées. Mais comment distinguer travail et loisir ? L'exemple de l'activité non rémunérée des "ménagères" que certains considèrent comme du travail indique l'ambiguïté d'une telle distinction.

Cohérence avec les tarifications. Les raisonnements à la base des estimations de la valeur du temps selon lesquels les usagers sont prêts à payer plus cher les services de transport pour gagner du temps sont-ils cohérents avec les préférences des usagers en matière de tarification, lorsque l'on sait la pression exercée pour une tarification basse, sinon nulle, dans les transports collectifs, et les réactions contre les péages routiers ? Le problème posé ici est en fait celui de la différenciation des préférences individuelles exprimées ou révélées par les comportements, lesquelles sont modelées par les contraintes du moment, et des préférences collectives qui peuvent traduire les désirs des individus à propos de situations futures : on ne peut confondre ces deux types de préférences.

Applicabilité des valeurs estimées. Les valeurs du temps estimées à partir d'une situation passée peuvent-elles être utilisées dans des modèles de prévision portant sur un horizon relativement éloigné, sachant que les préférences des usagers futurs auront pu évoluer fortement et que l'équilibre entre catégories de population aura été sensiblement modifié ? Cette remarque milite contre la tentation d'analyses trop fines mais surtout elle indique que, même dans le domaine de la prévision, la notion de valeur du temps peut être remise en cause.



4. Une bonne intégration des divers aspects liés au temps doit prendre appui sur une analyse conduite aux trois niveaux individuel, collectif et structurel



- Au niveau individuel, l'étude des conséquences porte sur le vécu du trajet de l'utilisateur, c'est-à-dire de l'individu qui a pris la décision de se déplacer :

durée, qualité du temps, maîtrise de l'espace et du temps

. il peut être nécessaire de définir une typologie de ces usagers suivant leurs contraintes (horaires souples ou non, ...)

. des phénomènes de seuils peuvent (et devraient) être pris en compte, à l'aide notamment de pseudo-critères (quasi-critères ou précritères, voir III).

Certes, il est souvent difficile de préciser la valeur de ces seuils en fonction de l'échelon e considéré. C'est sans doute pour éluder cette difficulté que ces seuils sont presque toujours (cf. FROST (1970), Direction des Routes (1970) et la quasi-totalité des références traitant de calculs de rentabilité) fixés égaux à 0 tout au long de l'échelle.

Ceci nous paraît très critiquable car le biais introduit par cette valeur systématiquement nulle est fréquemment beaucoup plus important que celui qui résulterait d'une valeur différente de 0 discutable à 20 ou même 50 % près. On constate que, dans des études qui se prétendent scientifiques, la prise en considération de seuils non nuls (notamment à propos de durées infinitésimales traitées comme intégralement perçues et "gagnées" par une foule d'usagers) serait, à elle seule, de nature à modifier les conclusions. Le plus souvent, l'homme d'étude n'y fait même pas allusion, pas plus d'ailleurs qu'il ne fait entrer dans la balance certains aspects qualitatifs ou mal quantifiables. Ici, comme à d'autres niveaux de la modélisation, l'effet de ce que nous appelons le biais instrumental se fait gravement sentir : Modéliser là où de bons instruments permettent de "voir clair" parce qu'ils fournissent des observations dites "objectives" même si celles-ci sont peu significatives eu égard au problème, plutôt que là où la médiocrité des instruments ne suffit pas à faire toute la lumière parce que les chiffres qu'il faudrait avancer seraient en partie "subjectifs" même s'ils concernent des facteurs qui peuvent apparaître déterminants.

- Au niveau collectif, l'étude doit appréhender :

les aspects économiques (temps perdu signifiant des pertes de production). Si l'on cherche à estimer un temps "économisé", il y a lieu de tenir compte notamment de la réaffectation de tout ou partie de ce temps pour chaque type d'usage : domicile-travail, déplacement professionnel, transport de marchandises, achats, loisirs, ... On admet habituellement que, pour chaque usage, le temps économisé est intégralement réalloué par les individus à des tâches valorisantes pour la collectivité et qu'il peut ainsi être cumulé en termes de jours ouvrables récupérés. C'est là une hypothèse particulièrement contestable ne serait-ce que parce que toute possibilité nouvelle de transport semble en fait davantage utilisée pour se déplacer plus souvent et plus loin que pour économiser du temps sur une "quantité constante de trajets" (on rejoint ici les indicateurs d'accessibilité), ce qui n'est pas d'autre part sans avoir des effets structurels.

les aspects sociaux dont un certain nombre peuvent être saisis au travers d'indicateurs d'accessibilité. On retiendra la propriété de non-symétrie de ces derniers : pour l'aéroport du Var (annexe B-I), on a distingué le trafic reçu (touristes essentiellement) et le trafic émis (cadres essen-

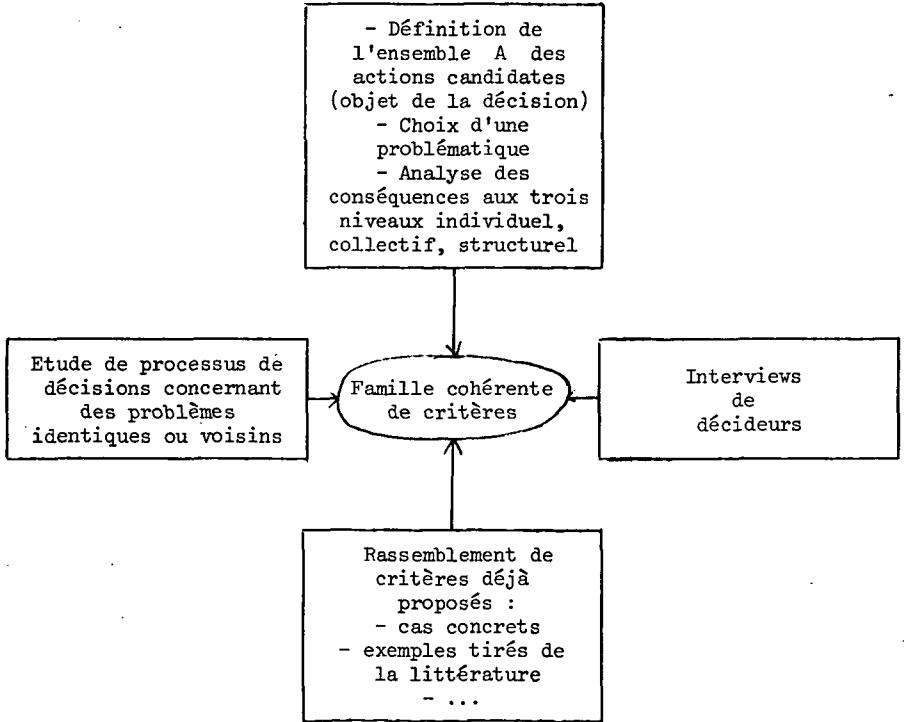
tiellement) ; pour l'étude de la liaison Ermont-Invalides (annexe B-III), on trouve le critère C6 : accessibilité aux emplois à partir d'Ermont et le critère C7 : accessibilité des entreprises parisiennes au marché de la main-d'oeuvre disponible dans la région d'Ermont.

les aspects sur les dysfonctionnements (conséquences liées au temps ne concernant pas que les usagers). Citons l'exemple de l'organisation d'un ramassage ouvrier dans une zone dont la conséquence peut être la suppression des transports en commun réguliers affectant ainsi les non-usagers du ramassage. Certaines de ces conséquences peuvent également être modélisées au travers d'indicateurs d'accessibilité. Ces derniers permettent effectivement de ne pas aborder les problèmes de temps de transport indépendamment de l'organisation (structuration) de l'espace dans laquelle ces temps de transports s'inscrivent. Au-delà des temps de transports, il faut considérer la structuration du temps (horaires de travail, ...) et la structuration de l'espace (organisation-forme des villes ; temps de trajet domicile-travail et déséquilibre habitat-emploi ; liens entre Paris et villes de province par le biais de temps d'accès : possibilité d'un aller-retour dans la journée, ...).

- Au niveau structurel, l'étude des conséquences doit porter sur l'opportunité de prendre en compte ou non des modifications se faisant sentir généralement dans un terme éloigné : conséquences sur la structuration du temps et de l'espace (ségrégation sociale, cloisonnement des activités, urbanisme induit par la création d'une voie rapide, d'un aéroport, etc.). Ces conséquences pourront parfois être saisies à l'aide d'indicateurs numériques tels des temps de trajet (voir l'exemple du renforcement de la centralisation lié à l'aéroport du Var, annexe B, I-3.4.1) mais, le plus souvent, elles devront être saisies à l'aide d'opinions d'experts exprimées sur des échelles qualitatives.

5. Dans une étude, les critères ne peuvent être élaborés indépendamment : ils doivent former une famille cohérente

Le concept de famille cohérente de critères est défini au § III-2. En pratique, une famille cohérente de critères peut être élaborée selon le schéma suivant :



Cette famille cohérente de critères doit se substituer dans les procédures à la fonction d'utilité. C'est dire que l'étude ne peut plus prétendre révéler systématiquement à elle seule un optimum. Il s'ensuit une transformation profonde de l'esprit et de l'orientation des procédures : procédures d'éliminations, trichotomiques, de classements, procédures sous-tendant le travail d'un jury ou d'un groupe d'experts.

Lorsque le nombre des actions candidates est restreint, le tableau de leurs évaluations sur la famille cohérente peut être directement soumis à l'appréciation des différents acteurs du processus et contribue à clarifier le problème.

6. Souvent l'ensemble A est abusivement restreint et la définition des actions candidates est mal adaptée

Que ce soit dans les services d'études de l'administration, dans ceux des entreprises de transport ou encore dans les sociétés de conseil, une certaine conception de l'aide à la décision, à la fois plus étroite et plus ambitieuse que celle préconisée ici, vient assez souvent "fausser" la définition de l'ensemble A des actions candidates. Dans cette conception, il s'agit, sans nécessairement se préoccuper de l'insertion dans le processus de décision, d'exhiber une solution dont l'étude doit démontrer qu'elle est la meilleure pour la collectivité, solution qui sera ensuite proposée à l'instance devant prendre la décision (les arguments de persuasion étant alors plus ou moins déconnectés de l'étude).

Lorsque les actions de A sont élaborées une à une comme variantes d'un même projet, il importe alors de veiller à ce qu'une conception dès l'abord très détaillée, la perspective de calculs ultérieurs complexes, ... n'incitent (sur la base d'hypothèses superficielles, voire de préjugés) à réduire dangereusement le nombre de ces variantes et à engager prématurément l'étude vers un type de solution trop particulier ; il arrive en effet que, pour ces raisons et compte tenu de l'opinion des techniciens, A se résume à : la variante statu quo, la variante préconisée (dite optimale), quelques variantes "repoussoirs".

Cet appauvrissement de A va souvent de pair avec une définition incohérente avec le degré de finesse auquel doit se situer la comparaison : certains éléments les concernant sont laissés dans l'ombre, d'autres font l'objet de développements inutiles à ce stade de l'étude.

Les techniques arborescentes peuvent fournir une méthodologie précieuse tant pour cerner les limites de A que le contenu de chacun de ses éléments (cf. B-III.3).

Compte tenu de moyens toujours limités alloués aux études, la part affectée habituellement à la définition de A et de ses éléments est souvent insuffisante eu égard à celle affectée pour chiffrer la valeur monétaire de chacun d'eux. La méthodologie que nous proposons, en faisant jouer un rôle plus grand aux données brutes et en réduisant le nombre des paramètres de signification douteuse, devrait faciliter une affectation plus équilibrée de ces moyens.

## 7. Parmi d'autres : trois conceptions de A et leurs problématiques associées

L'analyse des problèmes supports nous a convaincus de la richesse de l'ensemble des variantes qu'il est généralement raisonnable d'étudier. Cette richesse, on vient de le voir ci-dessus, doit être comprise tant par le nombre de variantes à étudier que par le contenu de celles-ci.

Mais la façon d'aborder le problème, son découpage ont une influence déterminante sur la conception de A (indépendamment même de sa richesse potentielle) et sur le choix de la problématique associée à A (voir définitions § III-1.2).

Notamment, en ce qui concerne des projets d'investissements (création de liaisons routières ou ferrées par exemple), trois approches pour concevoir A et choisir une problématique peuvent être envisagées :

1) Une approche "réseau" consistant à substituer à l'ensemble A des projets compatibles entre eux un sous-ensemble  $\mathcal{S}(A)$  des parties de A (cf. § III-1.1) dont les éléments apparaissent comme des actions globales. La problématique peut être "choix d'une seule action la meilleure obtenue" ou "choix de quelques actions parmi les meilleures" (voir exemple annexe B 1.3.2). Cette approche est, en théorie, la plus satisfaisante pour répondre à la question "faire ou ne pas faire" un aménagement donné mais peut conduire en pratique à de très grandes difficultés de modélisation et d'évaluation sur une famille cohérente de critères trop fine.

2) Une approche "variantes" consistant à définir A comme ensemble de variantes d'un même projet que l'on a effectivement par ailleurs décidé de réaliser. L'approche est alors globalisée et la problématique est "choix de la meilleure action". Il s'agit en effet de trouver la meilleure façon de réaliser ce projet. Lorsque la réalisation n'a pas été effectivement décidée, on peut toutefois choisir cette approche afin de définir la meilleure variante à proposer (cf. annexe B-III).

3) Une approche "variantes" consistant à définir A comme la réunion des variantes de plusieurs projets (cf. annexe B-II.3.1). L'approche est fragmentée et la problématique est "choix de toutes les bonnes actions". Cette approche est pertinente si l'on n'a pas effectivement décidé par ailleurs de réaliser tous les projets à l'étude mais seulement un certain nombre d'entre eux, ce nombre pouvant d'ailleurs être élevé.

Sans se prononcer de façon systématique, il semble que la première attitude peut être adoptée dans une perspective de planification en aménagement du territoire. Elle permet d'étudier des éléments tels que la cohérence et d'appréhender des conséquences au niveau structurel. La troisième approche nous semble plus adaptée à une attitude de programmation des investissements (inscription au plan par exemple). La seconde semble être réservée pour l'étude de dossiers isolés, essentiellement lorsque la décision a été prise de réaliser l'aménagement. Ce peut être le cas de grands aménagements (aéroports internationaux, liaisons ferroviaires à grande vitesse, ...). Mais ce peut être le cas d'une étude plus fine portant sur des petits aménagements au préalable décidés à l'aide d'études plus grossières.

8. Ne pas escamoter l'incertitude et l'imprécision, introduire des scénarios sur le futur

La complexité des études réalisées selon la méthodologie en vigueur a pour conséquence qu'en pratique seul un avenir unique (certain) est considéré, avec des données supposées précises. Parfois, une étude de sensibilité est réalisée mais, comme dans l'étude du Yorkshire (annexe B-I), elle ne porte que sur un paramètre à la fois, ce qui enlève beaucoup de son intérêt.

Dès que l'on agrège systématiquement tous les critères en un seul, l'imprécision, même si elle n'a lieu que sur un seul paramètre (des prévisions de trafic), entraîne une imprécision sur le résultat final qui peut être du même ordre de grandeur (éventuellement supérieure). On a vu (annexe B-II-1.3.2) comment une imprécision de 10 à 20 % sur une estimation de trafic peut se traduire par une imprécision de 10 à 20 % sur un taux de rentabilité. Ainsi, une valeur de 12 % obtenue pour ce taux est substituée à l'intervalle [10 % - 14 %] qui est seul significatif.

Une approche désagrégée (selon la méthodologie présentée) permet d'isoler les critères imprécis et ceux pour lesquels une évaluation précise est plus aisée (des gains de temps non pondérés par des trafics par exemple).

Pour tenir compte de l'incertitude sur l'avenir qui peut concerner des situations contrastées, il est relativement simple mais fort utile de bâtir des scénarios. Ces scénarios peuvent être établis sur la base d'hypothèses d'urbanisation (répartition logements-emplois) (cf. annexe B-III, les scénarios construits pour l'étude de la liaison Ermont-Invalides) mais également sur des hypothèses de réalisation ou non réalisation d'aménagements concurrents ; exemples :

. annexe B-II.1.3.2 : étude de la rentabilité de l'autoroute Paris-Orléans selon la réalisation ou la non réalisation d'aménagements sur la RN 20 ;



. annexe B-III.3 : étude de la liaison Ermont-Invalides selon la réalisation ou la non réalisation de la liaison Ermont-Défense.

La méthodologie proposée ici (cf. § III-2.1) permet d'une part de ne pas masquer les éléments d'incertitudes et d'imprécision, d'autre part d'être facilement compatible avec l'introduction de scénarios.

## II - LA METHODE DE TRAVAIL

L'organisation concrète du travail et le déroulement de la recherche ont été liés à l'évolution signalée en I. Cette recherche s'est déroulée de juin 1974 à juin 1975 selon les trois niveaux :

1) Rassemblement des études, des informations, des opinions d'experts relatives au temps et à la façon dont il est pris en compte dans les problèmes de transport, et sélection de quelques problèmes supports.

2) Analyse de l'ensemble des actions possibles dans les problèmes supports.

3) Approfondissement des notions de temps vécu par l'utilisateur et de temps bien économique ainsi que de leurs conséquences dans la prise de décision en matière de transport.

Ceux-ci s'étant chevauchés dans le temps, deux périodes ont en fait marqué la méthode de travail.

La première, de juin à décembre 1974, a consisté à réunir et analyser les documents et opinions d'experts (interviews) ainsi qu'à progresser sur le plan méthodologique (niveau 1 et amorce du niveau 3).

La seconde, de janvier à juin 1975, a été centrée sur l'analyse d'un bon nombre de problèmes dont certains ont été conservés comme supports d'une réflexion plus approfondie, laquelle s'est déroulée parallèlement sur le plan méthodologique (niveaux 2 et 3).

Le déroulement du travail a été fortement marqué par une constante interférence entre la réflexion méthodologique et l'étude des problèmes supports. Nous consacrons le dernier paragraphe de la présente section à cet aspect.

Au cours de cette année de recherche, une quarantaine de réunions (équipe seule, équipe et personne invitée, réunion de l'équipe chez nos correspondants à propos des problèmes supports) ont donné lieu à des compte-rendus dont l'objet était double : conserver par écrit (\*) le contenu des discussions et gérer la recherche (affaires courantes, partage des responsabilités, planning du travail, ...).

#### 1. La méthode de travail de juin à décembre 1974

- Cette partie de la recherche s'est appuyée principalement sur :

- . l'examen de l'information écrite rassemblée ;
- . les échanges de vue et le recueil d'opinions de personnes ayant eu l'occasion de réfléchir sur le thème de notre recherche ;
- . la participation à deux congrès ;
- . le cadre méthodologique sous-jacent à notre démarche.

- De juin à septembre 1974, le travail de l'équipe a été essentiellement individuel ; il a consisté en une prise de connaissance plus approfondie des travaux déjà effectués sur le sujet (voir bibliographie en fin de rapport) à l'aide des informations rassemblées par le Service d'Information et de Documentation de la SEMA. Une première série de réunions ne comprenant que les membres de l'équipe a donné lieu à des exposés sur le contenu de nos lectures et le choix de thèmes méritant étude et analyse plus approfondie.

- Des membres de l'équipe ont assisté aux deux congrès :

- . "Régulation du trafic et systèmes de transports", Monte Carlo, 16-21 septembre 1974 ;
- . "Production des transports et formation des villes", Montpellier, 23-25 octobre 1974.

---

(\*) Bien que le matériel existe, il a été jugé ni utile, ni opportun de joindre ces compte-rendus au présent rapport.

Cette participation nous a permis de compléter notre information et de prendre des contacts avec diverses personnes, soit pour les inviter à nos réunions d'équipe pour échanges de vues, soit pour aborder la recherche de problèmes supports (les contacts avec la SNCF et la RATP ont été pris à l'occasion de ces congrès).

- D'octobre à fin décembre, l'équipe a invité un certain nombre de personnes de l'extérieur afin de recueillir leur opinion et d'approfondir avec eux certains aspects sur des plans théoriques et/ou méthodologiques ou même pratiques. Ainsi, des relations ont été établies avec un certain nombre d'organismes ; outre l'IRT, citons le CEREBE, le LAAS, la SERES, le SETRA.

- Parallèlement à ces réunions, l'équipe a poursuivi l'étude de certains documents. Ce travail s'est concrétisé par un certain nombre de notes de travail et de résumés de lectures partiellement intégrés dans les annexes.

- Enfin, durant cette première période, le cadre méthodologique s'est précisé. C'est en faisant référence à ce cadre méthodologique que nous avons présenté le 15 novembre 1974 les trois niveaux individuel, collectif et structurel (voir 0) suivant lesquels devait se poursuivre l'approfondissement des notions liées au temps, en s'appuyant sur les problèmes support. La définition de ces trois niveaux représente donc une synthèse de cette première période de la recherche et un point de départ pour la seconde, à savoir la réflexion à l'aide des problèmes supports.

## 2. La méthode de travail de janvier à juin 1975

- Dès fin décembre, l'équipe a pris contact avec différentes administrations et entreprises afin de prendre connaissance de problèmes réels. Tous les problèmes que nous ont soumis nos correspondants nous ont servi dans notre réflexion ; néanmoins, parmi tous les problèmes examinés, seul un bon tiers d'entre eux ont été retenus comme "problème support" ; eux seuls sont présentés en annexe B.

## 2.1 Les problèmes examinés et les conditions de choix

<u>Problèmes</u>	<u>Correspondants</u>
- Localisation d'aéroports (celui du Ver principalement, Lyon-Satolas accessoirement)	SGAC-SEEP
- Etude du système R. NAV	SGAC-SEEP
- Problèmes de congestion des aéroports et de contrôle aérien	SGAC-SEEP
- Acceptation d'un investissement routier (cas de la RN 89)	Direction des Routes, SRE Auvergne
- Etude du trafic sur l'autoroute Bourgoin-Chambéry	Direction des Routes
- Opérations de délestage	Direction des Routes, CETE de Lyon, IRT
- Problèmes d'attente aux frontières	Direction des Routes
- Modèle d'évaluation et de prévision de la RATP : étude de la connexion Aubert-St Lazare	RATP
- Décisions en matière de confort à rapprocher d'études concernant les escaliers mécaniques et des enquêtes relatives aux conditions d'attente aux autobus	RATP
- Comparaison des modes d'exploitation en horaire et en cadence	RATP
- Etude de la liaison Ermont-Invalides	SNCF
- Etude de la liaison Invalides-Orsay	SNCF

Il eut été hors de question d'examiner de façon relativement approfondie l'ensemble de ces problèmes. Un choix était donc impératif ; il a été fait en tenant compte des conditions suivantes :

- 1) Avoir à traiter d'un problème d'aide à la décision. Cela ne nous a pas paru être le cas pour Bourgoin-Chambéry.
- 2) Avoir accès au problème suffisamment tôt. Tel n'a pas été le cas pour "Horaire-Cadence", Bourgoin-Chambéry et attente aux frontières.
- 3) Avoir comme support une documentation écrite suffisante. Aubert-St Lazare et Orsay-Invalides n'ont pas été poursuivis pour cette raison.
- 4) Avoir un interlocuteur accessible. Ce critère en fait n'a pas eu à jouer.
- 5) Ne pas réclamer des compétences techniques trop spécifiques, ce qui était le cas de l'étude du système R.NAV.

Il faut enfin mentionner que, faute de temps, l'équipe n'a pu approfondir le problème pourtant très intéressant de la congestion des aéroports et du contrôle aérien..

## 2.2 Les problèmes supports retenus

### a) Choix de la localisation d'un aéroport (annexe B, I)

Le problème retenu à été celui de la localisation de l'aéroport du Var. Cependant, compte tenu de la grande similitude des problèmes de ce type, il nous a paru intéressant de relier cette réflexion aux autres problèmes de localisation dont nous avons connaissance :

- études sur le troisième aéroport de Londres ;
- localisation d'un aéroport dans le Yorkshire ;
- aéroport de Porto ;
- aéroport de Mexico.

Les notes de travail réalisées sur ces études, ainsi qu'une proposition de critères pour l'aéroport du Var, ont été présentées à nos correspondants et discutées avec eux. Leur contenu est repris dans l'annexe B, I. L'équipe a été aidée dans sa réflexion par P. LEROY, élève de l'Ecole Polytechnique, stagiaire sur cette recherche d'octobre à fin janvier 1975.

b) Acceptation d'un investissement routier (annexe B, II)

En premier lieu, l'équipe a étudié la circulaire du 20 janvier 1970 relative aux calculs de rentabilité appliqués aux investissements routiers de rase campagne. Ce document fut pour nous le point de départ de toute réflexion et investigation dans le domaine de l'aménagement routier. Puis, en se penchant sur le cas de la RN 89 et suite aux réunions et entretiens avec le SRE Aquitaine et le SRE Auvergne, le problème a servi de support à une réflexion sur le processus de décision en matière d'investissements routiers de catégorie 1. Il nous a semblé opportun d'entreprendre sur ce cas une réflexion portant sur le processus même de décision.

c) Problème d'exploitation : à propos des itinéraires de délestages (annexe B, II)

Ce problème nous a été vivement recommandé par nos correspondants, le temps intervenant de façon très différente dans les problèmes d'exploitation et d'investissements. Vu la date tardive de la prise en compte de ce problème, il ne nous a pas été possible d'aller très loin dans son étude.

d) Etablissement d'une desserte ferroviaire de banlieue : la liaison Ermont-Invalides (annexe B, III)

Deux étudiants de doctorat (option transport) de Paris-IX Dauphine, suivant notamment les enseignements d'aide à la décision, nous ont aidé dans l'étude de ce problème. Il s'agit de A. CLAVER (stage effectué à la SNCF de mars à fin juin 1975) pour étudier ce problème et de G. CABBILLAU (SNCF). De nombreuses réunions ont eu lieu (équipe plus étudiants, équipe plus étudiants plus correspondants).

e) Décisions en matière de confort dans un réseau de transport en commun (annexe B, IV)

Une réflexion sur ce thème a débuté l'an dernier en liaison avec la RATP. La poursuite de cette recherche a conduit à l'annexe B, IV.

### 3. Les problèmes supports et le cadre méthodologique

Répétons que toute notre réflexion a été conduite dans une perspective d'aide à la décision. Pour nous, l'aide à la décision vise, par le biais de modèles plus ou moins complètement formalisés, à améliorer le contrôle (ce mot étant pris dans son sens cybernétique) des processus de décision. Améliorer signifie ici accroître la cohérence entre les objectifs des différents intervenants dans le processus ainsi que la capacité à les atteindre ; ceci suppose entre autres de clarifier les antagonismes et de faire émerger des solutions permettant de les dépasser. Dans cette perspective, il nous est apparu vain de chercher à raffiner la saisie des phénomènes temporels sans se préoccuper de la manière dont ces travaux pourraient effectivement servir à améliorer la conduite des processus de décision. De plus, la quasi-totalité des études relatives aux problèmes supports dont nous avons eu connaissance relevaient d'une même méthodologie celle du calcul économique au sens traditionnel (études de rentabilités, analyses coûts-avantages).

Il en est résulté des difficultés de compréhension avec nos différents interlocuteurs qui avaient tendance à resituer nos tentatives dans le cadre des concepts (valeur du temps...) et de la méthodologie (taux de rentabilité, ...) traditionnels. Parallèlement, le calcul économique en tant qu'outil d'aide à la décision nous est apparu (voir III) de plus en plus difficilement conciliable avec la perspective d'aide à la décision décrite ci-dessus (s'accommode mal des concepts de seuils, de données imprécises, de phénomènes conflictuels, d'aspects politiques, ne favorise pas le dialogue l'évolution des préférences et des possibilités de choix, etc.). C'est pourquoi il nous a semblé nécessaire de nous situer dans un cadre méthodologique qui, sans renier totalement le calcul économique, le dépasse par bon nombre d'aspects. C'est alors que nous avons pris conscience de l'impossibilité de nous faire comprendre réellement de nos interlocuteurs si l'on se limitait aux seuls aspects temporels, dans un cadre méthodologique qui ne leur était pas familier. Il nous a donc fallu aborder les autres aspects des conséquences des décisions en cause. On constate cette évolution notamment entre les problèmes d'aéroport pour lesquels on s'est limité aux aspects liés au temps et les autres pour lesquels la discussion porte sur une gamme de critères plus étendue (liaison Ermont-Invalides par exemp.



### III - LES CONCEPTS ET LA METHODOLOGIE PROPOSES

Le cadre conceptuel et méthodologique que nous présentons ci-après résulte de travaux et de réflexions dépassant largement le cadre de la présente recherche. Il s'applique à des classes de phénomènes fort variés.

Ici, l'accent est mis sur la modélisation des aspects liés au temps, directement ou indirectement, de par sa quantité ou sa qualité, dans ses effets immédiats ou futurs, dans la mesure où ces aspects ont à intervenir dans certaines décisions en matière de transport. De façon plus précise, c'est leur analyse, leur formalisation au travers de critères et leur intégration réaliste et opérationnelle dans les études et l'aide à la décision qui est plus particulièrement en cause.

Il serait toutefois de peu d'intérêt d'isoler artificiellement ces aspects des autres. Comme nous allons le montrer, en matière d'aide à la décision, l'organisation des divers travaux de modélisation (cf. tableau 1) retire toute portée pratique à une construction fine et détaillée de critères isolés, qui serait conduite sans référence à la modélisation des actions qu'ils doivent contribuer à comparer, à la famille cohérente de critères qui les englobe et à l'attitude opérationnelle qu'adopte l'homme d'étude.

C'est pourquoi il nous est apparu indispensable de traiter de plusieurs aspects de l'aide à la décision qui pourraient sembler a priori sans rapport avec l'intégration effective dans les études et l'aide à la décision des aspects liés au temps. Les préliminaires qui suivent devraient contribuer à mieux faire comprendre ces liaisons. Ils justifient en outre le reste de la démarche.

## 0. Préliminaires

L'homme d'étude qui prétend avoir une attitude scientifique en matière d'aide à la décision doit affronter trois sortes de travaux (souvent imbriquées) :

a) un travail d'analyse visant à clarifier l'objet de la (ou des) décision(s) ainsi qu'à démêler l'écheveau des conséquences afin de définir un mode d'évaluation de celles qui, étant donné la personnalité du décideur, sont à retenir pour guider le choix ;

b) un travail de modélisation devant aboutir à un modèle des préférences du décideur relatif aux décisions possibles, modèle dont l'étude mathématique doit permettre d'éclairer la (ou les) décision(s) à prendre ;

c) un travail de résolution et d'interprétation comportant la collecte des données définitives, la mise au point des procédures de calculs et leur exécution, enfin l'interprétation des résultats.

La richesse des données, jointe à leurs lacunes, le degré de précision à retenir pour leur élaboration, l'opportunité même de prendre en compte telle ou telle d'entre elles, sont autant d'aspects qui compliquent et l'analyse et la modélisation. Ces deux sortes de travaux ont traditionnellement pour objectif de délimiter a priori l'ensemble  $A$  des actions candidates (conçues comme exclusives) soumises à décision et de synthétiser les préférences en un critère unique (utilité collective, taux de rentabilité...) relativement auquel il s'agira ensuite de trouver l'action "optimale" dans  $A$ . Ces premiers travaux sont, dans cette conception, nettement séparés de ceux concernant la résolution et l'interprétation, conformément au vieux principe selon lequel il s'agit de poser le problème clairement et complètement avant de chercher à le résoudre. Qui plus est, l'optimisation n'a de sens que relativement à un modèle saisissant tout (et rien que) ce qui doit l'être ; elle implique donc l'achèvement préalable des travaux du a) et du b) ; tout au plus s'accommode-t-elle d'une analyse de sensibilité à des variations marginales. Cette forme de rétroaction sur la nature des données et sur la formulation du problème peut apparaître d'autant plus insuffisante que la synthèse en un critère unique des conséquences généralement multiples et hétérogènes risque d'être contestable a

posteriori ; le travail du c) gagne alors à être moins artificiellement séparé de l'analyse et de la modélisation, lesquelles doivent être menées dans une perspective plus large que l'optimisation sur un ensemble fixe d'actions exclusives.

Afin de pouvoir expliquer l'intérêt et les modalités de cet élargissement, nous voudrions au préalable :

- préciser la notion de modèle et l'interaction qui lie analyse et modélisation ;
- présenter les trois acteurs principaux mis en scène dès qu'il s'agit d'aide à la décision ;
- introduire les trois niveaux de modélisation autour desquels s'articuleront les trois parties de cette section.

#### 0.1 Interaction entre analyse et modélisation

Dès l'abord, toute activité d'information repose sur des concepts préliminaires ; fréquemment, elle en fait émerger d'autres. Tous apparaissent comme les matériaux de base d'une construction plus ou moins formalisée, laquelle se présente comme l'interface inévitable entre phénomènes concrets et raisonnements abstraits : c'est précisément le modèle. Il occupe une place centrale, en ce sens qu'il conditionne l'élaboration de l'information et guide la déduction.

Il en va ainsi même lorsque toute formalisation mathématique est absente. Considérons par exemple une discussion concernant la mise à l'étude d'une variante plausible pour une liaison ferroviaire (exemple : Ermont-Invalides, cf. annexe B.III) ou routière (exemple : tronçon ouest de l'autoroute A.86). Supposons que l'un des interlocuteurs mette en avant des difficultés techniques entraînant un coût élevé ou un débit faible pour justifier la non mise à l'étude de cette variante ; cela signifie que, par référence à un modèle formalisé ou non, il a acquis la certitude que ces inconvénients étaient d'une ampleur telle qu'ils ne pouvaient en aucun cas être contrebalancés par l'ensemble de tous les autres avantages, si grands qu'ils puissent être. Dans un autre domaine, considérons le cas de quelqu'un chargé d'élaborer un plan d'enquête devant fournir les informations nécessaires à la construction d'une matrice origine-destination.

Le fait de négliger tel aspect et, au contraire, de traiter avec soin tel autre, en formulant les questions dans les termes retenus, n'a guère de sens en-dehors d'un schéma établissant des relations qui pourront être fournies à ces questions. Quant aux déductions que fera tout individu chargé d'exploiter les résultats de cette enquête pour prévoir ce que sera le trafic entre 1980 et 2000 sous des hypothèses d'investissement et d'exploitation partiellement précisées, il est bien clair qu'elles ne peuvent se situer que dans le cadre d'un modèle encore plus complexe.

Quiconque conduit un travail d'analyse destiné à acquérir une vision organisée d'une classe de phénomènes, que ce soit en cherchant à bâtir une représentation formelle aussi explicite que possible, ou au contraire en s'imprégnant d'une représentation mentale laissée délibérément implicite, doit prendre une foule d'options souvent délicates qui réclament de sa part une compréhension profonde de ce qu'est un modèle et des rapports qui lient modèles et réalité.

Un modèle peut être défini comme un schéma qui, pour un champ de questions, est pris comme représentation abstraite d'une classe de phénomènes, plus ou moins habilement dégagés de leur contexte. Cette définition appelle quelques compléments.

C'est notre langage, nos modes de perception et d'information qui structurent le réel et sont à l'origine des multiples notions qui forment les matériaux de base des modèles. Le travail de modélisation consiste à créer tout autant qu'à découvrir et l'habileté dont fait preuve l'homme d'étude pour "découper", "modeler" le fragment de réalité mis en cause eu égard aux fins qu'il se propose, est tout à fait capitale. Cet art de la découpe et les options qu'elle implique à chaque instant pour "modeler" tel trait, tel phénomène, de telle manière ou au contraire le négliger, ou encore pour l'insérer au prix de quelque artifice dans tel ou tel autre, trouvent leur inspiration (et leurs justifications) dans le champ de questions qui sous-tend le travail de l'homme d'étude. Ainsi, c'est seulement par référence à l'usage que l'on entend faire du modèle que l'on peut juger si la "caricature" (ce terme étant ici débarrassé de toute connotation péjorative) du fragment de réalité qu'est le modèle, est ou non suffisamment ressemblante.

Il ressort de ce qui précède que les qualificatifs "vrai" et "faux" ne s'appliquent guère à un modèle quel qu'il soit. Cette constatation invite à quelques précisions sur la nature des relations qui unissent le modèle en tant que schéma pris comme représentation abstraite et la classe de phénomènes. Dans "Les infortunes de la raison" (Ed. du Seuil, 1966), A. REGNIER écrit à ce sujet : "Remarquable, d'une part que l'objet abstrait est entièrement constitué par sa définition et que l'objet concret n'est, au contraire, jamais susceptible d'une description exhaustive, on dira : un objet abstrait est un modèle <sup>(1)</sup> d'un objet concret lorsque la définition du premier est prise pour représentation du second. J'appellerai modèles réels ceux par lesquels on s'efforce de décrire la structure réelle de l'objet concret et modèles nominaux ceux qui nous servent à représenter l'objet tel qu'il apparaît dans l'expérience" (ou l'observation).

Bien qu'introduite à propos des sciences du monde matériel, cette distinction reste pertinente dans les autres sciences et notamment en sciences du management : elle est même capitale pour situer les intentions (voire les prétentions) de l'homme d'étude. Précisons que nous ne visons ici que des modèles nominaux.

## 0.2 Décideur, demandeur, homme d'étude

Qui dit "aide à la décision" sous-entend présence d'un décideur, pour le compte de qui ou au nom de qui l'homme d'étude travaille. Dire qu'il y a aide signifie que ce travail a pour objet d'éclairer la décision mais non pas de la déterminer et, par là, de supprimer toute activité et tout libre arbitre de la part du décideur. Enfin, entre l'homme d'étude et le décideur (que l'homme d'étude ne rencontre pour ainsi dire jamais), il convient d'introduire un troisième personnage, presque toujours présent, que nous appellerons le "demandeur". Il s'agit de celui qui, comme l'on dit, "pose le problème" et que l'on confond parfois, mais à tort, avec le décideur car c'est lui qui commande et juge l'étude.

---

(1) Cette acception du mot "modèle" est plus restrictive que celle adoptée ici : elle implique en particulier un plus haut degré de formalisme.

En matière de transport, le demandeur est fréquemment le chef d'un service d'exploitation ou d'étude dans un ministère ou une entreprise de transport. Lorsqu'il soustrait l'étude (à une société de conseil ou à un autre service), il fait généralement jouer ce rôle du demandeur à l'un de ses subordonnés.

0.2.1 A propos du décideur, il importe de bien conserver présent à l'esprit le fait que la décision n'est que rarement le reflet des seules préférences d'un homme isolé, ni même d'une assemblée bien délimitée. Ainsi, dans le choix de la variante à réaliser à propos d'une liaison aérienne, ferroviaire, routière, ... le chef d'entreprise ou le ministre responsables sera généralement obligé de tenir compte des préférences gouvernementales ou de la pression de l'opinion publique. De même, l'autorité qui fixe une politique tarifaire (transport de marchandises par fer) doit se laisser influencer par les positions respectives des différents moyens de transport concurrents, par les préférences des utilisateurs... et pas seulement par la seule préférence du (ou des) responsable(s) du moyen de transport concernée. La décision est en fait un temps fort dans l'évolution d'un processus et faire de l'aide à la décision c'est s'insérer dans ce processus. Cela implique une relative identification de celui des divers acteurs qui joue un rôle déterminant dans l'aboutissement de ce processus et pour le compte ou au nom de qui l'aide à la décision s'exerce. C'est, à nos yeux, cette entité plus ou moins clairement identifiée, parfois un peu mythique, que recouvre le concept de décideur.

0.2.2 A propos du demandeur, il faut souligner qu'il doit avant tout fournir à l'homme d'étude le moyen d'acquérir une connaissance aussi bonne que possible, dans le cadre des moyens alloués, de la classe de phénomènes et du champ de questions. Cela signifie en particulier qu'il lui appartient de veiller à ne pas enfermer l'homme d'étude dans un problème "mal posé", c'est-à-dire maladroitement isolé de son contexte ou formulé selon une problématique inadaptée à l'insertion dans le processus de décision. Rappelons que le modèle, si parfait soit-il, n'est jamais la réalité, que ce n'est qu'un substitut contingent au champ de questions destiné à se "faire la main", ou plutôt la raison sur cette représentation d'un fragment de réalité, laquelle demeure beaucoup plus complexe et plus vaste. Pour en rendre compte convenablement dans ses aspects essentiels, pour isoler le "bon fragment" eu égard au champ de questions, il faut d'abord en avoir une perception correcte et exhaustive. En cela, l'intermédiaire qu'est le demandeur joue souvent un rôle déterminant.

0.2.3 A propos de l'homme d'étude, il est clair qu'il est là pour expliciter le modèle et en dégager des éléments, des directions, intelligibles par le décideur et susceptibles d'orienter son action. Son succès en cela dépend beaucoup de la manière dont, en relation avec le demandeur, il "délimitera" le modèle, affinera la problématique et choisira une attitude opérationnelle. Ira-t-il, sur la base d'un ensemble A d'actions exclusives et seules possibles, vers la mise en évidence d'une "meilleure" action, ou d'un groupe d'actions "dominantes" et fortement contrastées ? Si la formulation adoptée (que l'on pense par exemple aux projets d'aménagement routiers de rase campagne) conduit à retenir en fin de compte, non pas une action unique mais plusieurs (sans que leur nombre ne s'impose), cherchera-t-il à classer (par priorité décroissante) toutes les actions non exclusives envisagées ou à bâtir un arbre de décision conduisant par exemple à "acceptation", "rejet", "renvoi pour complément d'information" ? Acceptera-t-il de renoncer à comparer n'importe quelle action à n'importe quelle autre ou s'engagera-t-il d'emblée dans la voie classique qui consiste à vouloir tout appréhender au travers d'un seul taux de rentabilité ? Préfèrera-t-il enfin une démarche plus interactive visant à faire émerger un ou plusieurs compromis au sein d'un ensemble A de possibles délimité a priori, ou en agissant aussi sur la genèse des actions et la "négociation" qui conduit à reconsidérer les limites du possibles ?

### 0.3 Trois niveaux de modélisation

Par définition : l'aide à la décision vise, par le biais de modèles plus ou moins complètement formalisés, à améliorer le contrôle (ce mot étant pris dans son sens cybernétique) des processus de décision. Améliorer signifie ici accroître la cohérence entre les objectifs des différents intervenants dans le processus ainsi que la capacité à les atteindre ; ceci suppose entre autres de clarifier les antagonismes et de faire émerger des solutions permettant de les dépasser. Dans cette perspective, la modélisation a tout d'abord un rôle passif d'aide à la compréhension, par la maîtrise des possibles qu'elle permet, par le reflet qu'elle donne des préférences pré-existantes. Mais elle a aussi un rôle actif en ce sens qu'elle contribue à forger et à faire évoluer les préférences des différents acteurs ainsi qu'à leur faire accepter ou découvrir des possibles préalablement refusés ou insoupçonnés.

C'est dans cet esprit que va être analysé ce travail "charnière" de modélisation. Nous le ferons en nous situant successivement à chacun des trois niveaux introduits tableau 1. Bien que l'objet de cette recherche se situe aux niveaux II et III, il nous est impossible de les aborder d'emblée : un minimum de définitions et de discussions au niveau I s'impose.

TABLEAU 1  
TROIS NIVEAUX DE MODELISATION

<p><u>NIVEAU I</u></p> <p>↓</p>	<p>OBJET DE LA DECISION</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Définition formelle de l'ensemble A des ACTIONS CANDIDATES : cas globalisé, fragmenté, fixé, évolutif (cf. tableau 2)</li> <li>- Choix d'une PROBLEMATIQUE : "un", "tous", "quelques-uns" (cf. tableau 4)</li> </ul>
<p><u>NIVEAU II</u></p> <p>↓</p>	<p>CONSEQUENCES ELEMENTAIRES</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Description formelle du nuage des conséquences <math>v(a)</math> : ECHELLES, EVALUATION sur chaque dimension, SEUILS, ... (cf. tableaux 5, 6, 7)</li> <li>- Choix d'une FAMILLE COHERENTE DE CRITERES <math>g_1, \dots, g_n</math> adaptés au pouvoir discriminant et à la mesurabilité ou graduabilité sur chaque échelle (cf. tableau 8 et question <math>Q_1</math>)</li> </ul>
<p><u>NIVEAU III</u></p>	<p>PREFERENCE GLOBALE</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Définition formelle de MEILLEUR et de PIRE, de BON et de MAUVAIS : importance relative des critères, substituableté, indépendance (cf. tableau 9 et question <math>Q_2</math>)</li> <li>- Choix d'une ATTITUDE OPERATIONNELLE adaptée au caractère plus ou moins complexe, flou et incertain de la logique d'agrégation et du processus de décision (cf. tableau 10)</li> </ul>



## 1. Des actions candidates à la problématique

### 1.1 Les actions candidates

Que ce soit dans les services d'études de l'administration, dans ceux des entreprises de transport ou encore dans les sociétés de conseil, une certaine conception de l'aide à la décision, à la fois plus étroite et plus ambitieuse que celle définie ci-dessus, vient assez souvent "fausser" la définition de l'ensemble A des actions candidates <sup>(1)</sup>. Dans cette conception, il s'agit, sans nécessairement se préoccuper de l'insertion dans le processus de décision, d'exhiber une solution dont l'étude doit démontrer qu'elle est la meilleure pour la collectivité, solution qui sera ensuite proposée à l'instance devant prendre la décision.

En toute rigueur, cette priorité donnée à la RECHERCHE d'un OPTIMUM "démonstré" d'une UTILITE COLLECTIVE n'a de sens que s'il est fait référence à :

- des possibles conçus comme exclusifs, chacun saisissant par conséquent une action a dans sa globalité ;
- un ensemble A rassemblant toutes les actions globales envisageables mais possibles, cette délimitation a priori prenant appui sur l'existence d'une frontière objective rigide séparant l'admissible de l'inadmissible, cette exhaustivité reposant sur la certitude d'avoir imaginé toutes les voies possibles et examiné suffisamment à fond toutes celles soumises à l'étude.

Or, il est des problèmes relativement auxquels il peut être vain, ou simplement maladroit, de vouloir prendre appui sur un ensemble A ainsi conçu. En premier lieu, la frontière entre l'acceptable et l'inacceptable est souvent floue. Parfois, cela tient à la nature des limites ; dans d'autres cas, c'est le diagnostic même d'acceptabilité qui fera problème

---

(1) Les termes usuels "admissible" ou "réalisable" nous ont paru trop liés à cette conception incriminée.

du fait de l'agencement complexe des divers fragments constituant les actions envisagées. En second lieu, l'insuffisance des performances mises en lumière par un premier calcul, les conflits qui opposent certains acteurs dans le processus de décision, tout simplement encore un effort d'imagination ou l'impossibilité d'envisager toutes les possibilités a priori, sont autant de circonstances qui font évoluer A (voir tableau 2).

Précisons enfin qu'une analyse des actions, objet de la décision, fait souvent ressortir le caractère artificiel et inutilement compliqué d'une conception qui les veut exclusives, donc globalisées. Beaucoup de faux problèmes naissent de cette conception. En effet, lorsque les actions ne sont pas naturellement exclusives, on peut chercher à cerner les configurations de fragments qui le sont. On est ainsi conduit à substituer à un ensemble A d'actions élémentaires compatibles un sous-ensemble de l'ensemble  $\mathcal{P}(A)$  des parties de A, sous-ensemble dont les éléments apparaissent comme des actions globales deux à deux incompatibles. Ce faisant, on risque fort de se heurter à des difficultés (parfois insurmontables) pour délimiter le sous-ensemble de  $\mathcal{P}(A)$  des configurations acceptables.

Le tableau 2 caractérise les 4 cas qu'il paraît naturel d'introduire au terme de cette brève discussion. Le tableau 3 fournit une liste d'exemples illustrant chacun d'eux et auxquels nous renverrons de façon privilégiée.

TABLEAU 2  
QUATRE CAS POUR LA MODELISATION DE  
L'ENSEMBLE A DES ACTIONS CANDIDATES

		Les éléments de A sont deux à deux exclusifs	
		<u>OUI</u>	<u>NON</u>
L'ensemble A est, a priori, exhaustif et nettement délimité (par une frontière rigide, un test d'appartenance non ambigu, ...)	<u>OUI</u>	cas globalisé et fixé	cas fragmenté et fixé
	<u>NON</u>	cas globalisé et évolutif (ou flexible)	cas fragmenté et évolutif (ou flexible)

Ce qui importe relativement à A, c'est que les actions candidates qui en sont les éléments dans le cadre d'une étape quelconque du raisonnement d'aide à la décision soient clairement identifiées. Cela ne signifie nullement qu'elles sont indépendantes mais seulement qu'elles peuvent être

TABLEAU 3  
QUELQUES EXEMPLES A TITRE INDICATIF

Objet de la décision	Modélisation de A et problématique possibles (1)
1. Localisation d'un aéroport : cas du Var, de Londres, de Mexico, de Porto, du Yorkshire (cf. annexe B.I)	F. O. $\gamma$ ou F. O. $\alpha$
2. Projets d'aménagement routier de rase campagne (cf. annexe B.II.1)	E. X. $\beta$
3. Itinéraires de délestage	F. X. $\gamma$
4. Caractéristiques d'une desserte ferroviaire de banlieue : cas Ermont-Invalides (cf. annexe B.III)	E. O. $\beta$ puis F. O. $\gamma$
5. Investissements visant à améliorer le "confort" dans un réseau de transports en commun (cf. annexe B.IV)	F. X. $\beta$ ou E. O. $\alpha$
6. Tracé d'un tronçon autoroutier : cas de la A.86 (cf. BETOLAUD, FEVRIER (1973), Le Monde du 18.6.74)	E. O. $\gamma$
7. Prise en charge des avions sur un aéroport et affectation aux aires de débarquement	E. X. $\alpha$

(1) E = Evolutif, F = Fixé, O = Globalisé, X = Fragmenté (cf. tableau 2)  
 $\alpha, \beta, \gamma$  : cf. tableau 4.

considérées isolément les unes des autres sans qu'elles deviennent pour autant dépourvues de sens. Cela ne signifie pas davantage que toutes sont à coup sûr acceptables en ce sens que rien ne s'oppose à ce que certaines soient reconnues comme inacceptables dans le cadre d'une étape ultérieure. Cela implique en revanche que leur définition spécifique tous les choix nécessaires à leur évolution (cf. 2 ci-après) avec le degré de précision souhaité. Ainsi, laisser dans le vague les conditions d'exploitation (horaire ou cadence, fréquences en fonction de l'heure) d'une nouvelle desserte de transport en commun peut rendre l'appréciation de certains des avantages qu'elle procure délicate, voire dénuée de signification.

Selon les cas, les actions de A sont :

- élaborées une à une comme autant de variantes d'un même projet ou partie de projet (cf. tableau 3, exemples 1, 4, 6) : il importe alors de veiller à ce qu'une conception dès l'abord très détaillée, la perspective de calculs ultérieurs complexes, ... n'incitent (sur la base d'hypothèses superficielles, voire de préjugés) à réduire dangereusement le nombre de ces variantes et à engager prématurément l'étude vers un type de solution trop particulier ; il arrive en effet que, pour ces raisons et compte tenu de l'opinion des techniciens (homme d'étude), A se résume à : la variante statu-quo, la variante préconisée (dite optimale), quelques variantes "repoussoirs" ;
- engendrées par un processus plus ou moins complexe (cf. tableau 3, exemple 2) : si A comporte des fragments non indépendants, il importe de veiller à ce que le processus coordonne suffisamment leur genèse de manière à garantir ici encore une exhaustivité suffisante (il ne suffit pas d'inclure dans A la meilleure variante relative à chaque fragment pour être assuré de pouvoir confectionner une configuration cohérente) ;
- caractérisées par des variables  $x_1, \dots, x_m$  : A est alors défini comme l'ensemble des solutions d'un système de conditions formelles rigide qui érigent une frontière sans nuance entre le possible et l'impossible ; ceci ne présente aucun inconvénient aussi longtemps que les solutions étudiées et/ou proposées ne sont pas "trop proches" de cette frontière ; en effet, au voisinage de cette frontière, l'analyse de certaines de leurs conséquences (cf. 2 ci-après) est certainement sujette à discussion.

## 1.2 La problématique

Conjointement à cette option relative à la conception de A, l'homme d'étude doit en prendre une autre, tout aussi fondamentale. Il s'agit du choix de la problématique sur A, compte tenu du niveau auquel intervient le modèle au stade actuel de son développement. Le recours privilégié à l'optimisation a parfois laissé croire que la problématique  $\alpha$  du tableau 4 était la seule naturelle. L'unicité de la décision finale, dans le cas A globalisé, est venue renforcer cette croyance. On sait d'expérience combien il est difficile de convaincre les acteurs participant au déroulement du processus de décision que la "meilleure action obtenue" par l'homme d'étude est celle qu'il faut adopter.

Cette problématique  $\alpha$  cesse en outre de s'imposer dès l'instant où A est évolutif et/ou fragmenté. L'homme d'étude peut alors envisager l'une ou l'autre des problématiques  $\beta$  ou  $\gamma$  du tableau 4. L'intérêt de ces trois problématiques et la portée de l'option prise apparaîtront encore plus clairement lorsqu'il s'agira de modéliser la préférence globale face à plusieurs critères.

TABLEAU 4  
CHOIX D'UNE PROBLEMATIQUE SUR A

La problématique vise à sélectionner	$\alpha$ "un"	Une action et une seule : la "meilleure" obtenue
	$\beta$ "tous"	Toutes les actions "bonnes" parmi celles étudiées
	$\gamma$ "quelques uns"	Quelques actions parmi les "meilleures" étudiées

Cette double option (cf. tableaux 2 et 4) fait apparaître  $4 \times 3 = 12$  cas. Faisons observer que chacun correspond à une situation réelle. Une analyse superficielle pourrait laisser croire que les cas globalisés impliquent la problématique  $\alpha$ . En fait, il n'en est rien car l'aide à la décision peut avoir pour objet d'exhiber toutes les actions méritant d'être prises en considération dans un stade primaire de développement du modèle (cas de problématique  $\beta$  - cf. tableau 3, exemple 4) ou encore les quelques actions formant le noyau d'une relation de surclassement (cas de problématique  $\gamma$  -

cf. exemples 1 et 6) : les cas fragmentés n'excluent pas davantage la problématique  $\alpha$  puisque l'aide à la décision peut alors procéder par itérations successives, chacune consistant en la sélection d'un "meilleur fragment" (cf. exemple 7).

Ces exemples anticipent quelque peu la section 3 mais, ce faisant, ils font toucher du doigt la rétroaction du 3e niveau de modélisation sur le 1er : le choix de l'attitude opérationnelle est à la fois cause et conséquence du choix de la problématique, voire des problématiques successives adaptées au développement progressif du modèle.

Quoi qu'il en soit, c'est, à nos yeux, la qualité de l'insertion dans le processus de décision (et non la commodité des travaux de résolution) qui doit être déterminante pour fixer :

- et la nature des actions candidates, support du raisonnement et du conditionnement de l'information (cf. section 2) ;
- et la problématique, fil conducteur de la déduction mais aussi de la discussion, largement responsable par conséquent de la prise en considération du modèle (ou de son rejet en bloc) : problématique inacceptable, irréaliste, incompréhensible par les principaux acteurs.

### 1.3 Rendre à chaque niveau de modélisation ce qui lui appartient

La caractérisation essentiellement technique des actions de A, négligeant ou refusant d'inclure dans leurs définitions certaines composantes jugées étrangères à la rationalité de l'étude parce que ne relevant pas d'une connaissance objective ou encore parce que susceptibles d'être réintroduite ultérieurement, le recours à une théorie se justifiant davantage par la cohérence interne de la construction abstraite proposée que par son aptitude à rendre compte des réalités, l'attention insuffisante portée au processus de décision et aux antagonismes qui s'y développent en relation avec des aspects non techniques des actions envisagées (jugements et intérêts de ceux qui auront à les mettre en oeuvre, à les subir, ...), créent des conditions initiales qui risquent d'engager irrémédiablement l'étude dès le premier passage par le niveau I (cf. tableau 1) dans une voie qui en compromettra la portée.

Quelles que soient la nature de A et la problématique associée, il est bien clair que l'aide à la décision fait jouer un rôle fondamental aux notions de meilleur et de pire, de bon et de mauvais. C'est pourquoi elle se conçoit difficilement sans référence à une, voire plusieurs, échelles de valeurs ou encore à des seuils. Echelles et/ou seuils relatifs à qui ? Et bien, relatifs au décideur au sens précisé plus haut. C'est dire que l'aide à la décision ne se conçoit guère sans accepter (provisoirement) de "jouer le jeu" d'un tel décideur. L'homme d'étude peut évidemment le faire en traitant le problème de la modélisation de la préférence globale, pas seulement pour un décideur mais successivement pour plusieurs des acteurs qui interviennent dans le processus de décision. Quelle que soit l'option, celle-ci doit être claire dès le début de l'étude car elle ne va pas sans influencer le choix de la problématique.

L'homme d'étude est en fait souvent tenté de se réfugier dans le confort d'une prétendue neutralité afin d'éviter les difficultés inhérentes à l'identification du décideur au nom de qui ou pour le compte de qui il travaille. Ce faisant, il prend malgré tout parti, un parti généralement confus, qui lui fait courir le risque de traiter un autre problème que celui qu'il prétend ou est censé résoudre. En effet, les notions de meilleur et de pire, de bon et de mauvais n'ont qu'exceptionnellement un sens absolu et il est vain, nous croyons, de parler de préférence sans préciser l'acteur, l'entité, qui exprime ces préférences et cherche à les faire prévaloir dans la prise de décision. Selon que ces préférences auront été plus ou moins bien captées, traquées et que le reflet qu'en donne le modèle est plus ou moins fidèle, la qualité de l'aide que ce modèle pourra apporter sera changée.

Toutefois, l'analyse des conséquences élémentaires des diverses actions candidates peut généralement être menée indépendamment du décideur privilégié retenu. L'homme d'étude aura donc une attitude d'autant plus scientifique qu'il dissociera clairement :

- au niveau II : la description formelle de toutes les conséquences élémentaires que l'un au moins des acteurs peut vouloir retenir ; il pourra chercher à les synthétiser en une famille cohérente de critères acceptables et compréhensibles par tous (ce sera l'objet de la seconde partie) ;

- au niveau III : la modélisation d'une préférence globale contingente à la personnalité du décideur ; il pourra chercher à la faire en fonction de l'attitude opérationnelle qui lui paraîtra garantir l'insertion la plus efficace dans le processus de décision (ce sera l'objet de la troisième partie).



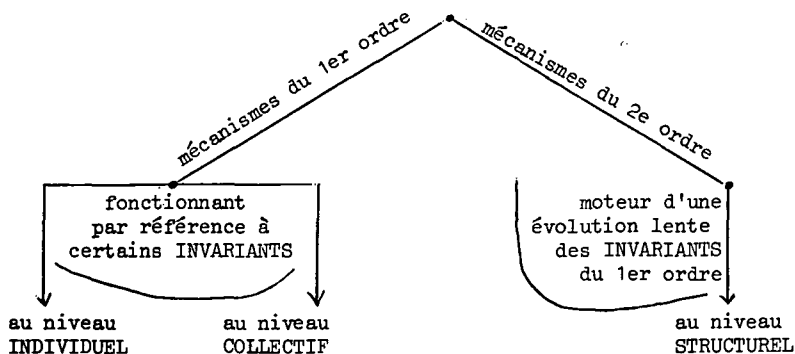
## 2. Des conséquences à la famille cohérente de critères

Même relativement à un décideur clairement identifié (individu, assemblée, collectivité), les conséquences d'une action candidate a sur lesquelles il est censé devoir la juger (pour éventuellement la comparer aux autres) apparaissent avant toute analyse comme floues et mal différenciées, multiples et enchevêtrées. C'est pourquoi nous désignons cette réalité complexe par l'expression nuage des conséquences de l'action a, en abrégé  $v(a)$ .

### 2.1 Les concepts primaires

L'homme d'étude, aidé par le demandeur, doit donc se livrer à un travail d'analyse et de modélisation ayant pour but de bâtir une représentation abstraite de  $v(a)$  intégrant toutes les conséquences à prendre en compte pour asseoir les préférences globales. L'élaboration d'un tel modèle (car c'est bien de cela dont il s'agit) prend généralement appui, de façon plus ou moins claire, sur quelques concepts primaires. On trouvera tableau 5 des définitions destinées à sous-tendre une méthodologie cohérente de portée aussi générale que possible (cf. exemples du tableau 3).

Considérons donc, à la lumière de ces concepts, celles des conséquences élémentaires liées, directement ou indirectement, au temps de par sa quantité ou sa qualité, ses effets immédiats ou futurs. Il nous a semblé utile de les classer d'après le niveau auquel elles se situent. Ces niveaux s'articulent comme l'indique le schéma suivant :



a) Conséquences au niveau individuel

A ce niveau, il s'agit de conséquences élémentaires (cf. tableau 5) qui affectent l'utilisateur des transports concerné par les décisions en cause. Les dimensions (cf. tableau 5) à introduire peuvent ici avoir pour objet d'appréhender :

- la durée telle qu'elle est mesurée par un chronomètre mais aussi telle qu'elle est perçue par l'utilisateur dans ses attentes, ses trajets, ... ;

- la qualité du temps passé en transport qui est notamment liée pour l'utilisateur aux conditions de qualité de service : possibilité de valoriser ce temps en lisant, parlant ou écoutant de la musique, ou en regardant un paysage nouveau ou agréable, ... ; possibilité de structurer ce temps en évitant le morcellement, les ruptures de charge, ... ;

- la maîtrise pour l'utilisateur de l'espace et du temps qui recouvre, d'une part les aspects incertitudes sur des horaires, des durées de trajet ou d'attente, incertitudes devant être mises en relation avec les contraintes horaires des usagers (déplacements domicile-travail beaucoup plus contraints que d'autres trajets) et, d'autre part, le niveau d'information qu'ont les usagers sur le réseau et les conditions d'exploitation (les différentes lignes et correspondances existantes, les sens interdits, les horaires et fréquences de passage).

b) Conséquences au niveau collectif

A ce niveau, il s'agit des conséquences élémentaires qui affectent la collectivité prise dans son ensemble et/ou dans ses différences. Les dimensions à introduire peuvent ici avoir pour objet d'appréhender :

- des aspects économiques : le temps (au sens du chronomètre) considéré comme "perdu" en transports, peut avoir une signification économique (perte de production) même si ce temps peut ne pas être significativement perdu au niveau de l'individu ;

- des aspects sociaux tels une plus ou moins grande facilité à communiquer entre groupes et individus, une modification de l'accessibilité de certaines zones, des potentialités de choix offertes à partir d'une zone, ... ;

- des effets (renforcements ou diminutions) sur les dysfonctionnements constatés ou redoutés : ceux-ci peuvent concerner des catégories de population non prévues comme usagers : voici quelques exemples de tels dysfonctionnements :

. un ramassage ouvrier dans une zone peut avoir pour conséquence de modifier les conditions de l'équilibre des transports en commun réguliers au point de les supprimer et de priver par là même les non-usagers du ramassage de possibilités de transports collectifs,

. la création d'une nouvelle infrastructure de transport ou la modification d'exploitation d'une ligne peut avoir pour conséquence une modification du mode de vie (rentrer déjeuner à midi) (\*),

. conséquences sur le marché de l'emploi : les variations d'accessibilité soudaines en raison de la mise en service ou de la suppression d'une ligne peuvent avoir des conséquences sur le marché de l'emploi.

#### c) Conséquences au niveau structurel

Il s'agit ici de saisir l'évolution de ce qui a été supposé invariant aux deux niveaux précédents. Les dimensions à introduire peuvent ici avoir pour objectif d'appréhender : l'interaction entre offre de transport et formation des villes, l'équilibre régional, l'évolution des consommations collectives et individuelles, ... Les transformations, généralement lentes et incertaines dont il est question ici, se rapportent par exemple à :

- l'urbanisme induit par la création d'une voie rapide (transports collectifs ou véhicules particuliers), d'un aéroport, ... ;

---

(\*) Il est à remarquer que des décisions d'organisation sur des horaires de travail ont les mêmes conséquences.

- la répartition logement-emploi et, d'une façon plus générale, les conséquences sur la répartition et le cloisonnement des activités, sur la ségrégation sociale ;

- la modification (dérèglement) de systèmes autres que le transport (modification de l'équilibre entre commerces locaux et grandes surfaces).

Les conséquences qu'il importe avant tout de saisir naissent d'une transformation progressive, insidieuse du cadre de référence dans lequel fonctionne les mécanismes du 1er ordre, transformations qui engendrent des mécanismes qui, bien que du second ordre, risquent de contrecarrer, par l'ampleur à terme de leurs effets, la portée des autres conséquences. On a pu parler à leur sujet (cf. DUPUY (1975-1)) de mécanismes "pervers" : il y a mécanisme pervers lorsque l'intérêt immédiat ou l'action à court terme contribue à créer une réalité en contradiction avec cet intérêt ou cette action.

Ces généralités sont illustrées dans le cadre de l'annexe B où sont étudiés, dans cet esprit, certains des exemples cités tableau 3. Voici, à titre indicatif, quelques unes des échelles (cf. définition donnée tableau 5) susceptibles d'être retenues à propos des dimensions introduites aux deux niveaux individuel et collectif.

a) au niveau individuel

- échelle de durée

D.1. réduction escomptée (en minutes par usager) sur un trajet entre 2 pôles d'activité spécifiés (l'action étant ici l'aménagement d'une voie existante, la création d'une liaison nouvelle, l'implantation d'un aéroport...).

D.2. différence (en équivalent "minutes gagnées") entre 2 itinéraires concurrents (l'action étant par exemple la mise en place d'un itinéraire de délestage, les temps sont alors ceux, pénibles, passés dans un bouchon et ceux passés hors de l'itinéraire "normal").

- échelle de qualité

**Q.1.** (échelle qualitative)

$e_0$  : conditions ressenties comme physiquement pénibles (station debout, fortes secousses, ...).

$e_1$  : conditions ne tolérant aucune activité suivie.

$e_2$  : conditions rendant possible, mais au prix d'une certaine fatigue, la lecture d'un journal ou une conversation banale.

$e_3$  : conditions permettant d'avoir de façon confortable une activité suivie : tricot, lecture d'un livre difficile, conversation professionnelle.

- échelle de maîtrise du temps

**M.1.** probabilité de ne pas attendre plus de 3'.

**M.2.** laps de temps tel que seulement 5 % des usagers subissent une attente supérieure.

b) au niveau collectif

- échelle économique

**E.1.** quantité de temps (en jours ouvrables) récupérés et réaffectables.

- échelle sociale

**S.1.** nombre d'emplois rendus accessibles à partir d'un pôle spécifié en moins de 40'.

**S.2.** réduction (en minutes) du temps nécessaire pour accéder, à partir d'un pôle spécifié, aux zones de loisirs et d'activités non professionnelles.

- échelle de dysfonctionnement

A.1. (échelle qualitative)

$e_0$  : peut entraîner une rupture d'équilibre grave (avec une probabilité non négligeable).

$e_1$  : crée ou renforce des dysfonctionnements mineurs.

$e_2$  : est sans effets sensibles.

$e_3$  : tend à réduire certains dysfonctionnements existants.

Des évaluations ponctuelles (cf. tableau 5) peuvent fort bien convenir sur des échelles telles que D.1., M.1. ou M.2. L'indicateur d'état n'introduit ici aucun écran entre une (ou quelques) donnée brute et l'état (unique) retenu : c'est dire que le caractère le plus ou moins significatif d'un tel état pour fonder une comparaison peut être saisi par une simple analyse complémentaire en termes de seuils (cf. tableau 7).

Il en va différemment lorsque l'indicateur d'état définissant l'évolution repose sur des formules partiellement arbitraires qui transforment ces nombreuses données en faisant appel à des coefficients sujets à caution. Voici un exemple relatif à l'échelle E.1. (cf. tableau 3, exemple 2).

Partant d'un temps "économisé" de  $t$  minutes par véhicule, l'indicateur doit tenir compte :

- d'une hypothèse de réaffectation de tout ou partie de ces  $t$  minutes pour chaque type d'usage : domicile-travail, déplacement professionnel, transport de marchandises, achats, loisirs, ... On admet habituellement que, pour chaque usage, les  $t$  minutes économisées sont intégralement réallouées par les individus à des activités valorisantes pour la collectivité et qu'elles peuvent ainsi être cumulées en termes de jours ouvrables récupérés. C'est là une hypothèse particulièrement contestable, ne serait-ce que, parce que toute possibilité nouvelle de transport semble en fait davantage utilisée pour se déplacer plus souvent et plus loin que pour

TABLEAU 5 : DES CONSEQUENCES ELEMENTAIRES AUX EVALUATIONS DANS L'ANALYSE DE  $v(a)$

<u>SYMBOLS ET NOTATIONS</u>	<u>DEFINITIONS</u>
<u>Conséquence élémentaire</u>	Aspect ou attribut de $v(a)$ jugé pertinent pour le problème et dont les états possibles sont susceptibles d'être repérés le long d'une <u>dimension</u> à l'aide d'un <u>indicateur d'états</u>
<u>Dimension</u>	Trait commun à l'ensemble des états associés à une conséquence élémentaire déterminant un ordre complet destiné à justifier leur comparaison en relation avec la préférence
<u>Indicateur d'états :</u> $\gamma_i(a)$	Procédé opérationnel et homogène du point de vue de la comparaison permettant d'identifier l'(ou les) état(s) au(x)quel(s) peut conduire l'action $a$ candidate relativement à la dimension $i$ Formellement on posera : $\gamma_i(a) \subset E_i$ ( <u>Echelle</u> associée à la dimension $i$ )
<u>Echelle</u> $E_i$ <u>Echelon</u> $e_i$ $<^i$	Ensemble complètement ordonné pris comme représentation formelle de la dimension $i$ Elément d'une échelle représentant un état relatif à la dimension correspondante Relation d'ordre traduisant sur $E_i$ l'ordre inhérent à la dimension $i$
<u>Ensemble</u> $v = \{1, \dots, \bar{n}\}$ <u>des dimensions</u>	Liste des dimensions retenues pour le problème, jugées nécessaires et suffisantes, pour dégager une physionomie réaliste et complète de $v(a)$ sur la base des indicateurs d'états correspondants, éventuellement complétés par des <u>indicateurs de modulation</u>
<u>Indicateur modulation</u> $\delta_i(a)$	Compléments d'informations concernant $\gamma_i(a)$ lorsque l'évaluation n'est pas <u>punctuelle</u> sur la dimension $i$ (voir tableau 6)
<u>Evaluation de <math>a</math> sur la dimension <math>i</math></u>	$\gamma_i(a)$ si $\gamma_i(a) \subset E_i$ l'évaluation est alors dite <u>punctuelle</u> $[\gamma_i(a), \delta_i(a)]$ sinon l'évaluation est alors dite <u>non punctuelle</u>

économiser du temps sur une "quantité constante de trajets" (on effleure ici le niveau structurel) ;

- d'une hypothèse sur le taux de fréquentation par type d'usage (en distinguant jours de semaines et week-end, en période normale et de vacances) et ce pour une année type (ou pour une suite d'années liée à la durée de vie) ;

- d'un taux d'occupation des véhicules en personnes actives, adultes non actifs, enfants, ... ;

- du poids relatif de toutes les sortes de temps réaffectables ainsi définis, poids devant permettre d'en faire le cumul.

Il est clair que, dans ces conditions, l'évaluation, pour être significative, doit appréhender l'intervalle (sous-ensemble de  $E_i$ ) regroupant les états auxquels le calcul peut conduire lorsqu'on explore (non pas une à une mais globalement) tous les éléments d'arbitraire. On peut par exemple procéder en adaptant à tous les niveaux d'abord l'hypothèse favorable au résultat le plus élevé, puis celle favorable au résultat le plus bas.

L'introduction d'une évaluation non ponctuelle n'est pas liée à ce seul cas. Sur l'échelle Q.1., par exemple, il se peut qu'aucun échelon ne permette à lui seul de caractériser une action  $a$  qui conduit à transporter une fraction des clients confortablement assis, les autres étant debouts. On pourra alors poser :

$$\gamma_i(a) = \{e_3, e_2\}$$

$$\delta_i(a) = \begin{cases} f & \% \text{ de clients dans l'état } e_3 \\ 1 - f & \% \text{ de clients dans l'état } e_2 \end{cases}$$

C'est là un exemple très simple où un indicateur de modulation distributionnel (cf. tableau 6) vient compléter l'indicateur d'état. On pourra, de la même façon, introduire un indicateur de modulation pour saisir l'effectif de la population touchée par les dysfonctionnements mis en cause aux échelons de  $\gamma_i(a)$  lorsque  $E_i =$  échelle A.1.



Il est des conséquences élémentaires telles que, à moins de consacrer à la définition de l'échelle et de l'indicateur d'état correspondant des efforts disproportionnés à l'enjeu, il serait illusoire de vouloir introduire un indicateur de modulation sur l'évaluation  $\gamma_i(a)$ . Les développements précédents relatifs à l'échelle E.1., les difficultés rencontrées avec l'échelle S.2. face aux divers types de zones à retenir doivent permettre de comprendre cette situation et par conséquent le concept d'indicateur de modulation relationnel du tableau 6. En fait, l'homme d'étude peut faire ici l'économie de la définition précise de  $\gamma_i(a)$ . Ce sous-ensemble peut en effet rester "flou" car, sur un plan formel, l'évaluation finale équivaut à définir un classement ou une relation binaire (cf. JACQUET-LAGREZE (1975)) sur les diverses actions en référence à la seule dimension considérée (comme le ferait un juge ou un expert à qui l'on demanderait de se limiter à cet aspect des choses).

Dans certains problèmes, l'homme d'étude peut être amené à procéder différemment. Supposons que l'analyse de la conjoncture, de certains types de risques à moyen terme, de phénomènes à plus long terme, ... justifie l'introduction d'un petit nombre de situations-types fortement discriminantes quant à l'évaluation de certaines des conséquences élémentaires (échelles E.1., S.1., A.1., ...).

Soit alors  $\mathcal{E}$  un ensemble dont les éléments  $\epsilon$ , appelés "événements" ou encore "scénarios" servent à caractériser chacune des situations ainsi isolées. Pour chaque dimension  $i$ , l'ensemble des états  $\gamma_i^{\epsilon}(a)$  auxquels peut conduire un événement  $\epsilon$  déterminé se trouvera généralement réduit à un sous-ensemble strict de  $\gamma_i(a)$ . Sur certaines dimensions,  $\gamma_i^{\epsilon}(a)$  peut se trouver systématiquement réduit à un seul élément de  $E_i$  : c'est (pour une classe d'événements exclusifs) le cas événementiel pur du tableau 6. Quant aux dimensions pour lesquelles il n'en est pas ainsi, un indicateur de modulation doit préciser (de façon distributionnelle ou relationnelle) l'importance relative des états de  $\gamma_i^{\epsilon}(a)$  : c'est le cas événementiel complexe du tableau 6.

TABEAU 6 : NATURE DES INDICATEURS DE MODULATION ENTRANT DANS LES EVALUATIONS  
NON PUNCTUELLES

<u>CAS LES PLUS COURANTS</u>	$\delta_i(a)$
<u>Distributionnel</u>	Distribution définie sur $\gamma_i(a)$ permettant de moduler l'importance relative des différents états (d'après l'importance d'une population concernée, selon un degré d'appartenance floue, en probabilité, en fonction du temps, ...)
<u>Relationnel</u>	Nombre ou vecteur associé à $\gamma_i(a)$ permettant d'établir une relation (préférence, indifférence, incomparabilité) <sup>i</sup> entre $\gamma_i(a)$ et $\gamma_i(a')$ pour toute action candidate $a'$ (fondée sur une modulation de l'importance, de la vraisemblance, .., entre les états de chacun des deux sous-ensembles)
<u>Événementiel pur</u>	Application de $\mathcal{E}$ (ensemble d'événements exclusifs) sur $\gamma_i(a)$ caractérisant l'état $\gamma_i^{\mathcal{E}}(a)$ auquel conduit $\varepsilon \in \mathcal{E}$ lorsqu'il se réalise ; à chaque événement de la classe $\mathcal{E}$ , $\delta_i(a)$ associe donc une évaluation ponctuelle. Si $\mathcal{E}$ est muni d'une distribution de probabilité, $\delta_i(a)$ définit alors une distribution de probabilité sur $\gamma_i(a)$
<u>Événementiel complexe</u>	Application de $\mathcal{E}$ (ensemble d'événements) dans $\mathcal{P}[\gamma_i(a)]$ (ensemble des parties de $\gamma_i(a)$ ) caractérisant ceux des états auquel peut conduire chacun des événements de la classe $\mathcal{E}$ celle-ci pouvant être enrichie d'une modulation distributionnelle ou relationnelle lorsque l'image dans $\mathcal{P}[\gamma_i(a)]$ est un sous-ensemble contenant au moins deux éléments de $\gamma_i(a)$

Nous laissons au lecteur le soin d'approfondir ces cas en relation par exemple avec l'annexe B.III. Quoi qu'il en soit, le fait d'explicitement la classe  $\mathcal{C}$  a, lorsque le pouvoir discriminant des événements est clairement marqué sur deux dimensions au moins, le mérite de mettre en lumière une liaison causale que la modélisation des préférences globales ne devra pas ignorer.

Dans, ou en-dehors des cas événementiels, il peut exister d'autres relations entre les indicateurs de modulation qui soient porteuses d'informations ultérieurement utiles et que l'homme d'étude a intérêt à diagnostiquer à ce stade de l'analyse. Elles sont formalisées à la fin du tableau 7.

Les échelles décrites ci-dessus conduisent généralement à prendre l'un des deux échelons extrêmes comme objectifs (cf. tableau 7). Il pourrait fort bien en être autrement. Supposons que, à propos de la maîtrise de l'espace et du temps, l'homme d'étude veuille introduire une échelle repérant la "quantité d'information" fournie à l'usager. Un excès d'information pourra être jugé néfaste et l'objectif ne sera plus à l'extrémité de l'échelle. Si deux échelons situés d'un même côté par rapport à l'objectif restent directement comparables en relation avec la préférence, il faut franchir un pas de plus dans l'étude de celle-ci pour comparer deux échelons situés de part et d'autre d'un tel objectif.

Revenons, pour illustrer le concept de seuil (cf. partie centrale du tableau 7) à des échelles de durées chronométrées ou vécues. La personnalité des acteurs, la nature des actions candidates et celle des échelles, le mode d'élaboration des indicateurs d'état et de modulation sont à l'origine de divers types de seuils d'ailleurs souvent entremêlés. Admettre que les différents acteurs sont indifférents entre deux actions a et a' qui conduisent aux mêmes évaluations, sauf en ce qui concerne un certain type de durée appréciée sur une échelle  $E_i$  grâce à des évaluations ponctuelles respectives  $\gamma_i(a) = e$ ,  $\gamma_i(a') = e - n$ , peut fort bien relever d'explications différentes :

TABLEAU 7 : AUTRES INFORMATIONS PRECISANT LA SIGNIFICATION DES EVALUATIONS  
EN VUE D'UNE MODELISATION PLUS SYNTHETIQUE DE  $v(a)$

<u>CONCRETS ET NOTATIONS</u>	<u>DEFINITIONS</u>
<p><u>Objectif</u> <math>o_i</math></p>	<p>Echelon de <math>E_i</math> tel que <math>\forall e, e' \in E_i</math> <math>e'</math> préféré ou indifférent à <math>e</math> dès que :  <math>e &lt;^i e' \leq^i o_i</math> ou <math>o_i \leq^i e' &lt;^i e</math></p>
<p><u>Seuil de non-discrimination</u></p> <p><u>Seuil d'imprécision</u></p> <p><u>Seuil d'imprévisibilité</u></p> <p><u>Seuil de prescription de préférence</u> <math>s_i^+(e)</math></p> <p><u>Seuil d'indifférence</u> <math>q_i^+(e)</math></p> <p><math>s_i^+(e) \leq q_i^+(e)</math></p>	<p>Intervalle maximum entre 2 échelons (d'une même échelle) non discriminée par les acteurs qui ne les perçoivent pas comme distincts ; il peut varier le long de l'échelle</p> <p>Intervalle maximum entre 2 échelons (d'une même échelle) que l'imprécision de l'indicateur d'état ne permet pas de séparer à coup sûr ; il peut varier le long de l'échelle ;</p> <p>Intervalle maximum entre 2 échelons (d'une même échelle) que la finesse des prévisions ne permet pas de distinguer à coup sûr ; il peut varier le long de l'échelle ;</p> <p>Terme générique pour désigner l'un, ou un mélange des seuils précédents, tel que :  <math>e'</math> préféré strictement à <math>e</math> dès que :  <math>e &lt;^i e' \leq^i o_i</math> ou <math>o_i \leq^i e' &lt;^i e</math></p> <p>et que l'intervalle <math>[e, e']</math> (défini par référence à une mesure : nombre d'échelons, ...) dépasse strictement (en valeur absolue) <math>s_i^+(e)</math> ; pour un intervalle inférieur, il y a présomption de préférence, situation incluant celles d'indifférence et de préférence large (cf. tableau 9)</p> <p>Intervalle maximum entre 2 échelons de <math>E_i</math> tel que :  <math>e'</math> indifférent à <math>e</math> dès que :  <math>e &lt;^i e' \leq^i o_i</math> ou <math>o_i \leq^i e' &lt;^i e</math></p> <p>et que l'intervalle <math>[e, e']</math> (défini par référence à une mesure) reste strictement inférieur (en valeur absolue) à <math>q_i^+(e)</math> ; pour un intervalle supérieur, il y a préférence large ou stricte</p>
<p><u>Relation informationnelle modulaire de la dimension h vers la dimension i</u></p> <p><math>\delta_i(a, e_h)</math></p> <p><math>\delta(a)</math></p>	<p>Le fait de préciser un état <math>e_h \in \gamma_h(a) \subset E_h</math> conduit à modifier l'indicateur de modulation <math>\delta_i(a)</math> relatif à <math>\gamma_i(a) \subset E_i</math></p> <p>Indicateur de modulation sur la dimension <math>i</math> conditionné par <math>e_h</math></p> <p>Indicateur global intégrant toutes les relations informationnelles modulaires</p>

- $\eta$  est une durée tout à fait négligeable eu égard aux durées en jeu par ailleurs et à la sensibilité propre de chaque acteur sur cette dimension ;
- $\eta$  est une durée trop faible eu égard aux techniques mises en oeuvre pour la saisie des données ;
- $\eta$  est une durée non significative eu égard aux aléas que le mode de calcul néglige.

Par définition (cf. tableau 7),  $s_i^+(e)$  est la valeur maximum de (sur l'échelle  $E_i$  considérée) telle que  $e - \eta$  ne s'impose pas comme significativement meilleur que  $e$ . Pour  $\eta \leq s_i^+(e)$ , l'homme d'étude pourra considérer, soit  $e - \eta$  comme présumé préféré à  $e$ , soit (plus simplement)  $e - \eta$  indifférent à  $e$  ( $s_i^+(e) = q_i^+(e)$ ).

Toujours avec ce même souci d'éviter de faire jouer un rôle discriminant à des écarts peu significatifs, l'homme d'étude sera parfois amené à accorder une attention particulière à de tels seuils au voisinage de l'objectif et par exemple à délimiter un intervalle  $[s_i^-, s_i^+]$  (contenant  $o_i$ ) dont tous les états seront jugés "bons" car suffisamment proches de l'objectif (cf. par exemple échelles M.2. ou S.2.).

Certes il est souvent difficile de préciser la valeur de ces seuils en fonction de l'échelon  $e$  considéré. C'est sans doute pour éluder cette difficulté que ces seuils sont presque toujours (cf. FROST (1970), Direction des routes (1970) et la quasi-totalité des références traitant de calculs de rentabilité) fixés égaux à 0 tout au long de l'échelle. Ceci nous paraît très critiquable car le biais introduit par cette valeur systématiquement nulle est fréquemment beaucoup plus important que celui qui résulterait d'une valeur  $q \neq 0$  discutable à 20 ou même 50 % près. On constate que, dans des études qui se prétendent scientifiques, la prise en considération de seuils non nuls (notamment à propos de durées infinitésimales traitées comme intégralement perçues et "gagnées" par une foule d'usagers) serait, à elle seule, de nature à modifier les conclusions. Le plus souvent, l'homme d'étude n'y fait même pas allusion, pas plus d'ailleurs qu'il ne fait entrer dans la balance certains aspects qualitatifs ou mal quantifiables. Ici, comme à d'autres niveaux de la modélisation, l'effet de ce que nous appelons le biais instrumental se fait gravement sentir :

Modéliser là où de bons instruments permettent de "voir clair" parce qu'ils fournissent des observations dites "objectives" même si celles-ci sont peu significatives eu égard au problème, plutôt que là où la médiocrité des instruments ne suffit pas à faire toute la lumière parce que les chiffres qu'il faudrait avancer seraient en partie "subjectifs" même s'ils concernent des facteurs qui peuvent apparaître déterminants.

## 2.2 Le concept de famille cohérente et la nature profonde des critères qui la constituent

Surtout lorsque  $|v| = \bar{n} > 1$  ou lorsque l'évaluation est non ponctuelle, la description obtenue de  $v(a)$  :

$$[\bar{y}_i(a), \delta_i(a)] \quad \forall i \in v$$

mérite d'être légèrement transformée afin d'être plus maniable tant pour la modélisation des préférences globales que pour l'aide à la décision proprement dite.

Cette transformation consiste en l'élaboration de ce que nous proposons d'appeler une famille cohérente F de critères (voir tableau 8) <sup>(1)</sup>.

Comme les conditions 1 et 3 de la définition le montrent, ce concept n'a de sens que relativement au problème global. Ceci met en lumière la portée nécessairement trop restreinte d'une réflexion qui serait limitée aux seuls critères strictement temporels.

Soulignons que F (cf. condition 3 de la définition) peut fort bien ne comporter aucun critère saisissant tel aspect de  $v(a)$  bien qu'il y ait été explicitement fait référence dans une description préalable. Ainsi les deux critères :

$g_1(a) = \gamma_d(a)$  évaluation ponctuelle sur l'échelle D.1. de durées  
chronométrées

$g_2(a) = \gamma_q(a)$  évaluation ponctuelle sur l'échelle Q.1.

(1) La notation F désigne aussi bien la famille de critères que l'ensemble  $\{1, 2, \dots, n\}$  des indices.

peuvent faire apparaître inutile la prise en compte de durées vécues.

Sous le nom de punctualisation sur la dimension i (cf. tableau 8), on se réfère à une pratique fréquente qui consiste à postuler (de façon parfois irréaliste) l'existence d'un équivalent ponctuel épuisant toute l'information contenue dans  $[\bar{y}_i(a), \delta_i(a)]$  qui mérite d'être retenue pour fonder les comparaisons. Il faut ici dénoncer l'abus des valeurs moyennes qui conduit à compenser des grandes valeurs par des petites valeurs (que l'on songe par exemple au vécu de l'attente).

Enfin, il importe de noter que,  $f(x)$  étant une fonction croissante quelconque, la substitution dans  $F$  de  $f[\bar{g}_k(a)]$  à  $\bar{g}_k(a)$  permet de définir une nouvelle famille cohérente pour le problème.

La correspondance entre critères de la famille et dimensions de l'analyse n'est simple que dans le cas (important) où le critère  $\bar{g}_k$  ne fait intervenir que des indicateurs relatifs à une seule dimension. Lorsqu'il en est ainsi pour tous les critères, le passage des seuils relatifs aux échelles à ceux de même nature relatifs au critère  $k$  (notés  $s_k^+(x)$  et  $q_k^+(x)$ ) ne présente pas de difficultés majeures. Dans le cas de sous-agrégations, ce passage peut être un peu plus complexe.

Selon le pouvoir discriminant reconnu au critère  $k$ , nous proposons de l'appeler (voir tableau 8 Fin) :

- pseudo-critère (cas le plus général) : s'il fait intervenir un seuil d'indifférence  $q_k^+(x)$  et un seuil de présomption de préférence  $s_k^+(x) \geq q_k^+(x)$
- quasi-critère : s'il s'agit d'un pseudo-critère pour lequel  $q_k^+(x) = s_k^+(x)$  ;
- précritère : s'il s'agit d'un pseudo-critère pour lequel  $q_k^+(x) = 0$  ou n'est pas défini ;
- vrai-critère : s'il s'agit d'un pseudo-critère pour lequel  $q_k^+(x) = s_k^+(x) = 0$  (toute différence est significative).

Ces seuils ne peuvent être des fonctions quelconques de  $x$ , comme l'indique la condition écrite tableau 8 pour un seuil de présomption de préférence mais qui demeure identique pour un seuil d'indifférence. Elle s'explique très simplement par le fait que, pour  $y > x$  : il ne peut exister (sous peine d'incohérence) de valeur  $z$  (possible pour le critère  $k$ ) telle que :

$$y + s_k^+(y) < z \leq x + s_k^+(x).$$

De l'étude de la structure sous-jacente à chacun de ces types de critères, on déduit aisément qu'il s'agit :

- d'un ordre complet pour un vrai-critère ;
- d'un quasi-ordre pour un quasi-critère ;
- de ce qui apparaît comme un quasi-ordre orienté pour un précritère ;
- d'une structure plus complexe pour un pseudo-critère à laquelle nous réfèrerons sous le nom de pseudo-ordre.

Précisons pour la suite qu'un quasi-ordre se caractérise par la définition de deux relations  $I$  et  $P$  telles que :

- a)  $I$  est réflexive et symétrique (elle traduit l'indifférence) ;
- b)  $P$  est un "complémentaire" antisymétrique de  $I$  en ce sens qu'une et une seule des trois possibilités suivantes est vérifiée  $\forall x, y$  :

$$x.I y, \quad x P y, \quad y P x$$

(elle traduit la stricte préférence) ;

- c)  $P I P \subset P$  (implique la transitivité de  $P$ ) ;

$$d) P^2 \cap I^2 = \emptyset$$

(pour plus de précision, voir FISHBURN (1970) ou JACQUET-LAGREZE (1975-1)).



TABLEAU 8 : MODELISATION DE  $v(a)$  SUR LA BASE D'UNE FAMILLE COHERENTE DE CRITERES

<u>CONCEPTS ET NOTATIONS</u>	<u>DEFINITIONS</u>
<p><u>Vecteur critère</u>  <math>g(a) = [g_1(a), \dots, g_n(a)] \in \mathbb{R}^n</math></p>	<p>Résumé exhaustif (eu égard au problème) de <math>v(a)</math> donné par les <math>n</math> valeurs prises, à propos de l'action <math>a</math>, par les <u>critères</u> <math>g_j</math>, <math>j = 1, \dots, n</math> formant une <u>famille cohérente</u> relativement aux <math>n</math> dimensions retenues.</p>
<p><u>Famille cohérente F de critères</u></p> <p><math>g_j</math> <math>j = 1, \dots, n</math>  ou <math>j \in F</math></p>	<p>Famille de <math>n</math> fonctions assujetties à trois conditions :</p> <p>1° - chacune a pour argument l'(ou les) évaluation(s) de <math>a</math> sur une (ou plusieurs) dimension (s) à laquelle (ou auxquelles) elle fait correspondre le nombre <math>g_j(a) \in \mathbb{R}</math> ;  Ces nombres vérifient :</p> <p><math>g_j(a) = g_j(a')</math> <math>j = 1, \dots, n \Rightarrow a</math> indifférent à <math>a'</math> ; (condition d'exhaustivité)</p> <p>2° - si <math>a</math> et <math>a'</math> sont deux actions telles que :</p> <p><math>g_j(a) = g_j(a') \forall j \neq k</math> et <math>g_k(a) &gt; g_k(a')</math> (condition de non incomparabilité)  alors, <math>a'</math> préféré ou indifférent à <math>a</math> (voir tableau 9) ;</p> <p>3° - la suppression de l'un quelconque des <math>g_j</math> de la famille pourrait (pour un couple <math>a, a'</math> réel ou fictif) mettre en défaut l'une au moins des deux conditions précédentes (condition de non redondance)</p>
<p><math>g_j(a) = \underset{i}{\gamma_j(a)}</math></p> <p><u>punctualisation sur la dimension i</u></p> <p><math>g_j</math> : <u>sous-agrégation des dimensions <math>i_1, \dots, i_p</math></u></p> <p><u>Éclatement de la dimension i</u></p>	<p>Ceci implique :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- l'évaluation sur la dimension <math>i</math> est ponctuelle <math>\forall a \in A</math></li> <li>- <math>o_i</math> est l'échelon supérieur de <math>E_i</math> dont les échelons sont repérés numériquement</li> </ul> <p>L'évaluation sur la dimension <math>i</math> est non ponctuelle (au moins pour certaines actions) mais ses composantes n'interviennent que dans un seul critère, lequel repose sur l'existence d'un équivalent ponctuel (valeur moyenne, équivalent certain, valeur actualisée, ..) substituable au couple indicateur d'états, indicateur de modulation.</p> <p><math>g_j</math> permet de résumer à lui seul les évaluations relatives aux dimensions <math>i_1, \dots, i_p</math></p> <p>l'évaluation sur la dimension <math>i</math> intervient, par certains de ses composantes, dans plus d'un critère.</p>

$\varepsilon_k$ est un <u>vrai-critère</u>	si la condition 2° ci-dessus entraîne la stricte préférence (l'indifférence comme la présomption de préférence étant, dans ces conditions, exclues)
$\varepsilon_k$ est un <u>précritère</u>	si la condition 2° ci-dessus recouvre, outre la stricte préférence, des situations de présomption de préférence susceptibles d'être caractérisées comme suit par une fonction seuil $s_k^+(x)$ :
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- présomption de préférence si : <math>\varepsilon_k(a) = x &lt; \varepsilon_k(a') \leq x + s_k^+(x)</math></li> <li>- stricte préférence : sinon</li> </ul>
	Pour ne pas conduire à des incohérences, $s_k^+(x)$ doit en outre vérifier :
	$\frac{s_k^+(x) - s_k^+(y)}{x - y} \geq 1 \quad x, y \text{ valeurs possibles pour le précritère } \varepsilon_k$
$\varepsilon_k$ est un <u>quasi-critère</u>	si la condition 2° ci-dessus recouvre outre la stricte préférence des situations d'indifférence susceptibles d'être caractérisées comme suit par une fonction seuil $q_k^+(x)$ :
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- indifférence si : <math>\varepsilon_k(a) = x &lt; \varepsilon_k(a') \leq x + q_k^+(x)</math></li> <li>- stricte préférence : sinon (la préférence large est ici exclue)</li> </ul>
	pour ne pas conduire à des incohérences $q_k^+(x)$ doit en outre vérifier la même condition que celle ci-dessus relative à un précritère
$\varepsilon_k$ est un <u>pseudo-critère</u>	si c'est un précritère à propos duquel la présomption de préférence recouvre outre la préférence large (voir tableau 9) des situations d'indifférence susceptibles d'être caractérisées comme suit par une fonction seuil $q_k^+(x) \leq s_k^+(x)$ :
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- indifférence si : <math>\varepsilon_k(a) = x &lt; \varepsilon_k(a') \leq x + q_k^+(x)</math></li> <li>- préférence large si : <math>x + q_k^+(x) &lt; \varepsilon_k(a') \leq x + s_k^+(x)</math></li> </ul>
	ici encore $q_k^+(x)$ doit vérifier la même condition que $s_k^+(x)$

TABLEAU 9

SITUATIONS AUXQUELLES PEUT CONDUIRE  
LA COMPARAISON DES DEUX ACTIONS CANDIDATES a , a'

	<u>SITUATIONS</u>	<u>DEFINITIONS</u>
Quatre situations fondamentales exclu-sives	<u>d'indifférence</u>	Les deux actions sont indifférentes en ce sens qu'il existe des raisons claires et positives d'équivalence <u>exemple</u> : $g_j(a) = g_j(a') \forall j$ , une égalité approximative étant tolérée pour certains $j$
	<u>de préférence stricte</u>	L'une des deux actions (on sait laquelle) est strictement préférée à l'autre <u>exemple</u> : $g_j(a) = g_j(a') \forall j \neq k, g_k(a') - g_k(a)$ révélateur d'une différence significative
	<u>de préférence large</u>	L'une des deux actions (on sait laquelle) est non strictement préférée à l'autre sans que l'on puisse dire si l'autre lui est strictement préférée ou indifférente car aucune des deux situations précédentes ne s'impose <u>exemple</u> : $g_j(a) = g_j(a') \forall j \neq k, g_k(a') - g_k(a)$ ni suffisamment faible pour justifier l'indifférence ni suffisamment fort pour justifier la préférence stricte
	<u>d'incomparabilité</u>	Les deux actions sont non comparables en ce sens qu'aucune des trois situations précédentes ne s'impose <u>exemple</u> : $g_j(a) > g_j(a')$ pour $j = 1, \dots, p, g_j(a') > g_j(a)$ pour $j = p + 1, \dots, n$ la plupart des écarts étant significatifs
Deux regroupements importants	<u>de présomption de préférence</u>	Elle exclut les situations de préférence stricte et d'incomparabilité et englobe par conséquent celles d'indifférence et de préférence large qu'elles soient séparées ou seulement supposées séparables <u>exemple</u> : voir tableaux 7 et 8 (concept de précritère)
	<u>de préférence</u>	Elle englobe les deux situations de préférence stricte et large (séparées ou supposées séparables) et exclut par conséquent celles d'indifférence et d'incomparabilité <u>exemple</u> : voir tableaux 7 et 8 (condition 2 et concept de quasi-critère)

Pour achever d'élucider l'usage que l'homme d'étude est en droit de faire du critère  $k$ , il lui faut enfin s'interroger sur les relations qui lient deux intervalles quelconques du type :

$$w_k = [x_k, x_k + \omega_k] \quad \text{et} \quad w'_k = [x'_k, x'_k + \omega'_k]$$

définis par deux couples  $(a, b)$  et  $(a', b')$  d'actions candidates telles que :

$$g_j(a) = g_j(b) = g_j(a') = g_j(b') \quad \forall j \neq k, \quad g_k(a) = x_k, \quad g_k(a') = x'_k \\ g_k(b) - g_k(a) = \omega_k \geq 0, \quad g_k(b') - g_k(a') = \omega'_k \geq 0.$$

De tels intervalles sont-ils suffisamment révélateurs d'une réalité sous-jacente pour asseoir de façon significative et opérationnelle une comparaison entre la supériorité de  $b$  sur  $a$  et celle de  $b'$  sur  $a'$  ? Cette comparaison a pour objet de conduire l'homme d'étude à opter (comme au tableau 9) en faveur de l'une des situations fondamentales exclusives suivantes :

- supériorité identique :  $(x_k + \omega_k)$  diffère de  $x_k$  exactement comme  $(x'_k + \omega'_k)$  diffère de  $x'_k$  ;
- supériorité strictement plus grande :  $(x_k + \omega_k)$  diffère de  $x_k$  strictement plus que  $(x'_k + \omega'_k)$  ne diffère de  $x'_k$  ;
- supériorité faiblement plus grande :  $(x_k + \omega_k)$  diffère de  $x_k$  au moins autant que  $(x'_k + \omega'_k)$  ne diffère de  $x'_k$  mais il est impossible de dire si c'est strictement ou exactement ;
- supériorité incomparable : aucune des trois premières situations ne s'impose.

Ces considérations conduisent à formuler la question :

$Q_1$  } Comment discriminer les quatre situations fondamentales exclusives  
 ci-dessus afin de comparer "l'importance" de deux intervalles quelconques  
 du type  $w_k w'_k$  ?

Lorsque l'un des deux intervalles est nul (réduit à un point), la réponse à cette question a déjà été donnée au travers des concepts de seuils (lesquels peuvent dépendre de l'abscisse  $x$  de l'intervalle non nul). C'est donc des autres cas dont il s'agit ici.

Il est rare que l'homme d'étude s'y arrête en ce sens qu'il admet implicitement que la réponse est fournie (indépendamment de  $x_k$  et  $x'_k$ ) par le simple examen du signe de  $\omega_k - \omega'_k$ . Fréquemment, il va même jusqu'à traiter le rapport  $\omega_k/\omega'_k$  comme une mesure de la supériorité de  $b$  sur  $a$  lorsque celle de  $b'$  sur  $a'$  est prise comme unité. Il est clair que ce sont là des hypothèses très fortes qui font apparaître le critère  $k$  comme un instrument de haute précision. Celui-ci doit être un vrai-critère, qui s'impose comme défini à une transformation linéaire positive près. C'est dire que  $g_k$  est une mesure : seules l'unité et l'origine sont arbitraires. Ainsi, le critère :  $g_k =$  évaluation ponctuelle sur l'échelle  $E_1$  est une mesure.

Si l'homme d'étude peut définir une fonction (non décroissante)  $f(x)$  pour laquelle  $f[g_k]$  (substitué à  $g_k$  dans  $F$ ) soit une mesure, alors nous qualifierons  $g_k$  de mesurable dans  $F$ . Pour qu'il en soit ainsi, il est nécessaire que  $g_k$  satisfasse aux axiomes 1 à 4 (non indépendants) ci-après :

AXIOME 1 :  $\forall$  triplet de valeurs de  $g_k : x, x' < y'$ , la supériorité de  $y'$  sur  $x'$  est strictement plus grande que celle de  $x$  sur  $x$  ( $g_k$  est un vrai-critère).

AXIOME 2 : la réponse à  $Q_1$  est indépendante des valeurs  $g_j(a) = g_j(a') = g_j(b) = g_j(b')$   $j \neq k$  quelles que soient les paires  $a, b$  et  $a', b'$ .

AXIOME 3 : la réponse à  $Q_1$  exclut l'incomparabilité.

AXIOME 4 : la réponse à  $Q_1$  permet d'asseoir, sur l'ensemble des intervalles, un préordre complet (compatible avec l'inclusion et la réunion d'intervalles).

Ces quatre axiomes n'impliquent pas la mesurabilité. Considérons en effet le cas d'échelles qualitatives telles que  $Q.1$  ou  $\Delta.1$  et supposons qu'il lui corresponde une évaluation ponctuelle  $\gamma_i(a)$  donnant naissance au vrai-critère  $g_k : g_k(a) =$  indice de l'échelon  $\gamma_i(a) \in E_i$ . L'homme d'étude peut alors répondre à la question  $Q_1$  (cf. axiome 4) par le classement suivant des 6 intervalles non nuls mis en cause :

$$(2, 3) < (1, 2) < (0, 1) < (1, 3) < (0, 2) < (0, 3).$$

Le tableau ci-après montre qu'il existe diverses transformations  $f$  du critère  $g_k$  rendant les longueurs des intervalles compatibles avec le classement ci-dessus mais conduisant à des valeurs différentes pour les rapports  $\omega_k/\omega'_k$ . Ces valeurs sont toutefois maintenues par le préordre complet dans des limites qui peuvent être relativement étroites.

$E_i$	$e_0$	$e_1$	$e_2$	$e_3$
$g_k$	0	1	2	3
$f^1[g_k]$	1	8	14	19
$f^2[g_k]$	3	10	16	18
$f^3[g_k]$	1	9	14	18

Un corps d'axiome suffisant pour entraîner la mesurabilité implique notamment l'adjonction d'un cinquième axiome tel que le suivant :

AXIOME 5 :  $\forall$  triplet de valeurs de  $g_k : x < x' < y'$ ,  $\exists$  une valeur unique  $y$  de  $g_k$  telle que la supériorité de  $y$  sur  $x$  est identique à celle de  $y'$  sur  $x'$ .

Cet axiome présente un certain intérêt pratique car, dès l'instant où soit l'existence, soit l'unicité de  $y$  fait problème, on peut sérieusement mettre en doute la mesurabilité de  $g_k$ . Que le lecteur songe par exemple à un critère défini comme évaluation ponctuelle sur une dimension telle que S.2 ou M.2.

Nous avons pu constater (cf. annexe B) que les études courantes liées aux problèmes évoqués tableau 3 font un très large usage de mesures qui n'en sont pas. La crédibilité des résultats en est sérieusement affectée.

Si l'on ne veut pas se laisser duper par les chiffres, il importe de veiller à ce que les manipulations algébriques dont ils sont l'objet n'impliquent pas plus d'informations qu'ils n'en recèlent véritablement. Attribuer aux chiffres une signification qu'ils n'ont pas n'entrave malheureusement pas le déroulement de calculs dépourvus de signification.

Il importe dans ce but d'introduire et d'apprendre à manipuler des structures plus pauvres mais plus significatives, en science du management, que celle de mesure. Dans cette perspective, nous proposons de qualifier de graduable les critères qui satisfont aux axiomes 2 et 3 ci-dessus et d'employer le terme graduation pour désigner ceux dont les valeurs permettent une comparaison directe des intervalles (dans le tableau ci-dessus,  $g_k$  est graduable mais seuls les trois derniers critères sont des graduations).

La structure introduite sur l'ensemble des intervalles de type  $w_k$  par les réponses apportées à la question  $Q_1$  est évidemment intimement liée à la technique utilisée pour asseoir ces réponses. Dans la catégorie des critères graduables, on peut distinguer les sous-catégories suivantes :

- critère vraiment graduable : structure (conforme à l'axiome 4) de préordre complet (cf. ci-après) ;
- critère quasi-graduable : structure de quasi-ordre (cf. ci-après) ;
- critère prégraduable : structure de quasi-ordre orienté ;
- critère pseudo-graduable : structure de pseudo-ordre.

Le critère  $g_k$  dont il vient d'être question à propos des échelles qualitatives  $Q.1$  ou  $\Delta.1$  est vraiment graduable. Dans le domaine quantitatif, il est fréquent de voir substituer à  $g(a) = x$  (réel positif) :

$$f_1 [g(a)] = e^{\lambda \cdot x} \quad \text{ou} \quad f_2 [g(a)] = \frac{e^{\lambda \cdot x}}{1 + e^{\lambda \cdot x}}$$

La raison principale en est que  $g(a)$  ne permet pas une comparaison directe des intervalles alors que, avec un critère transformé,  $f_1 [g]$  ou

$f_2 [g]$ , on est fondé à répondre à la question  $Q_1$  en ne faisant intervenir que le signe de la différence  $\omega_k - \omega'_k$  (réponse évidemment conforme à l'axiome 4). C'est donc là un autre exemple de critère vraiment graduable, non pour autant mesurable dans la mesure où  $\omega = 2 \cdot \omega'$  ne signifie pas que la supériorité de  $b$  sur  $a$  est double de celle de  $b'$  sur  $a'$ .

Donnons un dernier exemple se rapportant à un quasi-critère  $g$  lié à l'échelle M.1 et défini comme suit :

$$g(a) = x, \quad q^+(x) = \text{Min}(q \cdot x, 100 - x), \quad 0 < q < 1.$$

$x \in \{0, 1, 2, \dots, 100\}$  exprime le pourcentage de clients dont l'attente dépasse 3'

L'homme d'étude peut envisager d'apprécier l'importance (absolue) d'un intervalle  $w = [x, x + \omega]$  par un indicateur tel que :

$$v(w) = \frac{\omega}{100 - (x + \omega)}$$

de manière à fonder la comparaison des intervalles  $w$  et  $w'$  sur celles des "degrés d'importance"  $v(w)$  et  $v(w')$ . S'il pose par exemple (pour  $v(w) \geq v(w')$ ) :

- importance de  $w$  supérieure strictement à celle de  $w'$  si

$$v(w) \geq v(w') + \frac{\text{Min}(q \cdot x, 100 - x)}{100 - [x + \text{Min}(q \cdot x, 100 - x)]},$$

- importance identique sinon,

$g$  apparaîtra comme un quasi-critère quasi-graduable (dont la relative complexité vient limiter la portée).



Bien que le tableau 9 ait une portée générale, la comparaison de deux actions candidates n'a été étudiée jusqu'ici que dans le cas particulier où  $g_j(a) = g_j(a') \forall j \neq k$  et en préjugant le moins possible de la personnalité du décideur. Ceci, joint au fait que la famille cohérente de critères doit être, autant que faire se peut, compréhensible et acceptable par tous les acteurs du processus de décision, implique de proscrire toute sous-agrégation prématurée, source de confusion et de contestation. La comparaison selon le seul critère k ne fait par conséquent que résumer ce que l'analyse a objectivement mis en évidence sur une dimension, à la rigueur sur quelques-unes, très homogènes ou fortement corrélées. Il faut maintenant passer au niveau supérieur : celui des préférences globales.

### 3. De la préférence globale à l'attitude opérationnelle

#### 3.1 Le problème fondamental de la modélisation des préférences globales

Hors du cas, relativement exceptionnel, où la description synthétique de  $v(a)$  conduit naturellement à une famille cohérente réduite à un seul critère, des informations et réflexions complémentaires sont nécessaires pour fixer les conditions qui, sur la base des vecteurs critères associés, permettront de décréter : telle action est bonne ou mauvaise, meilleure ou pire que telle autre aux yeux d'un décideur identifié. Faisons observer que la question de savoir si une action  $a$  est bonne ou mauvaise peut toujours être posée en termes de comparaison : comparaison de  $a$  avec des actions de référence (réelles ou fictives) jouant le rôle de normes (cf. par exemple ROY 1974).

Préciser l'importance relative des critères, élucider les conditions de substituabilité entre légères variations des uns et des autres, clarifier les cas d'indépendance au sens des préférences, ... Voilà ce dont il s'agit maintenant et que l'on peut résumer au travers de la question :

$Q_2$  { Comment discriminer les quatre situations fondamentales exclusives du tableau 9 lorsque :  $g_j(a) \neq g_j(a')$   $j \in J \subset F$  et  $|J| > 1$  ?

Tel est bien le problème fondamental de la modélisation des préférences globales. Il s'avère en fait intimement lié tant à la nature profonde des critères (cf. 2.2) qu'à l'attitude opérationnelle adoptée par l'homme d'étude à propos de la manière même dont l'aide à la décision doit être effectivement fournie.

Le plus souvent, l'homme d'étude cherche une réponse à  $Q_2$  qui soit conforme à l'axiome suivant :

AXIOME DE COMPLETE COMPARABILITE TRANSITIVE :

- a) Les situations d'indifférence définissent sur  $A$  une relation binaire :  
 $\sim$  symétrique et transitive ;
- b) Les situations de préférence stricte définissent sur  $A$  une relation binaire :  
 $\{$  antisymétrique et transitive ;
- c) Les situations de préférence large et d'incomparabilité n'existent pas.

Notons  $\{$  la relation définie par :

$$a \{ a' \iff a \{ a' \text{ ou } a \sim a' .$$

Si les trois conditions de l'axiome sont vérifiées, alors  $\{$  définit un préordre complet sur  $A$  (et réciproquement). Dans les problèmes concrets, il est toujours possible <sup>(1)</sup> (et d'une infinité de façons) de saisir un tel préordre au moyen d'une fonction

$$V_A(a) = V_A [g_1(a), \dots, g_n(a)] \in \mathbb{R}$$

telle que :

$$V_A(a) = V_A(a') \iff a \sim a'$$

$$V_A(a) > V_A(a') \iff a \{ a'$$

Une telle fonction, que nous appelons fonction de valeur<sup>(2)</sup> apparaît donc comme un vrai-critère agréant les  $n$  critères de la famille  $F$  .

(1) Voir FISHBURN (1970) théorème 3.1

(2) Afin d'éviter toute confusion avec la fonction d'utilité au sens de VON NEUMANN, nous n'employons pas ici le terme utilité :  $V_A(a)$  peut fort bien être inappropriée à des calculs d'espérance mathématique.

Répondre à  $Q_2$  de cette manière est chose relativement facile lorsque les  $n$  critères sont mesurables (ce qui explique les abus dénoncés en 2.2). En effet, sous réserve de propriétés complémentaires d'indépendance au sens des préférences sur lesquelles nous reviendrons plus loin, le travail d'agrégation se réduit à l'évaluation de taux de substitutions (cf. TING 1971, KEENEY 1974).

En pratique, il est rare que toutes ces hypothèses soient rigoureusement vérifiées. De plus, les moyens alloués à l'étude ne permettent généralement pas de savoir ce que vaut la "prétendue approximation" qui consiste à admettre qu'elles le sont.

Dans la plupart des études dont nous avons pris connaissance en relation avec les exemples du tableau 3, l'analyse des conséquences élémentaires aboutit à de vrais-critères dont la valeur est supposée être convertible en unités monétaires. Cette conversion est justifiée selon les cas, soit directement, soit par le biais de "consentements à payer" implicites qu'on suppose sous-jacents dans les décisions des divers agents économiques. Disons que, selon nous, mais nous ne sommes pas seuls à porter ce jugement, il s'agit là de méthodes souvent très artificielles reposant sur des hypothèses peu réalistes.

Ces consentements à payer jouent cependant un rôle capital dans les tentatives développées pour asseoir le concept de valeur du temps (il en va de même pour ce qui est de la valeur du bruit et de beaucoup d'autres taux de substitution). Ce concept, même s'il facilite énormément l'élaboration d'une réponse à la question  $Q_2$ , mérite d'être manié avec d'infinies précautions (cf. annexe B.I).

En fait, le type de réponse à  $Q_2$  que l'homme d'étude peut se proposer comme objectif dépend pour une part importante de la nature des critères (cf. 2.2) et s'enferme a priori dans la complète comparabilité transitive risqué de conduire à une impasse. Il suffit, pour s'en convaincre, de réinterpréter le théorème d'ARROW dans un contexte d'aide à la décision en présence de critères multiples :

## THEOREME D'ARROW (nouvelle formulation)

Lorsque la réponse à  $Q_1$  est :

- supériorité stricte  $\forall j$  si :

$w_j$  (non nul) contient strictement  $w_j^i$  ou  $w_j^i$  est nul

- supériorité incomparable dans tous les autres cas

alors il n'existe pas de réponse à la question  $Q_2$  conforme à l'axiome de complète comparabilité dont la fonction de valeur  $V_A$  jouisse des quatre propriétés suivantes :

- universalité :  $V_A$  est défini quels que soient les  $n$  préordres caractérisés par les  $g_j$  (ceux-ci n'ayant pas d'autre signification en raison de l'hypothèse faite sur la réponse à  $Q_1$ ) ;

- absence de dictateur :  $\nexists k$  tel que  $V_A$  identique à  $g_k \forall g_j, j \neq k$

- unanimité : si  $g_j(a') > g_j(a) \forall j$  alors :  $V_A(a') > V_A(a)$

- stabilité (1) : la restriction  $V_B$  de  $V_A$  à  $B \subset A$  est identique à  $V_B$  (réponse à  $Q_2$  obtenue en substituant  $B$  à  $A$ ).

Revenons maintenant sur le concept d'indépendance auquel il a été fait allusion plus haut. Soit  $J$  une sous famille de critères telle que, quelle que soit la paire  $a, a'$  d'actions candidates considérée dans la  $Q_2$ , la réponse apportée soit indépendante des valeurs

$$g_j(a) = g_j(a') \quad j \in F - J \quad (\text{supposé non vide}),$$

nous dirons alors que la sous-famille  $J$  de critères est indépendante au sens des préférences de la sous-famille complémentaire  $F - J$ . Lorsque  $F$  ne renferme que des vrais-critères, cette définition coïncide avec la définition classique (cf. KEENEY 1974, de NEUVILLE et KEENEY 1972).

---

(1) Il s'agit de la propriété connue sous la dénomination anglaise "independence of irrelevant alternatives" qui stipule que le classement relatif des actions de  $B$  est le même que l'on considère ou non les actions de  $A - B$

La mise en évidence de certaines sous-familles  $J$  indépendantes au sens des préférences de  $F - J$  (jointe à l'examen de l'indépendance au sens des préférences de  $F - J$  vis-à-vis de  $J$ , laquelle n'est pas une conséquence de la précédente) est de nature à justifier certaines propriétés d'une éventuelle fonction de valeur et, plus généralement, d'aider à maîtriser la structure des préférences globales. Il est clair en particulier que la sous-agrégation des critères d'une sous-famille  $J$  n'a de sens que si  $J$  est indépendant de  $F - J$  au sens des préférences. L'implication inverse ainsi que d'autres propriétés établies dans TING (1971) relativement à une famille exclusivement formée de vrais-critères et sous des hypothèses de dérivabilité souvent gênantes, peuvent selon toute vraisemblance être reconsidérées avec fruits à propos d'une famille  $F$  quelconque sur la base de la définition générale de l'indépendance des préférences donnée plus haut.

Pour en terminer avec l'examen formel de cette question  $Q_2$ , soulignons que afin de contourner les difficultés rencontrées, rien, sur le plan théorique, n'interdit à l'homme d'étude de s'orienter vers un type de réponse qui ne respecte pas nécessairement l'axiome de complète comparabilité transitive :

- $\sim$  et/ou  $\{$  peut (ou peuvent) ne pas être transitive(s) ;
- $V_A$  peut être un précritère, un quasi-critère ou un pseudo-critère ;
- $\{$  peut n'être qu'une relation binaire partielle ;
- $\{$  et/ou  $\sim$  peut (ou peuvent) n'être formalisée(s) que pour certaines paires d'actions non exhaustivement choisies a priori.

Il y a là une option cruciale pour l'homme d'étude qui ne peut être discutée indépendamment de l'attitude opérationnelle qu'il adopte quant à la manière même dont il envisage de conduire effectivement l'aide à la décision.

### 3.2 Les attitudes opérationnelles types

La reformulation (énoncée plus haut) du théorème d'Arrow montre de façon exemplaire combien il peut être difficile, pour ne pas dire impossible dans

certain cas, de bâtir une règle d'agrégation de portée générale. Certes, on peut toujours faire référence à un critère  $V_A$ , fonction implicite des  $g_j$ , susceptible de rendre compte dans des conditions idéales, et relativement au champ de questions considérés, des préférences globales du décideur. Vouloir l'explicitier est l'attitude (voir tableau 10, § 1) la plus répandue. Elle a fait, sans contestation possible, la preuve de son efficacité (surtout lorsque l'homme d'étude adopte la problématique  $\alpha$  sur un ensemble  $A$  globalisé et fixé) et ce à un point tel que pour beaucoup elle est la seule envisageable. Cette attitude est pourtant source d'embarras pour l'homme d'étude qui peut notamment :

a) face à certaines paires d'actions, ne pas savoir, ne pas pouvoir, ne pas vouloir comparer (cf. ROY 1974) ;

b) face à des évaluations grossières, qualitatives, aléatoires, ou encore s'exprimant dans des unités hétérogènes (francs, minutes, nombre d'habitant, degré de vraisemblance), ne pas être en mesure de dégager une dimension (cf. échelles du 2.1) ;

c) face à des critères plus ou moins corrélés, non mesurables, se contrebalançant dans le cadre d'une logique complexe et floue, ne pas savoir comment les synthétiser en un critère unique (cf. annexe B II, III et IV) ;

d) face à un ensemble  $A$  d'actions candidates délimité a priori mais aux frontières artificielles dans leur netteté, ne pas se sentir capable de saisir, a priori et dans tous leurs aspects, les transformations structurelles à intégrer dans la définition d'un critère unique acceptable à l'intérieur de  $A$ , de façon à l'étendre à sa frontière et un peu au-delà ;

e) face à un ensemble  $A$  évolutif et/ou formé d'actions candidates non exclusives et/ou à une problématique dont l'objet n'est pas de sélectionner d'emblée une action unique, ne pas juger cette attitude appropriée.

Pour ces raisons, et pour quelques autres, il peut renoncer à cette première attitude, ou tout au moins vouloir l'assouplir, ou encore la différer.

TABLEAU 10 : TROIS ATTITUDES OPERATIONNELLES TYPES  
permettant de retrouver par combinaison la quasi-totalité de celles qu'on observe

1. Vouloir exclure l'incomparabilité et exprimer complètement les préférences par l'explicitation d'un critère unique

Cette attitude conduit à agréger de façon directe et complète les  $n$  critères formant la famille cohérente pour expliciter ce que l'on appelle, selon les cas, fonction économique, fonction ordinale, fonction de valeur, fonction d'utilité, laquelle est censée représenter la préférence globale du décideur.

Les principales méthodologies sont celles d'agrégation de vote, des déclassements comparés, du goal-programming, du calcul économique (coût-bénéfice), de la théorie de l'utilité multi-attributs (cf. ARROW (1951), de NEUVILLE, KEENEY (1972), FISHBURN (1970), FROST (1970), LE BOULANGER, ROY (1968), AGARD et autres (1970), LESOURNE (1972), RAJFFA (1968), TING (1971), PEARCE (1973)).

2. Accepter l'incomparabilité et n'appréhender que partiellement les préférences par l'intermédiaire d'une ou plusieurs relations de surclassement

L'homme d'étude se contente ici de modéliser seulement la part des préférences qu'il est en mesure d'asseoir avec une objectivité et une sécurité suffisantes, en ayant généralement recours au concept de surclassement : il s'agit d'une relation binaire  $S$  éventuellement floue, définie sur  $A$ , non nécessairement complète ou transitive (cf. ROY (1974)).

Pour les principales méthodologies (notamment ELECTRE I et II) voir également BERTIER et autres (1972), BERTIER, de MONTGOLFIER (1974), JACQUET-LAGREZE (1975), MOSCAROLA, ROY (1976), ROY (1974).

3. Tenter d'élaborer de façon interactive un ou plusieurs compromis sur la base des préférences locales

L'homme d'étude cherche ici à soumettre au décideur ou à ses représentants (au demandeur éventuellement) telle(s) action(s) particulière(s) réelle(s) ou fictive(s) afin de le faire réagir, directement ou indirectement, et de recueillir des informations relatives à ses préférences locales. Guidé par ces informations, l'homme d'étude recherche une (ou plusieurs) action(s) présumée(s) meilleure(s) que les précédentes, qu'il soumet à leur tour pour réaction. Lorsque l'amélioration n'est plus nécessaire ou lorsqu'elle devient impossible, nous dirons que l'on est parvenu à un compromis, lequel apparaît, plus ou moins clairement selon la procédure suivie, comme un optimum local relatif à un critère resté implicite.

Diverses méthodologies ont été proposées, notamment dans BENAYOUN et autres (1971), ROY (1976), VINCKE (1975) ZELENY (1974).



Il peut, en particulier, au moins à certains stades de l'étude, lui préférer l'une des deux autres attitudes esquissées tableau 10.

Dans les problèmes qui nous intéressent ici, c'est surtout la seconde attitude qui paraît prometteuse, éventuellement combinée avec d'autres. Elle permet notamment de mieux tenir compte :

- des aspects qualitatifs ou mal quantifiables,
- des seuils de signification,
- des divergences entre échelles de valeur des différents acteurs,
- de la complexité en tant que source d'incompréhension pour les non initiés,
- de la possibilité de faire accepter des actions primitivement rejetées ou d'en faire émerger d'autres initialement non envisagées.



BIBLIOGRAPHIE

---



- La bibliographie comprend :

- . les documents rassemblés au début de la recherche relatifs à la valeur du temps et son utilisation dans les études de transports ;
- . les documents rassemblés au cours de la recherche et notamment ceux qui nous ont été remis par nos interlocuteurs comme point de départ à la réflexion sur les problèmes-supports ;
- . certains documents plus théoriques ou plus généraux que nous citons à un ou plusieurs endroits du rapport ou des annexes.

- Pour certains des documents, nous avons donné quelques mots-clés dont la définition recouvre les domaines suivants (\*) :

AC - Accessibilité : théorie de l'accessibilité, indicateurs d'accessibilité.

Ap - Application : étude concrète relative à un problème précis (investissement, enquête, etc.).

CA - Coûts-Avantages : calcul économique sous la forme de méthodes coûts-avantages ou d'études de rentabilité ; peut concerner tant la théorie, l'application que des documents critiques.

MC - Multi-Critères : modélisation des préférences et aide à la décision en présence de critères multiples, définition et/ou utilisation de critères.

PPS - Psychologie et Psycho-Sociologie : études théoriques ou concrètes axées sur le temps.

Th - Théorie : étude théorique sur la méthodologie ou discussion sur certains aspects.

U - Utilité : théorie de l'utilité, son application au concept de valeur du temps ; théorie de l'utilité multidimensionnelle, problèmes de décomposition sous forme additive ou multiplicative.

---

(\*) Entre parenthèses à la fin de la référence.

VT - Valeur du Temps : définition, problèmes d'estimation, problèmes d'utilisation dans les modèles de prévision de trafic et dans les méthodes d'évaluation.

- ABRAHAM, C. ; COQUAND, R. (1961) - "La répartition du trafic entre itinéraires concurrents", avril. (VT, Th)
- ABRAMS, M. (1973) - "Subjective social indicators (The degree of satisfaction or dissatisfaction felt by people with various aspects of their lives)". SIC Trends, n° 4, p. 31-50.
- ADLER, H.A. (1972) - "Economic Appraisal of Transport Projects : a case study". Indiana University Press, Revue de Presse dans Transportation Science, 6, p. 215.
- AGARD, J. et autres (1970) - "Rationalisation des choix budgétaires". Monographies de Recherche Opérationnelle, 12, AFCET, Dunod.
- AGARD, J. ; RIPOCHE, C. ; CLERC, R. ; BENEDETTI, M. ; PEIRON, B. (1972) - "Un outil de gestion et de décision à Air France : satisfaction - qualité - coût". RCB, septembre, p. 19-25. (PPS, Ap)
- ALEXANDER, S. (1968) - "Space, Time and Duty". The Gifford Lectures at Glasgow, New-York, Dover Publications, 2 volumes.
- ALEXANDRE, A. ; BARDE, J.P. (1973) - "L'implantation des aéroports : Peut-on en évaluer les coûts et les avantages". Analyse et Prévision, T. XI, avril. (CA)
- ARROW, K.J. (1963) - "Social choice and individual values". Wiley, New-York.
- ASSOR, V. (1969) - "Les déplacements quotidiens dans la Région Parisienne". Hommes et Techniques, n° 301, p. 1 018-1 030.
- AUBERTIN, J. (1969) - "A sociological comment on the empirical basis of valuing leisure time within the household". Highway Economics Unit, Department Environment, Research Note n° 11, December. (VT, PPS)
- AUBERTIN, J. - "The concept of free time within the family". Highway Economics Unit, Department Environment, Research Note n° 12. (PPS)

AUBERTIN, J. - "The application of Maw's approach to leisure time to value of time research". Highway Economics Unit, Department Environment, Research Note n° 13.

AUBERTIN, J. (1970) - "A method of stratification for use in value of time analysis". Highway Economics Unit, Department Environment, Research Note n° 17, October. (VT, PPS)

BARBICHON, G. - "Psychologie de l'attente". (PPS)

BARBIER (1971) - "La rationalisation des investissements de transports". (VIe Plan, RP), RCB, juin, p. 23-29.

BARBIER, M. ; MELLET, F. (1971) - "Détermination des élasticités de substitution entre les différentes possibilités de transport urbain de voyageurs". 13e table ronde d'économie des transports, Paris, 28-30 avril.

BAYLE, M. ; BLEITRACH, M. - "Réflexion critique sur l'application du RCB à la préparation du VIe Plan transports".

BECKER, G.S. (1965) - "A theory of the allocation of time". Economic Journal, V. 75, n° 299, September, p. 493-571. (U, VT, Th)

BEESELEY, M.E. (1973) - "Urban transport studies in economic policy". Butterworth. (CA, VT)

BELL, D.E. (1972) - "An utility theory approach to preferences for money overtime". Technical Report n° 73, Operations Research Centre, Massachusetts Institute of Technology, June. (U, Th)

BENAYOUN, R. ; LARITCHEV, O. ; de MONTGOLFIER, J. ; TERGNY, J. (1971) - "Linear programming with multiple objective functions : STEP Method (STEM)". Mathematical Programming, Vol. 1, n° 3, December. (MC)

BENTOLILA, GROSBON, ROUGE (1967) - "Valeur du temps passé dans les transports". Service Régional de l'Equipement de la RP, Division des Transports et de la Circulation, septembre.

BERNARD, J.F. (1971) - "Budget temps et choix d'activités". Consommation, n° 1.



BERTIER, P. ; GAGEY, D. ; de MONTGOLFIER, J. ; ROY, B. (1972) - "Choix de tracés autoroutiers en milieu suburbain : faut-il vraiment endommager des sites urbains et/ou forestiers ? Lesquels ?". Communication aux Journées de Formation "Transports et Agglomérations", Nice, 4/5 octobre. (MC, Ap)

BERTIER, P. ; de MONTGOLFIER, J. (1974) - "Multicriteria analysis : an application to a forest management problem". Revue METRA, Vol. 13, n° 4. (MC, Ap)

BETOLAUD, Y. ; FEVRIER, R. (1973) - "Conservation des forêts suburbaines et passage des autoroutes". Revue Forestière Française, mai-juin. (MC, Ap)

BIEN, G. (1974) - "Une application du concept d'accessibilité à l'étude des réseaux de transports collectifs". IRT, juin. (AC)

BIGEY, M. (1974) - "Etude d'un système de transports adapté aux métropoles régionales". AFCET, Journées : "Production des transports et formation des villes", Montpellier, octobre.

BODIN, J.L. (1970) - "Les ménages et la voiture particulière en 1968". Economie et Statistiques, n° 16, octobre.

BORG, A. ; HEGNA, T.J. ; GREVSTAD, K. (1974) - "Planning for harbour development in the Jaeren region". Communication au 2e Symposium IFAC/IFIP/IFORS : "Régulation du Trafic et Systèmes de Transport", Monte Carlo, 16-21 septembre, éditeur AFCET.

BOUHOURS, P. (1973) - "Biens collectifs, temps et bien-être". Thèse, Université Paris IX Dauphine, 18 janvier.

BOULADON, G. (1969) - "Théorie générale des transports". Groupe consultatif de l'OCDE sur la recherche en matière de transport, octobre.

BOULVIN, Y. ; RAYNAUD, H. (1969) - "Recherche sur les comportements en matière de déplacement". SEMA, Direction Scientifique, Rapport de Recherche n° 37, janvier.

BOURDIEU, P. (1963) - "La société traditionnelle - Attitudes à l'égard du temps et conduite économique". Revue de Sociologie du Travail, Editions du Seuil, n° 1. (PPS)

BROHIER, M. ; BERTIER, P. ; BOUTIN, A.M. (1972) - "L'autoroute de rocade A.86 à l'Ouest de Paris - Signification du projet chez le public".

SEMA (Metra International), Direction Scientifique, Document Technique n° 29, 2 volumes, juillet. (Ap)

BROTCHIE, J. ; SHARPE, R. ; DICKEY, J. (1974) - "The integration of land use and transportation planning using modelling techniques". Communication au 2e Symposium IFAC/IFIP/IFORS : "Régulation du Trafic et Systèmes de Transport", Monte Carlo, 16-21 septembre, éditeur AFCET.

BURCO, B. ; THOMAS, T.C. (1970) - "Taxonomy of Value of Time". Paper for presentation at the HRB 49th Annual Meeting, Washington, January. (VT)

BURT, J.M. ; DYER, J.S. (1971) - "Estimation of travel times in multiple mode systems". Operational Research Quarterly, V. 22, n° 2, June, p. 155-163.

CALAME, P. ; MATALON, B. ; MERCADAL, G. (1969) - "Contribution à une psychosociologie des comportements urbains". Publications de Recherches Urbaines, Ministère de l'Equipement. (PPS)

CARALP, M.F. ; COSTA, G. ; LIBERTALIS, B. (1971) - "La valeur du temps dans les études de transport". IRT, réunion du 3 février. (VT)

CARNEGIE-MELLON UNIVERSITY (1968) - "Latent demand for urban transportation". Rapport PB 178 979, Carnegie-Mellon University, May.

CAZENAVE (1971) - "Valeur économique du temps et théorie de la demande". Revue Economique, Vol. XXII, n° 5, septembre, p. 812-833.

CEMT (1969) - 6e table ronde - "Recherches théoriques et pratiques sur une évaluation exacte des gains de temps". A.H. HARRISON et D.A. QUARMBY, 13-14 novembre.

CEMT (1971-1) - 10e table ronde - "Application des méthodes modernes (notamment des méthodes de la régionalisation du choix budgétaire) à la sélection des investissements dans les transports". 31 mars-2 avril.

CEMI (1971-2). - 13e table ronde - "Détermination des élasticités de substitution entre les différentes possibilités de transport urbain de voyageurs". M. BARBIER et F. MELLETT, 28-30 avril.

CEMI (1972) - 18e table ronde - "Etude des coûts sociaux des transports routiers urbains (bruit et pollution)". A. LASSIERE et P. BOWERS, 13-14 avril.

CERAU-CINAM - "Etude exploratoire pour les arbitrages individuels et collectifs entre temps de travail et temps libre". Etude pour le Commissariat Général du Plan et de la Productivité.

CERAU-MATELT (1970) - "Etude du choix du mode de transports par les habitants de quelques quartiers de Marseille". CERAU.

CETE de Lyon - "Opération de délestage Lyon-Vienne - Etude de la rentabilité de la sous-opération Vienne".

CLAPP, R.G. ; HOLLIGAN, P.E. (1972) - "Quantifying the passenger selection process for accurate market projections". Transportation Research, V. 6, n° 3.

CODDINGTON, A. ; OPSCHOOR, H. ; PEARCE, D. (1972) - "Limites de l'analyse des coûts-avantages appliquée aux programmes qui ont une incidence sur l'environnement". OCDE. (CA)

COHEN, Y.A. (1968) - "Man in adaptation : the cultural present". Chicago, Aldine Publishing Co., Inc.

COUSQUER, R. - "La valeur du temps dans les déplacements domicile-travail - Cas d'un grand ensemble de Lyon". Ecole Nationale des Ponts et Chaussées.

CREDOC-SETEC (1966) - "Etude de l'élasticité de la demande de transport par rapport aux tarifs". Analyse bibliographique des études de MOSES, CLAFFEY, BEESLEY, WARNER, février.

CUNDILL, M.A. ; WATTS, P.F. (1973) - "Bus boarding and alighting times". Transport and Road Research Laboratories, TRRL Report LR 521.

- DANET, A. (1974) - "Restructuration en Lorraine et systèmes de transport". AFCET, Journées : "Production des transports et formation des villes", Montpellier, octobre.
- DASGUPTA, A.K. ; PEARCE, D.W. (1972) - "Cost-Benefit Analysis : Theory and Practice". Macmillan Student Editions. (CA)
- DAVIES, A.L. ; ROGERS, K.G. (1973) - "Modal choice and the value of time". Local Government, Operational Research Unit, Royal Institute of Public Administration, Quay House, Manchester, March, 51 p. (VT)
- DEMETSKY, M.J. (1972) - "Modal demand : a user perception model". Transportation Research, V. 6, December, p. 293-308.
- DEVELOPMENT RESEARCH ASSOCIATES (1968) - "Benefits to the Washington area from the adopted regional transit system". October 25.
- DIENEMANN, P.F. ; LAGO, A.M. (1971) - "Environmental and Social Costs impact of Northeast corridor transportation system technology". Transportation Science, V. 5, n° 3, August, p. 256-282.
- DIRECTION DES ROUTES (1970) - "Calculs de rentabilité appliqués aux investissements routiers de rase campagne". Circulaire du 20 janvier et Manuel d'application du 25 juin. (CA, VT, Th)
- DIRECTION DES ROUTES (1974) - "Méthodologie des études d'infrastructures de transport en milieu urbain". Guide technique des critères urbains (groupe THEDIE). (MC)
- DODSON, E.N. (1969) - "Cost effectiveness in urban transportation". Operations Research, May-June, p. 373-394. (AC)
- DUPONT, C. ; HANROT, S. (1975) - "Critique et proposition en matière d'accessibilité urbaine - Essai d'application au cas d'Orléans". DTT.
- DUPUY, J.P. - "Le lièvre ou la tortue ? Sur la vitesse généralisée de l'automobile".

DUPUY, J.P. (1975-1) - "Valeur sociale et encombrement du temps". Editions du Centre National de la Recherche Scientifique. (U, VI)

DUPUY, J.P. (1975-2) - "A la recherche du temps gagné". RCB, avril.

DUPUY, J.P. ; DEBOUVERIE, Y. (1974) - "L'automobile ne fait pas gagner du temps". Le Monde, 23 juillet, p. 11-12.

ENZER, H. (1968) - "A utility measure based on time preference". Economic Journal.

EVANS, A.A. (1972) - "Temps et vie de travail - Modes d'assouplissement et possibilité de choix individuel". Paris, OCDE, 119 p.

FAURE, H. ; DESPLANQUES, L. ; BECKE, J.C. (1974) - "Deux aspects de la vie quotidienne : le travail et l'habitat". CREDOC.

FERTAL, M.J. ; WEINER, E. ; BALEK, A.J. ; SEVIN, A.F. (1966) - "Modal split - Documentation of nine methods for estimating transit usage". Urban Transportation Branch, Urban Planning Division, U.S. Department of Commerce, Bureau of Public Roads, Office of Planning, December.

FISHBURN, P.C. (1970) - "Utility theory for decision making". John Wiley and Sons, New York.

FISCHER, B.W. ; WINTERFELD, D.V. (1975) - "Multi-attribute utility theory : models and assessment procedures". Utility, Subjective Probability and Human Decision Making, edited by D. WENDT and C. VLEK. (U, MC, Th)

FONCINA, J.L. (1974) - "Une approche simple de certains problèmes de localisation, de distribution, de transport". RAIRO, V. 2, mai, p. 39-50.

FRAISSE, P. (1967-1) - "Psychologie du temps". PUF. (PPS)

FRAISSE, P. (1967-2) - "La perception du temps". In FRAISSE, P. ; PIAGET, J. - "Traité de Psychologie Expérimentale", tome n° 6, PUF. (PPS)

FRAISSE, P. (1974) - "Psychologie du rythme". PUF. (PPS)

- FREBAULT, J. ; GODARD, X. (1970) - "Transports nouveaux dans les villes moyennes". Rapport de Recherche n° 2, Institut de Recherche des Transports, octobre.
- FRISCH, R. (1964) - "Dynamic Utility". *Econometrica*, Vol. 32.
- FROST, M.J. (1970) - "Values for money". Gower Press. (ACA, Th, Ap)
- GEIGER, M. (1971) - "Recherche du gain de temps dans les transports et son évaluation économique". Institut für Verkehrswirtschaft Öffentliche Wirtschaft der Universität, Münche, November, 300 p. (VT)
- GIROUX, M. (1972) - "La valeur économique du temps et les transports". RCB, juin, p. 27-35. (VT)
- GODARD, X. (1973-1) - "L'analyse multicritère dans le calcul économique, application au cas des transports urbains". Thèse, Université Paris I (Panthéon-Sorbonne). (MC)
- GODARD, X. (1973-2) - "Méthodologie de l'analyse multicritère appliquée au transport urbain". Rapport de Recherche n° 9, Institut de Recherche des Transports, décembre. (MC)
- GOODWIN, P.B. (1971) - "Travel by a combination of modes". Research Group in Traffic Studies, University College, London, for 6th Int. Symp. on Transportation and Traffic Theory, University of New South Wales, Sidney, August.
- GOODWIN, P.B. (1973-1) - "Some date on the effects of free public transport". *Transportation Planning and Technology*, V. 1, p. 159-174.
- GOODWIN, P.B. (1973-2) - "Time, distance and cost of travel by different modes of transport". Research Group in Traffic Studies, University College, London, for Annual Conf. of the Universities Transport Study Group, London, January. (VT, Th)
- GOODWIN, P.B. (1974-1) - "Generalised time and the problem of equity in transport studies". *Transportation*, 3, p. 1-24. (VT, Th)

GOODWIN, P.B. (1974-2) - "Time, effort and money : three components of the generalised cost of travel". Research Group in Traffic Studies, University College, London, for PTRC Summer Annual Meeting, Warwick, July. (VT, Th)

GOODWIN, P.B. (1975) - "Valeur du temps". CEMT, 22-23 mai. (VT, Th)

de GRAZIA, S. (1962) - "Of time, work and leisure". New York, 20th Century.

GRONAU, R. (1970) - "The value of time in passenger travel : the demand for air travel". Occasional paper 109, National Bureau of Economic Research, New York.

GROS, B. (1970) - "Quatre heures de transport par jour". Denoël.

GUILBERT, LOUIT, CREUSE (1965) - "Etude comparative de budget-temps". Revue Française de Sociologie, III, p. 502-503.

GUNNARSON, S.O. (1974) - "Time-effectiveness as a basis for the evaluation of environmental factors in transportation alternatives - An approach to a method". Paper presented at OECD Symposium on roads and the urban environment in Madrid, Spain, October. (VT, Th)

HANEY, D.G. (1967) - "The value of time for passenger cars : a theoretical analysis and description of preliminary experiments". Stanford Research Institute, May. (VT, Th)

HANSEN, S. - "The value of commuter travel time in Oslo". Highway Economics Unit, Department Environment, Research Note n° 22. (VT)

HANSEN, S. - "Choice of home/work locations and the value of travel time". Institute of Transport Economics, Royal Norwegian Council for Scientific and Industrial Research, Highway Economics Unit, Research Note n° 24. (VT)

HARRISON, A.J. (1969) - "The value of non-working time : a note on some welfare problems". Highway Economics Unit, Department Environment, Research Note n° 4, July. (VT)

HARRISON, A.J. - "The value of time savings to commercial vehicles". Highway Economics Unit, Department Environment, Research Note n° 5. (VT)

HARRISON, A.J. - "Some results from using interview methods in time research". Highway Economics Unit, Department Environment, Research Note n° 6.

HARRISON, A.J. - "Estimation of the marginal wage increment". Highway Economics Unit, Department Environment, Research Note n° 8.

HARRISON, A.M. ; QUARMBY, D.A. (1969) - "La valeur du temps dans la planification des transports". Etude critique, in 6e table ronde d'économie des transports, Paris, 13-14 novembre, Conférence européenne des Ministres des Transports. (VT)

HARRISON, L.E. ; DICKEY, J. (1974) - "New town activity arrangements to maximize desirable interactions". Communication au 2e Symposium IFAC/IFIP/IFORS : "Régulation du Trafic et Systèmes de Transport", Monte Carlo, 16-21 septembre, éditeur AFCET.

HOINVILLE, G. ; BERTHOUD, R. - "Pilot project into use of simulation methods". Highway Economics Unit, Department Environment, Research Note n° 9.

HOINVILLE, G. ; BERTHOUD, R. - "Value of time development project-report on stage 3". Highway Economics Unit, Department Environment, Research Note n° 14. (VT)

HURDLE, V.F. (1973) - "Minimum cost schedules for a public transportation schedule route". Transportation Science, 7, 2, p. 109-137, 138-157.

IAURP - "Méthode IAURP pour la valeur du temps". Cahiers de l'IAURP, n° 4-5.

IAURP (1969) - "Analyse du choix du mode de transport pour les usagers en Région Parisienne". Cahiers de l'IAURP, n° 17-18, 42 p.

IAURP (1973) - PERLIARD, C. ; TRANCART, Z. ; LAGRANGE, M.P. - "Etude pour un autobus adapté aux urbanisations nouvelles". Etude de la Société DURE.

ILLICH (1973) - "Energie, vitesse et justice sociale". Le Monde, 5 juin et jours suivants.

IRF (1971) - "Le choix du mode de transport dans les villes de province". Rapport de Recherche n° 4, septembre.



JACOBS, J. (1961) - "The death and life of great american cities". Vintage Books.

JACQUET, P. (1974) - "Automatisation des rotations d'avions et des rotations d'équipages". Communication au 2e Symposium IFAC/IFIP/IFORS : "Régulation du Trafic et Systèmes de Transport", Monte Carlo, 16-21 septembre, éditeur AFCET.

JACQUET-LAGREZE, E. (1975) - "La modélisation des préférences - Préordres, quasi-ordres et relations floues". Thèse, Université Paris V, juin.

de JOUVENEL, B. (1972) - "Le langage des heures". Analyse et Prévision, XIII, p. 437-470. (PPS)

KEENEY, R.L. (1973) - "Concepts of independence in multi-attribute utility theory". Multiple Criteria Decision Making, South-Carolina Press.  
(U, MC, Th)

KEENEY, R.L. (1974) - "Multiplicative utility functions". Operations Research, Vol. 22, n° 1, Jan.-Feb.

KOBAYASHI, K. ; AOKI, Y. ; TANI, A. (1975) - "A method for evaluating urban transportation planning in terms of user benefit". Transportation Research, Vol. 9, n° 1, February. (MC)

KOENIG, G. (1974-1) - "La théorie de l'accessibilité urbaine, un nouvel outil au service de l'aménageur". Revue Générale des Routes et des Aéro-dromes. (ACC)

KOENIG, G. (1974-2) - "Théorie économique de l'accessibilité urbaine". Revue Economique, T. XXV, n° 2, mars, p. 275-297. (ACC)

KOLM, S.C. - "La théorie économique générale de l'encombrement". SEDEIS.

KOOPMANS, T.C. (1960) - "Stationary ordinal utility and impatience". Econometrica, Vol. 28, n° 2. (U, Th)

KOUPOROV (1967) - "Rapport entre la vitesse et le coût de trajet pour le voyageur". Zeleznodoroznyj Transport, n° 12, URSS.

KREISS, P. ; NEEL, M.N. (1973) - "Mesure du coût marginal de congestion - Exemple de la ville de Lyon". MATELT-SETRA, Centre d'Etudes Techniques de l'Equipement de Lyon, septembre.

LAARMAN, F. (1973) - "Accessibilité en zone urbaine". Revue Urbanisme, n° 134-135, janvier-février. (ACC)

LABBE, B. ; SCHERRER, C. (1974) - "Un modèle global pour l'évaluation des projets d'extension des réseaux de transport public en région parisienne". Communication au 2e Symposium IFAC/IFIP/IFORS : "Régulation du Trafic et Systèmes de Transport", Monte Carlo, 16-21 septembre, éditeur AFCET.

LAGARDE, X. ; MAGUET, A. (1974) - "Influence de l'abaissement des minimas autorisés sur la régulation des vols". SGAC-SEEP.

LANCASTER, N.J. (1963) - "An axiomatic theory of consumer time preferences". International Economic Review, Vol. 4. (U, Th)

LANSING, J.B. ; MUELLER, E. (1964) - "Residential location and urban mobility". Survey Research Center Report, University of Michigan, June.

LE BOULANGER, H. ; ROY, B. (1968) - "L'entreprise face à la sélection et à l'orientation des projets de recherche : la méthodologie en usage dans le groupe SEMA". Revue METRA, Vol. VII, n° 4.

LEMEL, Y. (1974) - "Les budgets-temps des ménages". Collections de l'INSEE, n° M33, mars.

LEVY, J.C. (1969) - "Le temps psychologique". Dunod. (PPS)

LESOURNE, J. (1972) - "Le calcul économique : théorie et applications". Dunod, 2e édition.

L'HUILLIER, D. ; REYNOIRD, C. (1974) - "La manoeuvre stratégique transport dans l'aménagement". Revue Economique, V. XXV, n° 2, mars, p. 176-207.

LIBERTALIS, B. ; HENRY, J.J. ; LAURENS, B. - "Régulation du complexe A6-H6 - Etude de principe". IRT, CERAU, CGSPA.

LINDER, S.B. (1970) - "The hurried leisure class". Columbia University Press. (U, VT, PPS)

LISCO, T.E. (1967) - "The value of commuter's travel time - A study in urban transport". University of Chicago. (VT)

LISTER, S.F. (1975) - "Regional Airport System Planning : Methodology and results". Operation Research, Spring, Metra Consulting Group.

MAGUET, A. (1974) - "Etude coûts-avantages de l'installation du système d'atterrissage tout temps sur l'aéroport de Brest Guipavas". SGAC-SEEP. (CA)

MAGUET, A. ; MIRO, G. (1974) - "Régularité sur les aéroports de voyage". SGAC-SEEP.

MANSFIELD, N.W. (1969-1) - "Trip generation functions and research into the value of time". London, Highway Economics Unit, Department Environment, Research Note n° 1, July. (VT)

MANSFIELD, N.W. (1969-2) - "The analysis of route-choice and modal-split situations in research into the value of time". Highway Economics Unit, Department Environment, Research Note n° 2, April. (VT)

MANSFIELD, N.W. (1969-3) - "Value of time on recreational trips". Highway Economics Unit, Department Environment, Research Note n° 3, June. (VT)

MANSFIELD, N.W. - "The value of time on recreational trips : the results of some further studies". Highway Economics Unit, Department Environment, Research Note n° 15. (VT)

MANSFIELD, N.W. (1970-1) - "Papers and proceedings of a conference on research into the value of time". St Christopher House, Southwark Street, London, 7-8th May, Highway Economics Unit, Department Environment, Research Note n° 16, July. (VT)

MANSFIELD, N.W. (1970-2) - "Modal split and the value of time - The interpretation of different variable forms". Highway Economics Unit, Department Environment, Research Note n° 18, November. (VT)

MANSFIELD, N.W. (1970-3) - "The perceived V actual costs debate - Some implications of a hard and fast dogma". Highway Economics Unit, Department Environment, Research Note n° 19, December. (VT)

MANSFIELD, N.W. (1970-4) - "Some thoughts on a marginal productivity theory of the value of travel time". Highway Economics Unit, Department Environment, Research Note n° 20, November. (VT)

MANSFIELD, N.W. (1971) - "The treatment of secondary influences in modal split models : income variations, party size of composition, and the duration of time savings". Highway Economics Unit, Department Environment, Research Note n° 21, February.

MATALON, B. (1968) - "Choix du moyen de transport". CERAU, octobre.

MATALON, B. (1971) - "Facteurs psychologiques du choix". Le Symposium International sur la Théorie et la Pratique dans l'Economie des Transports, La Haye, 5-7 octobre, Tome I : Choix entre transports individuels et transports collectifs.

MAYER, R. (1965) - "Prix du sol et prix du temps : essai théorique sur la formation des prix fonciers". Ministère de la Construction, mars. (VT)

MC GILLIVRAY, R.G. (1972) - "Mode split and the value of travel time". Transportation Research, V. 6, p. 309-316. (VT)

MC INTOSCH, P.T. ; QUARMBY, D.A. (1972) - "Generalized cost and the estimation of movement costs and benefits in transport planning". Directorate General of Economics & Resources, August.

MEIER, R.L. (1959) - "Human time allocation". Journal of the American Institute of Planners, Vol. 25, n° 1, February, p. 27-35.

MELLETT, F. (1970) - "Planification, valeur du temps et choix de leur moyen de transport par les usagers en Région Parisienne". Le Bloc, n° 53, 1er trimestre, p. 40-42. (VT)

MERCADAL, G. (1970) - "Contribution à une psychosociologie dans les comportements urbains - Choix du mode de transport". Rapport introductif à une table ronde d'économie du transport de la Conférence Européenne des Ministres des Transports, Publications de Recherches Urbaines, MEL. (PPS)

METRA CONSULTING GROUP (1972-1) - "An airport for Yorkshire". April.  
(CA, Ap)

METRA CONSULTING GROUP (1972-2) - Sir Frederick Snow and Partners - "The  
Future of Air Transport Facilities in Yorkshire". May. (CA, Ap)

de MONTGOLFIER, J. (1975) - "Autoroute ou forêt - Une application de l'ana-  
lyse multicritère à la sauvegarde des forêts péri-urbaines". Futuribles,  
n° 1-2.

MOORE, W.E. (1963) - "Man, time and society". John Wiley and Sons Inc.

MOSCAROLA, J. ; ROY, B. (1976) - "Procédure automatique d'examen de dossier  
fondée sur un classement trichotomique en présence de critères multiples".  
RAIRO.

NASLUND, B. (1973) - "Pollution and the value of time". European Economic  
Review, V. 4, n° 2, June, p. 181-196. (VT)

NAVILLE, P. (1972) - "Temps et technique". Droz, Genève.

NETTER, J.M. ; FREBAULT, J. ; DANET, A. ; AVEROUS, B. (1971) - "Le choix du  
mode de transport dans les villes de province". Rapport de Recherche n° 4,  
Institut de Recherche des Transports, septembre.

NEUBURGER, H. (1970) - "Perceived costs". Institute of Transp. Economics.,  
Royal Norwegian Council for Scientific and Industrial Research, Highway  
Economics Unit, Research Note n° 25, June.

de NEUFVILLE, R. ; KEENEY, R.L. (1972) - "Use of decision analysis in airport  
development for Mexico City". Analysis of Public Systems, MIT Press.  
(U, MC, Ap)

de NEUFVILLE, R. ; KEENEY, R.L. (1973) - "Multiattribute preference analysis  
for transportation systems evaluation". Transportation Research, V. 7,  
p. 63-76. (U, MC, Ap)

NEUMANN, N. (1970) - "Metrazur". La Vie du Rail, février, p. 9-12.

NICOLAIDIS, G.C. (1975) - "Quantification of the comfort variable".  
Transportation Research, Vol. 9, n° 1, February. (MC)

O'FARRELL, P.N. ; MARKHAM, J. (1974) - "Perceptions of Dublin City bus services by car owning commuters". Economic Development Unit, R. and D. sector, Coras Iompair Eireann, Dublin, à paraître dans Environment and Planning, Vol. 6.

OORT, J.C. (1969) - "Evaluation of travelling time". Journal of Transport Economics and Policy, Vol. III, n° 3, September. (VT)

OREAM Lorraine (1969) - "La desserte cadencée métropolitaine - Etude psychologique préalable à la mise en service de METROLOR". SERES, décembre.

OTAM (1973) - "Aéroport de Porto - Note d'avancement".

OTH (1973) - "Etude de l'extension de l'aéroport de Porto - Analyse coût-bénéfice". Direcçao General da Aeronautica Civil. Novembre. (CA, Ap)

OTU (1974) - "Les budgets temps de la population des grands ensembles".

OULDOUALI, M. (1969) - "Etude d'un modèle d'affectation du trafic sur un réseau routier". SETRA, avril.

PARDEE, F.S. ; PHILIPS, C.T. ; SMITH, K.V. (1969-1970) - "Measurement and evaluation of alternative regional transportation mixes". Rand Memorandum, RM-5869 DOT, September and RM-6324 DOT, August. (MC)

PATIN (1971) - "La valeur économique du confort dans les transports collectifs - Analyse du comportement de choix des usagers entre itinéraires concurrents". RATP, avril.

PAUL, M.E. (1971) - "Can aircraft noise nuisance be measured in money ?". Oxford Economic Papers, 23, n° 3, November. (CA)

PEARCE, D.W. ; DASGUPTA, A.K. (1973) - "Cost-Benefit Analysis Theory and Practice". Macmillan. (CA, Th, Ap)

PHILLIPS, C.J. (1969) - "Valuing travel time - Some implications of recent theories". Highway Economics Unit, Department Environment, Research Note n° 10, November. (VT)

POLLARD, A.B. (1969) - "A normative model for joint time / risk preference decision problems". Ph. D. thesis, Stanford University.

POULITT (1975) - "Urbanisme et transport : les critères d'accessibilité et de développement urbain". SETRA. (MC, AC)

QUANDT, R.F. ; BAUMOL, W.J. (1966) - "The demand for abstract transport modes : theory and measurement". Journal of Regional Science, 6.

QUARMBY, D.A. (1967-1) - "Choice of travel mode for the journey of work". Journal of Transport Economics and Policy, Vol. I, n° 3.

QUARMBY, D.A. (1967-2) - "Values of non-working time : a re-analysis of two studies". MAU note 76, Ministry of Transport, August. (VT)

QUARMBY, D.A. (1969) - "The value of time savings in transport investment appraisal". Ministry of Transport, February. (VT)

QUINET, E. (1974) - "L'évolution de l'économie de l'ingénieur, le cas des études de transport". Revue d'Economie Politique, novembre-décembre, n° 6. (AC, MC)

RAIFFA, H. (1968) - "Decision analysis - introductory lectures on choices under uncertainty". Addison Wesley, London. (U)

RAMA SASTRY, M.V. (1973) - "Systems approach to cost-benefit analysis of urban transportation". Transportation Journal, V. 12, Spring.

RATP - "Plan d'entreprise 1975-1980". Direction des Etudes Générales.

RATP (1974-1) - "Les attentes aux arrêts d'autobus". Direction des Etudes Générales, août. (PPS)

RATP (1974-2) - "Modèle global de prévisions de trafic - Projet de correspondance entre "Auber" et "Saint-Lazare"". Octobre.

RESZOHASY, R. (1970) - "Temps social et développement". La Renaissance des Livres, Bruxelles. (PPS)

ROBERTSON, D.I. ; BRETHERTON, R.D. (1974) - "Optimum control of an intersection for any known sequence of vehicle arrivals". Communication au 2e Symposium IFAC/IFIP/IFORS : "Régulation du Trafic et Systèmes de Transport", Monte Carlo, 16-21 septembre, éditeur AFCET.

ROUSSELOT, M. ; GASTAUT, G. (1969) - "Techniques de préparation des décisions à caractère politique". In 5th IFORS Conference, Venice, Tavistock.

ROY, B. (1974) - "Critères multiples et modélisation des préférences (l'apport des relations de surclassement)". Revue d'Economie Politique, n° 1. (MC)

ROY, B. (1976) - "Interactions et compromis : la procédure du point de mire". Cahiers Belges de Recherche Opérationnelle. (MC)

RUBASHOW, N. ; MIHALI, R. ; TAYLOR, C. - "A study of the long term marginal wage increment". Highway Economics Unit, Department Environment, Research Note n° 23.

RUGG, D.D. (1971) - "The choice of journey destination : a theoretical and empirical analysis". Rand Paper P4905, September.

RUGG, D.D. (1972) - "The demand for abstract transport modes : a choice theoretical formulation". Rand Paper P4910, September.

SAEI (1966) - "Etude sur l'arbitrage entre le coût et la durée du transport dans le choix du mode de transport".

SARTIN, P. (1970) - "L'homme au travail, forçat du temps". Editions Gamma.

SEMA (1965) - "Etude du marché des terrains - Prix du sol et prix du temps - Test du modèle proposé (Nantes)". Ministère de la Construction, DAFU.

SERES (1968-1969) - "Pour une approche écologique de l'utilisation des moyens de transport".



SERES (1971) - "Les processus de constitution d'un équilibre-transport".

de SERPA, A.C. (1971) - "A theory of the economics of time". Economic Journal, n° 324, December. (U)

SETRA - Agence de Lyon (1971) - "Opération Bourgogne". Janvier. (CA, Ap)

SGAC - "Rentabilité économique des investissements aéroportuaires". (CA, Ap)

SGAC-SEEP (1973) - "Rapport du groupe informel - Tarification pour usage des infrastructures". Octobre.

SGAC-SEEP (1974-1) - "Pénalisations subies par les usagers en période de congestion du système de contrôle". (CA, Ap)

SGAC-SEEP (1974-2) - "Coût des pénalisations subies par les usagers des aéroports d'Orly et du Bourget pour l'année 1973". (CA, Ap)

SGAC-SEEP (1974-3) - "Aspects économiques de la R.NAV dans les phases d'approche finale et d'atterrissage". (CA, Ap)

SIFFRE, M. (1972) - "Expériences hors du temps". Fayard. (PPS)

SNCF - Etudes générales (1973) - "Liaisons entre gares parisiennes - Gare des Invalides - Gare d'Orsay - Bilan socio-économique". Novembre. (CA, Ap)

SOULAS, J.F. ; WEIL, M. (1974) - "Quelques enseignements de l'étude du plan de transport départemental des Bouches du Rhône". AFCET, Journées : "Production des transports et formation des villes", Montpellier, octobre. (MC)

SRE Région Parisienne (1972) - "Influence de l'accessibilité des actifs aux emplois sur les migrations alternantes". Août.

STOCKMANN, W. (1972) - "Analyse coût-bénéfice en tant que critère décisif pour la planification des transports en commun urbains". Revue METRA, Vol. XI, n° 2, p. 271-277.

SYNDICAT DES TRANSPORTS PARISIENS (1974) - "Liaison Ermont-Invalides". Octobre. (CA, Ap)

TERNY, G. (1970) - "D'une rationalisation des décisions économiques de l'état à la fonction de préférence statique". Analyse et Prévision, X.

THOMAS, T.C. (1967) - "The value of time for passenger cars : an experimental study of commuters' values". Rapport PB-175-731, Stanford Research Institute, May. (VT, Ap)

TIME IN ECONOMIC LIFE (1973) - "Quarterly Journal of Economics", Vol. 87, n° 4, November, p. 627-671.

TING, H.M. (1971) - "Aggregation of attributes for multiattributed utility assesment". Operation Research Center, MIT, Technical Report n° 66, August.

TRANSPORTATION RESEARCH GROUP - "Interim report on solent travel study". Transportation Research Group, Department of Civil Engineering, University of Southampton - Highway Economics Unit, Research Note n° 26.

VEAL, A.J. (1971) - "The value of time on short urbain leisure trips : report on a pilot survey". Centre for Urban and Regional Studies, University of Birmingham, April - Highway Economics Unit, Research Note n° 27.

VINCKE, P. (1975) - "A propos d'analyse multicritère". Communication au Congrès EURO 1.

de WAELE, A. (1970) - "Impact des possibilités de transports terrestres à grande vitesse sur la demande de transport". In 8e table ronde d'économie des transports, Paris, 9-10 avril, Conférence Européenne des Ministres des Transports.

WARNER, S.L. (1962) - "Stochastic choice of mode in urban travel". Northwestern University Press.

WATSON, P.L. (1974) - "The value of time ; behavioral models of modal choice". Lexington Books, London. (VT)

WHEAT, M.H. ; COHEN, N.V. (1974) - "Bus monitoring and control experiment and the assessment of its effects on bus operation". Communication au 2e Symposium IFAC/IFIP/IFORS : "Régulation du Trafic et Systèmes de Transport", Monte Carlo, 16-21 septembre, éditeur AFCET.

WISNER, A. (1970) - "La pénibilité des transports". Equipement Logement Transports, n° 48/49, mars, p. 34-37.

ZELENY, M. (1974) - "Linear multiobjective programming". Springer-Verlag.



**Annexe A****APPROCHES THEORIQUES POUR L'APPREHENSION DU TEMPS**

Cette première annexe fait partie de la première phase d'un travail confié par la DGRST et le SAEI à la SEMA dans le cadre de l'ATP Socio-Economie des Transports (marché n° 7400020002257501).

Elle a été réalisée par une équipe faisant coopérer des chercheurs de la SEMA, de l'IRT et de l'université Paris-IX Dauphine, sous la responsabilité scientifique de B. ROY.

L'équipe a en outre bénéficié de l'appui ou de concours ponctuels multiples, notamment de la part de Messieurs :

BAILLY	FICHELET
BANAZUCK	FOUCAUD
BARJANSKY	GENTHON
BAUCHOT	GIRAULT
BERDUCOU	GUIEYSSE
BOURGIN	KOENIG
BOURGOIN	LAPLACE
de CHANGY	LOS
CONSTANTINI	MORIN
COUILLAUD	PEJU
DERAFFIN-DOURNY	PIGE
DUPUY	QUINET

Qu'ils trouvent ici l'expression de nos très vifs remerciements pour leur contribution.

La seconde phase de la recherche aura pour objet de rendre ce travail opérationnel.

## 0. Introduction

Différents types d'études théoriques ont été menées (ou sont en cours) dans le but d'appréhender les phénomènes liés au temps, dans une optique plus ou moins directe d'aide à la décision.

On peut noter une première direction d'étude sur la perception du temps de transport : il s'agit de recherches fondamentales permettant une meilleure compréhension des comportements et dont les résultats peuvent être utilisés, après adaptation, dans des études plus opérationnelles d'aide à la décision.

Le principal axe de la littérature sur ces problèmes de temps transport est néanmoins celui de la "valeur" du temps, concept forgé dans le cadre de l'analyse coûts-avantages et dont il faut distinguer deux utilisations bien distinctes : l'une à des fins de prévision, l'autre à des fins d'évaluation de projets.

Mais cette notion de valeur du temps a fait l'objet de nombreuses critiques et d'autres approches alternatives ont vu le jour pour l'appréhension du temps dans l'évaluation des projets, fondées sur la notion d'accessibilité, qui appréhende la répartition spatiale des temps de transport.

Enfin, il est une dernière direction de recherche qui, bien qu'un peu à l'écart de l'objet de notre recherche, a retenu notre attention : c'est celle de l'actualisation pour résoudre le problème de la distribution dans le temps des effets d'un projet (de nature monétaire ou non).

Sur ces quatre thèmes, cette annexe présente une analyse qui, sans être du tout exhaustive, nous semble indiquer les points essentiels pour notre propre recherche. Lorsque la littérature était très abondante - c'est le cas notamment pour la valeur du temps - nous avons préféré centrer l'analyse sur un ou deux documents jugés représentatifs de l'état des réflexions.

I - La perception du temps de transport dans les déplacements domicile-travail : Esquisse d'un schéma explicatif

Il nous a paru intéressant d'aborder ce thème de la perception du temps (vécu du temps et estimation de la durée) sur la base de 2 sources complémentaires :

- Les recherches de P. FRAISSE (1967) concernant la psychologie du temps et l'estimation de la durée.

- Les travaux de la SEMA (Y. BOULVIN, H. RAYNAUD (1969)) et du SERES (R. FICHELET, N. MAY...) sur le choix des modes et le vécu dans les transports en fonction des contraintes psychologiques, sociologiques et écologiques d'une part ; un rapport de recherche de l'IRT (1971) sur "le choix du mode de transport dans les villes de province" d'autre part.

L'analyse de ces sources du point de vue de la perception de la durée et de la "qualité" du temps vécu nous a permis de faire un premier schéma explicatif de la façon dont le temps de trajet est perçu et vécu dans les déplacements "obligés" domicile-travail. On trouvera ce schéma en 3).



## 1. Les apports de la psychologie expérimentale

Avant même que de rappeler les résultats des entretiens psycho-sociologiques que nous avons menés en 1968-1969 et des études effectuées depuis cette date par le SERES dans le strict domaine des déplacements de personnes, il est intéressant d'ouvrir le champ de la recherche et de regarder ce que peuvent nous apporter les expérimentations en laboratoire sur la perception du temps. Nous avons particulièrement étudié de ce point de vue les travaux de Paul FRAISSE en ce qui concerne l'estimation de la durée (le terme de perception proprement dite étant réservé à des durées n'excédant pas 2 secondes).

Il en ressort qu'en situation expérimentale et sur des durées relativement courtes (allant jusqu'à 5-6', mais il apparaît, au vu d'autres expériences que les résultats sont les mêmes sur des durées plus longues), "toutes choses égales d'ailleurs" :

l'estimation de la durée, c'est-à-dire l'estimation de la durée d'un temps qui vient de s'écouler, est influencée en particulier par :

- la nature de l'environnement et de la tâche effectuée pendant ce temps ;
- la motivation du sujet.

Une durée est ressentie d'autant plus courte par un sujet que la tâche effectuée, de son point de vue :

- était d'une plus grande unité (≠ morcelée) ;
- était plus intéressante, prenante, motivante ;
- réclamait un plus haut niveau d'activité (≠ passivité: devant un spectacle, tel le cinéma ou la télévision, on est passif et le temps paraît plus long) ;
- était orientée et structurée vers un but final tout en réclamant un intérêt entier dans l'instant ;
- avait plus de chance de se terminer par un succès.

Une durée est ressentie d'autant plus courte qu'elle n'est pas morcelée car chaque morcellement, chaque changement d'activité pendant cette durée fait prendre conscience du temps qui s'écoule :

"La longueur d'une durée dépend du nombre de changements que nous y percevons" (FRAISSE (1967), p. 231).

"Au moment où le temps devient une réalité consciente, il apparaît comme étant trop long" (FRAISSE (1967), p. 215).

En fait, tout ce qui permet d'oublier le temps qui passe, en le remplaçant ou en l'annulant, rend la durée perçue plus courte :

"Tout ce qui contribue à organiser les moments de l'action dans l'unité d'un but : structure - signification - motivation, a pour effet de réduire la durée apparente" (FRAISSE, PIAGET (1967)).

"Quand la motivation n'est pas très grande, notre attention se pose sur les différents moments de la tâche ; en outre, nous sommes facilement distraits par les incidents du monde qui nous environne ou par les pensées qui surgissent en nous, ou encore attentifs aux efforts à accomplir... Quand la motivation est très grande, absorbés par la tâche qui en reçoit une unité de signification, nous reconnaissons nous-mêmes que nous ne voyons pas le temps passer" (FRAISSE (1967), p. 234).

Au contraire, lorsqu'on ne peut vivre dans l'instant, mais que l'on est tendu vers ce qui va suivre (dans le cas de l'attente ou lorsque l'on a à faire après une activité importante, surtout si l'on a peur d'arriver en retard), le temps paraît long :

"Le sentiment le plus primitif de la durée naît d'une frustration d'origine temporelle. D'une part le moment présent ne nous procure pas la satisfaction de nos désirs, d'autre part il nous ramène à un espoir futur (fin de l'attente, de l'acte commencé). Tant que cette frustration pèse sur nous, elle se traduit, entre autres, par une prise de conscience de l'obstacle, c'est-à-dire de l'intervalle temporel" (FRAISSE (1967), p. 215).

"Au moment présent, notre intérêt est entièrement orienté vers une activité ultérieure, sans que la situation présente requière de nous une activité spécifique. La situation typique est celle de l'attente, que ce soit dans une antichambre, dans une gare... Dans tous les cas, la durée paraît longue, trop longue. Cet allongement de la durée se produit aussi bien lorsqu'il s'agit de l'attente d'un événement désiré (l'arrivée d'un être cher) ou de celle d'un événement redouté (l'attente chez le

dentiste)" (FRAISSE, PIAGET (1967), p. 84).

"La surestimation semble cependant légèrement plus forte dans le cas d'un événement désagréable" (FRAISSE, PIAGET (1967)).

Enfin, même si la tâche à effectuer n'est pas très motivante, mais que la répétition, l'habitude, les automatismes permettent de ne pas s'arrêter dans l'instant et de ne pas penser au temps qui passe, celui-ci paraît plus court :

"A mesure que nous prenons l'habitude de parcourir un trajet, d'exécuter un travail donné, le temps nécessaire paraît moins long. L'explication en est simple : la nouveauté appelle l'attention et aucun détail ne nous échappe ; mais quand l'automatisme se développe, il nous laisse nous concentrer sur le but \* à atteindre ou nous évader dans quelque rêverie".

Ainsi la première fois que l'on fait un trajet en voiture, on cherche son chemin, on attend des indicateurs de cheminement (panneaux de signalisation...). Le temps est donc morcelé. On porte l'attention sur le temps qui s'écoule, et cela d'autant plus que n'ayant pas l'habitude de ce trajet, on ne sait pas combien de temps l'on mettra. La nouveauté du trajet et l'incertitude dans laquelle on se trouve en ce qui concerne l'espace, mais surtout le temps, fait que l'on ressent les minutes qui passent et que le temps paraît long. Au contraire, lorsqu'on a l'habitude d'un trajet et que l'on peut même approximativement en prévoir la durée, on se sent en sécurité, l'espace et le temps étant définis se contractent, on peut avoir une activité quelconque (écouter la radio, conduire, lire, rêver...) et le temps, unifié, paraît plus court.

Ceci explique aussi les sentiments du "vieillard" :

"Le vieillard ressent moins les changements parce qu'il vit plus tranquillement et surtout parce qu'au cours de ses activités, il remarque moins de changements qu'autrefois, ceux-ci étant devenus trop habituels. Il n'y a là qu'une modalité d'une loi plus générale : lorsque nous répétons plusieurs fois une tâche, le temps nous paraît de plus en plus court" (FRAISSE, PIAGET (1967), p. 90).

---

\* Le "but" et non l'activité ultérieure...

## 2. Les recherches psycho-sociologiques concernant le vécu dans les transports et le choix des modes

2.1 Si les travaux expérimentaux n'ont qu'une portée relative, vu les conditions et le cadre des expériences, il n'en reste pas moins qu'ils confirment largement nos observations et celles de R. FICHELET. Pour rendre compte de la façon dont est vécu le temps de transport, nous avons en effet insisté, outre sur l'importance du temps réel du trajet, sur celle de 4 éléments :

- 1) la discontinuité du trajet (nombre de ruptures de charges, mais aussi tout ce qui fractionne : embouteillages, difficultés de stationnement, arrêt intempestif d'une rame...);
- 2) l'incertitude sur le temps passé : durée totale du trajet et temps d'attente ;
- 3) la durée des temps d'attente ;
- 4) la possibilité de faire quelque chose pendant le trajet, c'est-à-dire d'avoir une activité de substitution durant le trajet qui donne à celui-ci son unité et empêche de prendre conscience du temps qui passe (ceci peut être une action effective ou symbolique : lire, rêver, conduire...).

Si ces différents éléments agissent sur l'estimation de la durée, ils interviennent aussi sur la perception de la qualité du temps passé. On voit d'ailleurs que l'aspect confort leur est étroitement lié, puisque la discontinuité et les temps d'attente amènent généralement un inconfort physique (que l'on peut plus ou moins atténuer par la possibilité de s'asseoir, d'être pris en charge lors des ruptures de charge...); que plus le confort est grand (espace vital minimum, nuisances faibles, fait d'être assis...), plus le choix entre des activités de substitution l'est aussi (tassé dans le métro, on ne peut que rêver, se parler ou le plus souvent "s'engueuler"); qu'enfin l'incertitude à tous les niveaux conduit à un inconfort psychologique.

De ce fait tous ces éléments agissent sur la structuration du temps.

- FICHELET, quant à lui , insiste sur le fait que le temps de trajet est un temps perdu, un temps mort, qui en s'additionnant s'intègre à la journée de travail. "Aussi le problème qui se pose à l'utilisateur est-il de transformer ou, tout au moins, d'annuler ce temps mort que constitue le déplacement. On peut parler d'un essai d'annulation du trajet par le désir d'être pris en charge, et d'un essai de transformation du transport par la recherche de la possibilité de "faire quelque chose" pendant le trajet. C'est d'abord le désir de pouvoir rester passif pendant le trajet... C'est aussi la possibilité de faire "autre chose"... "Faire autre chose" permet d'annuler activement le temps de transport "négatif" contaminé par le travail... Il convient cependant de souligner que le trajet n'est annulable ou transformable que s'il est continu... Les ruptures de charge et les attentes qui leur sont liées empêchent donc d'extraire le temps du trajet du temps de travail ; elles destructurent le temps vécu que l'utilisateur essaie de restructurer, de s'approprier, en lisant, en faisant "autre chose".

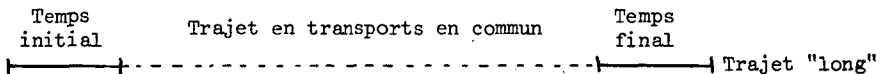
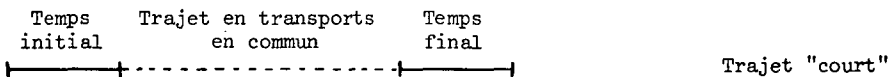
Il termine le paragraphe consacré aux "temps quantitatif et temps qualitatif" par cette conclusion : "Ce qui est atteint par les conditions actuelles des transports dans l'agglomération urbaine n'est autre que la structure dans l'espace du déplacement (ébranlée par le fractionnement et la discontinuité) et la structure dans le temps du déplacement (annuler le "temps mort" "en ne pensant à rien" ou transformer le "temps perdu" en "faisant autre chose" représentent bien, en effet, deux façons d'agir sur le temps)..." (BOULVIN, RAYNAUD (1969), p. 31 à 39).

FICHELET, comme nous, met l'accent sur l'importance de l'incertitude ; chaque fractionnement contraignant à penser au transport, aux contraintes et à la crainte d'arriver en retard... ; chaque attente de durée indéterminée empêchant d'utiliser vraiment le temps d'attente qui s'ajoute au lieu de se retrancher. (Quand on attend un train dont l'horaire est connu et fiable, les minutes se retranchent : "plus que 3' d'attente". Au contraire, quand on ne sait à quelle heure arrivera l'autobus, ou que celui-ci a quelque retard à cause des encombrements, le temps se rajoute : "j'attends depuis 10'...").

- L'IRT apporte quelques compléments dont certains seraient chiffrables. Dans une étude sur le choix du mode de transport dans les villes de province, les auteurs indiquent que les temps les plus surestimés sont les temps de rupture et les temps dits terminaux.

En transports en commun, ce sont les temps pour aller prendre le mode choisi (temps de marche à pied, temps d'attente) et les temps pour aller ensuite de l'endroit où l'on est déposé à la destination finale qui sont peut-être les plus importants (viennent ensuite les temps de ruptures et les temps liés aux embouteillages... pour les transports en commun qui ne sont pas en site propre et ne constituent pas un "réseau connecté").

Ceci explique que les temps de trajet court seraient légèrement plus surestimés que les temps de trajet long à temps terminaux constants.



Plus le rapport temps terminaux / temps de trajet en transports en commun est grand, plus le temps serait surestimé. Nous avons nous-mêmes insisté sur l'importance de la proximité du mode qui avantage la voiture (si on peut la garer près de chez soi ou de son travail) et dans certains cas seulement les transports en commun quand on a une station à proximité, surtout si on est en tête de ligne (moins d'attente ; confort plus grand puisque l'on peut généralement s'asseoir...).

Si les temps d'attente et leur incertitude étaient explicatifs dans les cas des transports en commun, ce seraient les temps de recherche de stationnement et de marche à pied (outre les temps dans les embouteillages) qui seraient importants dans le cas des voitures particulières.

A Marseille, Grenoble et Toulouse, on aurait pu calculer que les temps passés en voiture particulière et en transports en communs ont à peu près la même valeur subjective, mais que par contre les temps d'attente dans les autobus auraient une influence 2,5 fois plus forte que les temps de trajet dans ce même mode ; alors que les temps de recherche de stationnement auraient une influence 1,8 fois plus forte pour les voitures...

Enfin, les auteurs insistent sur le fait que le temps d'attente pris en compte par les usagers n'est pas un temps moyen, mais un temps proche d'un temps maximum. "On ne prend pas la décision d'utiliser les transports en commun sur l'attente que l'on va réellement subir, mais sur celle que l'on redoute".

Par ailleurs, "toute attente supérieure à 8-10' peut faire renoncer à un déplacement en transports en commun".

2.2 D'un point de vue plus sociologique, R. FICHELET et N. MAY, que nous avons rencontrés récemment, semblent présenter le problème du temps vécu comme une dialectique entre un ensemble de contraintes et la capacité pour l'usager d'avoir une certaine maîtrise du temps du transport.

Si l'on reprend la classification de N. MAY <sup>(1)</sup> selon qui on pourrait distinguer 4 types de déplacement :

1) les déplacements qui correspondent à une obligation (travail, école, certains actes sociaux...) où le lieu et les horaires sont fixes et l'activité est obligée,

2) les déplacements que l'on accepte de faire, mais qui ne sont pas "obligés" au sens propre du terme (certaines activités de loisirs, certains actes sociaux, certaines courses...),

3) les déplacements que l'on refuse de faire (par exemple dans le cas de déplacements non obligés : courses, visites... que les problèmes de transports rendent presque inaccessibles psychologiquement),

---

(1) Cf. SERES (1971).

4) les déplacements qui sont recherchés pour eux-mêmes (tourisme, ballades, voyages d'agrément...),

il apparaît que les déplacements dits obligés, dont les déplacements Domicile-Travail sont le prototype, sont ceux où la nécessité de maîtrise du temps et de l'espace sont le plus important pour l'utilisateur. En effet, les déplacements de type 4 sont recherchés ; ceux de type 2 et 3 renvoient essentiellement à un problème de durée puisqu'on n'est pas, à proprement parler, obligés de les faire. Au contraire, les déplacements de type 1 placent l'utilisateur dans un réseau de contraintes dont il essaie de se sortir au mieux.

La façon dont le temps est vécu dans les déplacements Domicile-Travail dépend alors des contraintes dans lesquelles l'utilisateur est impliqué :

- Possibilité de choix du mode (liée en partie à la localisation du domicile et du travail ; liée à la flexibilité des horaires ; liée aux possibilités financières de l'utilisateur et à ses degrés de liberté vis-à-vis de son travail...).

- Possibilité de maîtriser l'espace et le temps du déplacement (le métro permet par exemple cette maîtrise de par son aspect de réseau à connexions multiples). Il semble d'ailleurs que l'angoisse fondamentale de l'utilisateur soit d'être "perdu dans l'espace-temps", l'aspect temporel étant cependant prédominant, car lorsqu'on a le temps, on peut se permettre de se perdre quelque peu dans l'espace.

et d'une façon plus globale :

- Nature des contraintes liées au choix du domicile et à celui du travail. Si on a réellement l'impression d'avoir choisi son travail et son lieu de domicile, on acceptera mieux un temps de trajet long dans la mesure où celui-ci découlera de ces autres choix. Rouspéter contre un trajet long lorsqu'on a choisi l'origine et la destination pose un problème de "dissonance cognitive" ("j'ai choisi mon domicile et mon travail, je savais que j'aurais à faire pour les relier un temps x, je ne peux donc m'en plaindre"). D'où un système de rationalisation de l'utilisateur pour expliquer que le trajet "n'est pas si long" et que de toute façon il a trouvé des "combines" pour le raccourcir. Au contraire, si le lieu de travail est



subi et surtout si, pour des raisons financières par exemple, le domicile l'est aussi (les bas salaires se retrouvent rejetés vers la banlieue), le transport apparaît comme enserré entre 2 contraintes et sera particulièrement mal vécu, puisque vraiment obligé. D'où la recherche de minimiser au maximum de temps perdu, la recherche de contrôler au maximum ce temps de transport (continuité, réseau...) et la nécessité de trouver des substituts pour "annuler" ce temps ou le "transformer". Comme il se fait par ailleurs que les usagers qui ont le moins le choix au niveau du Domicile et du lieu de Travail sont aussi ceux qui ont le plus de contraintes horaires, le moins de choix au niveau du mode et finalement le moins de maîtrise au niveau de l'espace-temps du déplacement, le mécontentement est grand et le temps vécu est très surestimé. Le même phénomène se produit dans le cas où une personne ayant "choisi" son domicile en fonction de son lieu de travail voit celui-ci changer de localisation sans pouvoir, pour des raisons financières ou pour des raisons familiales (contraintes liées au travail du conjoint, à la localisation des écoles pour les enfants...), changer de lieu de domicile.

- Finalement, c'est l'ensemble des contraintes que sa vie et la vie de son entourage lui impose qui expliquera le comportement et le vécu de l'utilisateur dans les transports (mais ce critère est bien difficile à cerner).

A côté de ces contraintes d'ordre extérieur, si l'on peut dire, le comportement et le vécu de l'utilisateur sont aussi régis par des normes intérieures : normes sociales, normes individuelles.

- Au niveau social, l'individu a tendance à se conformer à un certain modèle lié au désir ou au sentiment d'appartenance à un milieu. Les durées et les qualités de temps acceptées en dépendent en partie. Le gain de temps est plus ou moins valorisé suivant les milieux. Dans certains milieux, "le temps, c'est de l'argent" ; on ne peut, si l'on veut donner et se donner l'image d'une certaine position sociale, "accepter de perdre son temps en trajet". Par ailleurs, dans d'autres milieux enserrés dans les contraintes dont nous avons parlé, le transport, s'il peut être le lieu de rencontres agréables (surtout dans les trains de banlieue où l'on retrouve des gens

connus), est avant tout un lieu de contestation latente (1).

- Au niveau individuel, l'usager a tendance à comparer le temps qu'il passe présentement aux temps de trajet dont il a eu l'habitude par le passé (à Paris, un banlieusard habitué à 2 h 30 de trajet par jour n'aura pas le même modèle de référence qu'un provincial qui avait coutume d'aller à pied de son domicile à son bureau).

Enfin, la notion même du temps passé varie avec les individus suivant leur représentation du temps et la valorisation du gain de temps. On retrouve alors la notion d'"engorgement du temps" dont parle J.P. DUPUY (1973) :

"Ce qui fait gagner du temps ne rend pas celui-ci moins encombré pour autant... Il y a certaines personnes pour qui le temps peut être rempli de façon forte et d'autres pour qui le temps ne peut être rempli que de façon faible... Certaines personnes, tout en rouspétant contre le temps perdu, ne sauraient qu'en faire...". Si bien que le temps de trajet est mieux accepté, même s'ils se plaignent en surface, par des gens qui finalement ne sauraient employer agréablement ce temps "perdu" ou devaient l'employer à des tâches désagréables pour eux (parler à son conjoint, s'occuper des enfants, faire les courses du ménage... pour certaines personnes).

---

(1) Cela d'autant plus que, comme le remarquent I. ILLICH (1973) et B. MATALON (1968), la façon dont le temps est vécu dépend d'une comparaison avec le temps que l'on mettrait dans d'autres modes, avec le temps que l'on mettrait avec le même mode mais à d'autres heures moins encombrées, avec les autres temps qu'on aurait envie de passer de façon plus générale et enfin avec les temps que peuvent mettre les autres personnes "privilegiées" qui ont le "choix".

C'est d'ailleurs en ce sens aussi que le temps de transport peut, suivant les individus, s'ajouter au temps de travail (surtout dans le cas où l'on est enserré dans un réseau de contraintes et que l'on aurait "bien mieux à faire") ou être, surtout en ce qui concerne le trajet de fin de journée, un temps de transition agréable permettant de se "désintoxiquer du travail", "de se défouler de l'agressivité contenue pendant la journée, par exemple en "engueulant" ses voisins ou les autres automobilistes afin d'éviter que sa femme joue le rôle de bouc émissaire au retour à la maison" ou encore de faire enfin ce qu'on ne peut faire autre part, par exemple lire en paix (cas d'une secrétaire qui, ayant 2 enfants, ne pouvait s'adonner au plaisir de la lecture qu'en-dehors du lieu de travail et de son domicile).

### 3. Esquisse d'un schéma explicatif

Compte-tenu des travaux expérimentaux sur l'estimation de la durée et des recherches psycho-sociologiques sur les variables affectant le vécu du temps de transport, l'on peut esquisser un schéma explicatif de la qualité du temps vécu et de la façon dont le temps de transport est perçu.

Ce vécu, au niveau de l'individu, est essentiellement un vécu dans un système de contraintes plus ou moins fortes, cela d'autant plus que l'usager se trouve en situation de déplacement obligé.

Enserré dans ces contraintes, l'usager cherchera essentiellement à maîtriser le temps et l'espace pour contrôler la durée, l'annuler ou la transformer en ayant une activité quelconque. Le temps sera d'autant mieux vécu et perçu d'autant plus court que l'usager pourra avoir cette maîtrise. Mais, dans des conditions de confort physique et psychologique analogues, l'individu réagira différemment suivant ses possibilités de choix au niveau du transport lui-même, au niveau des éléments engendrant les déplacements (Domicile-Travail) ainsi qu'au niveau de son mode de vie tout entier, suivant aussi les normes sociales et personnelles qu'il aura intériorisées.

Ce système est essentiellement une dialectique de la contrainte et de la liberté. Toute contrainte sur un plan aura tendance à motiver une recherche de maîtrise et de contrôle sur un autre plan, de façon différente cependant, suivant les milieux et le profil psychologique des individus.

Contraintes environnantes

Maîtrise de sa vie

Libertés au niveau domicile  
(relations avec famille...)  
Libertés au niveau travail  
(autonomie-souplesse des horaires...)

Choix du domicile  
Choix du lieu de travail

Choix du mode

Temps :  $\pm$  problème de maîtrise

de la durée (du temps)

pas d'incertitude  
régularité  
...

de l'espace

importance du réseau  
avec possibilités de  
"rattrapage"

de l'activité durant  
le déplacement

confort physique  
pas de rupture de charge  
unicité

recherche du  
"confort psychologique"

=

annuler le temps  
se laisser porter  
agir

Normes

Sociales

Individuelles

- Identification à un milieu et à un modèle social
- Comparaison avec d'autres normes
- Vécu du temps en général
- Encombrement du temps = valeur psychologique du temps
- Histoire personnelle

Pour conclure, soulignons bien que le schéma de la page précédente ne représente qu'une synthèse partielle de divers axes de recherche concernant le temps.

Si l'on souhaite aller plus loin et intégrer dans des modèles d'aide à la décision divers aspects d'ordre psycho-sociologique liés au temps, le schéma précédent amène à poser au moins trois types de questions :

1) De tout cela, quels critères opérationnels peut-on tirer et quels indicateurs de ces critères peut-on proposer ? (Il est bien évident, par exemple, qu'il sera difficile de tenir compte au niveau d'un modèle des difficultés familiales ou du sentiment de maîtrise de sa propre vie).

2) En particulier, comment passer du niveau de l'analyse individuelle sur laquelle est fondée le schéma précédent à la prédiction de comportements collectifs ? Il y a par ailleurs des éléments qui, sans être significatifs au niveau individuel, le sont à un niveau collectif : quels sont-ils ? Dans quelles voies faut-il chercher ? Que peut-on trouver en particulier au niveau de l'idéologie et du politique ?

3) En ce qui concerne les dimensions du temps proprement dites, nous avons parlé de temps "objectif", de temps perçu (de durée perçue) et de qualité du temps passé en confondant un peu ces 2 dernières dimensions. Ne peut-on mieux les caractériser ? Sont-elles les seules ?

## II - La valeur du temps

La notion de valeur du temps est actuellement une notion centrale dans les études d'aide à la décision dans le domaine des transports, même si elle fait l'objet de critiques de diverse nature. Il était nécessaire pour notre recherche de bien connaître les théories et méthodologies sous-jacentes, même si nous renoncions d'emblée à travailler dans cette direction qui est celle du calcul économique classique (l'analyse unidimensionnelle).

### 1. Contexte de l'application de la valeur du temps

Rappelons les raisons pour lesquelles cette notion est introduite : lorsque l'on désire décrire une situation de transport, et plus précisément les coûts liés aux déplacements, dans une approche étroitement économique, on est amené à intégrer dans une même expression le coût monétaire du déplacement et le temps passé ou "perdu" durant ce déplacement.

On obtient ainsi un coût généralisé  $g_m$  ou un temps généralisé  $g_t$  :

$$g_m = m + \lambda t$$

$$g_t = t + \frac{1}{\lambda} m$$

avec  $\lambda$  = valeur monétaire du temps  
 $1/\lambda$  = valeur en temps de la monnaie.

La notion de valeur du temps a été développée et appliquée pour résoudre deux types de problèmes tout à fait distincts, bien qu'en pratique les deux questions soient souvent mélangées.

#### 1.1 Problèmes de prévision de trafic

Dans la chaîne classique des modèles de prévision de trafic (transports collectifs ou véhicules particuliers), on a besoin, à plusieurs reprises, d'indicateurs de coût de déplacement défini pour une liaison donnée, sur un mode donné... Il en va ainsi, dans certains cas, pour la phase de distribution des déplacements et, dans pratiquement tous les cas, pour les phases de répartition modale et d'affectation entre itinéraires.

Les paramètres des modèles, et notamment ceux de valeur du temps, sont ajustés par des enquêtes sur les comportements ou des reconstitutions de situations observées.

## 1.2 Problèmes d'évaluation des coûts et avantages

L'une des dimensions les plus importantes lors de l'examen de projets de transport est celle des gains de temps que ces projets procurent par rapport à une situation de référence. Dans l'optique d'une analyse coûts-avantages, ces gains de temps sont donc évalués par affectation d'une valeur monétaire au temps.

Répétons-le, il n'y a aucune raison a priori (sauf si l'on accepte un certain nombre d'hypothèses difficiles à admettre) que les valeurs du temps estimées à partir de l'analyse des comportements soient appliquées lors des problèmes d'évaluation des projets. Ainsi, il est maintenant courant de proposer, pour les déplacements professionnels, des valeurs du temps proches de la contribution économique des salariés (salaires plus charges) aux fins d'évaluation alors qu'aux fins de prévisions, il convient de recourir à des estimations sur la base des comportements amenant généralement à des valeurs beaucoup plus faibles.

Cependant, les valeurs du temps utilisées dans les modèles de prévision influent en tout état de cause sur les résultats de l'évaluation de projets, par le biais des estimations de trafic.

## 2. L'étude de T.C. THOMAS et D.G. HANEY : "The value of time for passengers cars" (1967)

Voici une étude très caractéristique (\*) de la problématique valeur du temps ; c'est à ce titre que nous l'avons analysée en détail. Il s'agit

---

(\*) Cette étude a d'ailleurs été citée par de nombreux auteurs (le livre de P.L. WATSON (1974) que nous venons de recevoir en expose également plusieurs parties).



d'une recherche qui s'est étendue de 1961 à 1966. Les objectifs étaient les suivants :

- 1) Synthèse sur les recherches liées à la valeur du temps.
- 2) Exploration des problèmes théoriques rencontrés dans l'estimation de la valeur du temps en vue de son utilisation dans les études économiques.
- 3) Mener à bien des expérimentations permettant d'estimer des valeurs.
- 4) Développer des modèles mathématiques d'estimation pouvant être utilisés dans des situations types.

## 2.1 La synthèse

De cette partie de l'étude, nous ne citerons que les points suivants :

- Dès 1948, GIFFIN (p. 9) note le fait que, pour l'utilisateur, "gagner une heure n'a pas la même valeur que gagner 12 fois 5 minutes" (l'utilité attachée à des gains de temps n'est pas une fonction linéaire de ces gains de temps).

- Quant aux méthodes d'estimation, les auteurs citent :

. celles qui sont basées sur les salaires ; elles sont à rejeter car elles supposent qu'il y ait liberté de choix tant au niveau des modes qu'au niveau de la durée de travail ;

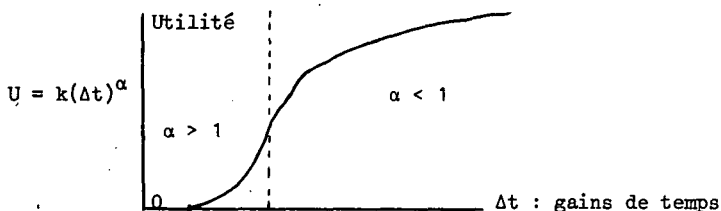
. celles qui sont basées sur des modèles explicatifs où les variables explicatives sont : coûts globaux, durées de trajet, éventuellement indices de confort.

Pour les auteurs, ces secondes méthodes souffrent d'une connaissance mauvaise, de la part des usagers, des coûts globaux. Ceci peut être corrigé en utilisant des valeurs perçues ou en ne comptant dans les coûts que des péages : c'est ce qui est réalisé dans l'étude des auteurs. Par contre, un problème est inhérent à ces méthodes d'estimation : la substitution entre temps et argent ne se pose qu'en deçà de certaines limites. Quelle est la proportion des gens en dehors de ces limites (quels sont les captifs d'un mode) ?

Si ces limites sont très étroites, la validité de ces méthodes d'estimation est très fortement remise en cause (\*).

## 2.2 L'étude théorique

- D'après les auteurs, l'utilité des gains de temps n'est pas une fonction linéaire de ces gains de temps. Ils supposent l'existence d'une courbe de la forme :



Après une partie où les gains de temps ne sont pas ressentis ( $U = 0$ ), l'utilité marginale des gains de temps est croissante ( $\alpha > 1$ ) puis décroissante ( $\alpha < 1$ ).

Tout au long de l'étude, les auteurs insistent sur la forme de cette courbe sans pour autant la déterminer dans leur expérimentation.

- De plus, les auteurs s'interrogent sur la possibilité d'utiliser des courbes d'indifférence (gains de temps - coûts de trajets) mais renoncent en raison de la difficulté de saisir de telles courbes d'une part et de l'aspect limitatif de l'approche d'autre part (où il faudrait envisager d'autres courbes pour les autres dimensions intervenant dans le choix.

- Au niveau des modèles mathématiques, les auteurs envisagent finalement les modèles suivants :

---

(\*) Par exemple, dans une étude récente, J.F. SOULAS et M. WEIL (1974) ne retiennent que 20 % de non captifs.

. STEP MODEL (modèle lexicographique avec seuils d'indifférences)

L'utilisateur est supposé avoir un comportement "lexicographique" mais avec des seuils d'indifférence sur chaque critère. Si le critère le plus important est la durée et le seuil d'indifférence de 5 minutes par exemple, devant un choix de routes de durée 30', 34', 40' et 43', l'utilisateur retient les deux premières routes et élimine les suivantes. Les deux premières routes sont alors comparées suivant le 2e critère intervenant dans l'ordre lexicographique et ainsi de suite.

L'idée d'utiliser un tel modèle était séduisante ; cependant, après l'avoir testé sur les données de l'expérimentation, les auteurs l'abandonnent, son pouvoir explicatif étant plus faible que celui du modèle suivant.

. Modèle linéaire de S. WARNER (1962)

C'est le modèle d'une fonction de valeur (utilité) linéaire ; plus précisément, s'il existe deux routes 1 et 2, soient :

$$f(x) = a_0 + a_1 x_1 + a_2 x_2 + \dots + a_n x_n$$

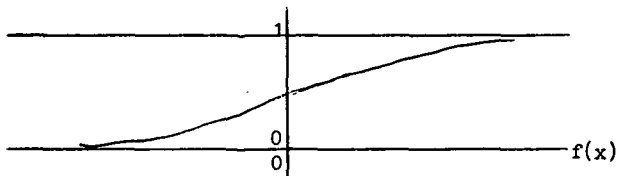
avec  $x_i = x_i^1 - x_i^2$       différence des valeurs de la variable pour les  
2 routes, ou

$x_i = x_i^1 / x_i^2$       rapport des valeurs, ou

$x_i = \text{Log}(x_i^1 / x_i^2)$       logarithme du rapport

$$\text{probabilité de choisir la route 1} = \frac{e^{f(x)}}{1 + e^{f(x)}}$$

$$\text{probabilité de choisir la route 2} = \frac{1}{1 + e^{f(x)}}$$



graphe de  $\frac{e^{f(x)}}{1 + e^{f(x)}}$

Cette courbe représente une bonne approximation de celle de la loi normale cumulée. WARNER a développé un algorithme pour estimer les paramètres  $a_1$ . Cette méthode a finalement été retenue dans cette étude.

### 2.3 L'étude expérimentale

L'expérience concerne des usagers automobilistes ayant le choix entre une route gratuite et une route à péage. Les deux routes sont parallèles et concernent un trajet domicile-travail.

Les variables utilisées sont, soit des variables perçues (c'est-à-dire les valeurs sont données par les automobilistes par l'intermédiaire d'un questionnaire), soit des variables physiques (mesurées par véhicules témoins). La liste des variables perçues et physiques est donnée ci-après.

Variables perçuesVariables physiquesEstimation du conducteurMesure avec véhicule témoin

- |  |   |
|--|---|
| 1) Péage par personne (part du péage)                            | 1) Péage par personne   |
| 2) Temps   | 2) Temps  |
| a) durée trajet à l'heure de pointe                              | - durée du trajet   |
| b) qualité de la route en terme de "rapidité-lenteur"            |   |
| 3) Distance du trajet depuis le ramassage du dernier passager    | 3) Distance du trajet depuis le ramassage du dernier passager   |
| 4) Sécurité : qualité de la route en terme "dangereuse-sûre"     | 4) Changement d'allures (vitesses) (nombre de changements)  |
| 5) Confort : qualité de la route en terme "gênante-agréable"     | 5) Ecart par rapport à la vitesse maximum autorisée   |
| 6) Facilité : qualité de la route en terme "fatigante-reposante" | 6) Temps d'attente (voiture arrêtée dans les embouteillages)  |
| 7) Beauté du paysage   | 7) Durée du trajet pendant laquelle la vitesse maximum est autorisée  |
| a) "plaisant-déplaisant"   |   |
| b) "ennuyeuse-intéressante"                                      |   |
| 8) Vitesse souhaitable sur la route                              | 8) Temps perdu à cause de la circulation mesurée par la différence entre la durée du trajet effective et la durée du trajet que l'on aurait avec la vitesse maximum autorisée |
| - vitesse maximum  |   |
| - vitesse minimum  |   |
| 9) Attitudes générales envers la conduite (plusieurs questions)  |   |

Les modèles ayant donné de bons résultats sont basés sur le modèle de S. WARNER. 49 modèles ont été testés. Ils diffèrent par la nature des variables (perçues ou physiques), la façon dont ces variables sont prises en compte (différence, rapport, logarithme du rapport) et enfin par le choix des variables introduites dans le modèle).

On indique dans les tableaux suivants les valeurs du temps et les pouvoirs explicatifs (pourcentage de prédictions correctes) pour 2 classes de modèle.

Modèles 1 - 17, variables physiques, $x_i = x_i^1 - x_i^2$		
Modèle	Valeur du temps s	Pouvoir explicatif %
1	1,82	75,8
2	1,38	86
3	1,71	76
4	1,41	75,8
5	1,43	74,7
6	0,98	73,9
7	1,95	75,6
8	1,12	75,6
9	2,05	74,9
10	1,11	75,8
11	1,59	75,8
12	1,40	75,6
13	1,81	75,4
14	1,81	74,9
15	1,37	74,7
16	1,89	75,4
17	2,53	75,2

Modèles 38 - 49, variables perçues, $x_i = x_i^1 - x_i^2$		
Modèle	Valeur du temps \$	Pouvoir prédictif %
38	3,85	84,5
39	3,28	83,7
40	4,04	84,5
41	3,93	86,4
42	3,24	86,2
43	3,52	92,9
44	3,45	92,2
45	3,21	91,5
46	3,07	91,2
47	3,12	90,8
48	3,82	85,6
49	3,79	86,6

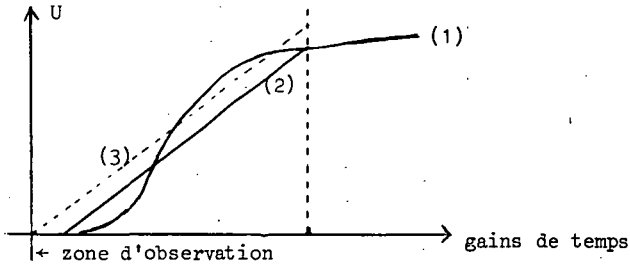
Le pouvoir prédictif des modèles semble donc meilleur avec l'utilisation de variables perçues.

Les valeurs obtenues avec les 2 classes de modèles sont significativement différentes, celles obtenues à partir des variables perçues étant de l'ordre du double de celles obtenues à partir des variables physiques.

D'après les auteurs, aucune des 2 valeurs (1,80 \$ et 3,80 \$) ne sont correctes. Les variables perçues entraînent des biais vers la route choisie (la route choisie est valorisée dans les réponses estimées par le chauffeur). Une autre raison est que, dans les réponses estimées, les gens arrondissent aux 5 minutes près (92 % des cas). Par contre, pour les auteurs, les variables physiques entraînent une erreur dans l'estimation dans le sens d'une valeur trop faible. La "vraie" valeur se situera entre les deux et ils recommandent la valeur \$ 2,82 par heure, soit 4,7 cents par minute.

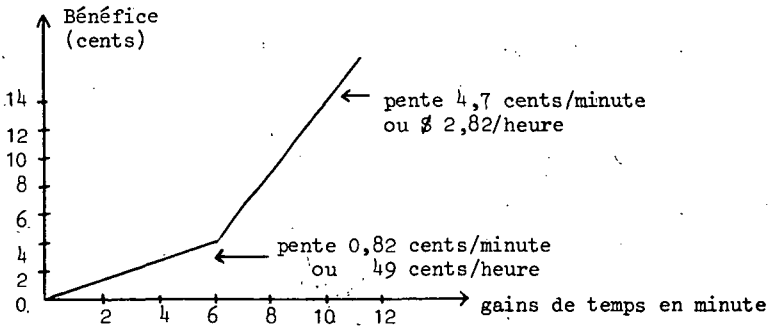
## 2.4 L'utilisation de la valeur du temps dans le calcul économique

Les auteurs abordent ce problème en revenant sur la courbe d'utilité des gains de temps théorique. Ils distinguent alors 3 types de courbes :



- (1) : courbe réelle inconnue
- (2) : meilleure estimation linéaire sur la zone d'observation qui permet de déduire une valeur du temps (pente de la droite)
- (3) : approximation utilisée dans le calcul économique ; (3) est parallèle à (2) et passe par l'origine : gains de temps même très faibles valorisés. (3) survalorise les gains de temps par rapport à (2).

De façon à se rapprocher de la courbe (2), les auteurs suggèrent d'utiliser les segments de droite de la forme :



Une telle courbe tient compte d'une relative insensibilité aux faibles valeurs des gains de temps.



## 2.5 Recherches futures

Ces résultats constituent l'essentiel des travaux de THOMAS et HANEY. Au niveau de recherches futures, les auteurs suggèrent entre autres les domaines suivants :

- connaissant une courbe d'utilité  $U$ , comment l'utiliser dans le calcul économique <sup>(1)</sup> ?
- comment estimer des fonctions d'utilité à partir d'observations de comportements ?
- étudier expérimentalement les variations de la valeur accordée aux gains de temps en fonction de ces gains de temps.

## 2.6 Débats suscités par cette étude

Les résultats de cette étude frappants quant aux différences enregistrées entre l'utilisation de variables perçues et/ou de variables physiques ont suscité un débat dans la littérature. A ce propos, la position de N.W. MANSFIELD (1970) nous a paru particulièrement intéressante :

- Dans les problèmes de prévision, la validité des modèles en terme de comportement importe peu du moment que les prévisions s'avèrent exactes. Or, pour MANSFIELD, de ce point de vue, il n'est pas prouvé que les modèles de prévisions basés sur des variables physiques soient moins bons que les modèles basés sur des variables perçues (ce que suggèrent pourtant les résultats de l'étude de THOMAS et HANEY). Les variables physiques sont plus stables dans le temps que les variables perçues, ce qui est important pour de la prévision. De plus, si on ne peut déduire les valeurs perçues d'après les valeurs physiques, les prévisions deviennent très délicates. Pour toutes ces raisons, N.W. MANSFIELD suggère d'utiliser les variables physiques <sup>(2)</sup> dans les études de prévision de trafic

---

(1) Les approches de la théorie de l'utilité multidimensionnelle répondent en partie à ces questions ; le lecteur en trouvera une application au problème de l'extension de l'aéroport de Mexico dans l'annexe B (I.2).

(2) real data = données réelles.

- Dans les problèmes d'évaluation, à l'inverse, MANSFIELD pencherait en faveur de l'utilisation des variables perçues, compte-tenu de l'aspect normatif de l'approche d'une part et compte-tenu qu'il est préférable d'appréhender ce qui est perçu au niveau des usagers lorsqu'on comptabilise des bénéfices relatifs à ces derniers d'autre part.

### 3. Quelques uns des principaux problèmes posés à l'occasion de l'application de la valeur du temps

On présente ici, rapidement, un certain nombre de problèmes qui apparaissent lorsque l'on cherche à appliquer la notion de valeur du temps et à en améliorer l'utilisation. Ce n'est pas une présentation exhaustive des problèmes posés ou des critiques habituellement formulées mais plutôt un survol des préoccupations des chercheurs sur ce point, telles qu'elles ont pu apparaître lors d'une récente table ronde de la CEMT consacrée à cette question (1).

- Temps perçu et temps réel. L'introduction du temps perçu au lieu du temps réel semble améliorer le caractère explicatif et prédictif des modèles. Mais les variables perçues, pour pouvoir être intégrées aux modèles de prévision, doivent elles-mêmes faire l'objet de prévisions. Et alors, il paraît difficile de ne pas les relier à des variables réelles.

- Incertitude sur les temps de transport. L'élément d'incertitude est reconnu comme extrêmement important, tant pour les opérations de prévision que d'évaluation. Comment les intégrer à travers la notion de valeur du temps ?

- Introduction de seuils. Les comportements sont sans doute liés à des seuils dans la perception des temps de transport ; de même, il semble difficile de ne pas tenir compte de seuils lorsque l'on procède à des agrégations de temps aux fins d'évaluation (gains de quelques secondes avec des gains de plusieurs minutes...). Comment introduire ces considérations ?

---

(1) Les 22 et 23 mai 1975 et cf. notamment le papier de GOODWIN (1975).

- Environnement et temps vécu. L'environnement dans lequel se situe le déplacement et la manière dont le temps est vécu influent indubitablement sur la valeur du temps. Mais comment les intégrer ? Faut-il avoir une analyse globale ou tenter de séparer ces éléments, considérant qu'il y a une valeur du temps "pure" ?

- Valeur du temps désagrégée par motifs. Il semble que les valeurs du temps expliquant les comportements doivent être désagrégées suivant le motif de déplacement. Pour un même motif, certaines conditions extérieures influent fortement : par exemple, pour les déplacements domicile-travail, l'existence d'horaires rigides (avec sanctions pour leur non respect) tend à accroître la valeur du temps par rapport à des horaires flexibles. Mais ceci conduirait à mener des analyses très fines difficiles à appliquer.

- Coût généralisé ou temps généralisé. Sachant que l'hypothèse d'utilité marginale constante de la monnaie est contestable, il peut paraître préférable de raisonner en termes de temps généralisé au lieu de coût généralisé car l'utilité marginale du temps peut être considérée comme constante et égale pour tous. L'utilité marginale décroissante de la monnaie est alors fondue avec la croissance de la valeur du temps avec le revenu. Mais la notion de temps de transport est-elle suffisamment homogène pour qu'on la prenne comme échelle de mesure ? Certes pas, puisque l'on est amené à distinguer plusieurs types de temps (marche à pied, attente d'un mode, temps passé dans le véhicule...) et que l'influence des conditions du déplacement est déterminante.

- Difficultés statistiques d'estimation. Il existe de nombreuses difficultés statistiques d'estimation dont voici un exemple : le fait que la perception par les automobilistes du coût d'usage de leur véhicule soit généralement sous-estimé entraîne des biais pour l'estimation statistique de la valeur du temps.

- Valeur du temps et revenu. Quelle est l'influence du revenu sur la valeur du temps dans une optique de prévision ? Certaines études statistiques amènent à mettre en doute qu'il y ait une relation. Effectivement, le revenu n'est qu'une des contraintes influant sur les comportements et d'autres contraintes, liées au revenu, peuvent agir en sens inverse (par exemple, un revenu faible peut amener un individu à chercher des gains sur les temps de transport pour accroître son temps de travail...).

- Justification d'une "valeur d'équité". Aux fins d'évaluation, le souci d'égalité entre citoyens amène certains à préconiser l'emploi d'une valeur du temps unique, dite valeur d'équité. Mais comment justifier celle-ci et à quel niveau la fixer ? On voit bien la signification politique d'une telle valeur et, en fait, pourquoi cette valeur ne serait pas plus grande pour les groupes "défavorisés" auxquels on s'attache en priorité ?

- Temps de travail et temps de loisir. La valeur d'équité précédente ne s'appliquerait que pour les déplacements de loisirs alors que les déplacements pour activité professionnelle relèveraient d'une valeur du temps basée sur la contribution économique des catégories d'usagers considérées. Mais comment distinguer travail et loisir ? L'exemple de l'activité non rémunérée des "ménagères" que certains considèrent comme du travail indique l'ambiguïté d'une telle distinction.

- Cohérence avec les tarifications. Les raisonnements à la base des estimations de la valeur du temps selon lesquels les usagers sont prêts à payer plus cher les services de transport pour gagner du temps sont-ils cohérents avec les préférences des usagers en matière de tarification, lorsque l'on sait la pression exercée pour une tarification basse, sinon nulle, dans les transports collectifs, et les réactions contre les péages routiers ? Le problème posé ici est en fait celui de la différenciation des préférences individuelles exprimées par les comportements et des préférences collectives que peuvent exprimer les individus : on ne peut confondre ces deux types de préférences.

- Applicabilité des valeurs estimées. Les valeurs du temps estimées à partir d'une situation passée peuvent-elles être appliquées dans des modèles de prévision portant sur un horizon relativement éloigné, sachant que les préférences des usagers futurs auront pu évoluer fortement et que l'équilibre entre catégories de population aura été sensiblement modifié ? Cette remarque milite contre la tentation d'analyses trop fines mais surtout elle indique que, même dans le domaine de la prévision, la notion de valeur du temps peut être remise en cause.

Conclusion

Les remarques précédentes relatives aux difficultés et limites de l'application de la valeur du temps indiquent, s'il en était besoin, l'intérêt d'approches de nature multidimensionnelle pour appréhender les effets liés aux temps de transport.