

Service des Affaires Économiques

DOCUMENTATION

Réf. n°

CDAT
2384

SERVICE REGIONAL DE L'EQUIPEMENT

DIVISION DES TRANSPORTS ET DE LA CIRCULATION

VALEUR DU TEMPS PASSE
DANS LES TRANSPORTS

Septembre 1967

Etude effectuée par MM. Bentolila, Grosbon et Rougé sous la direction de M. Dobias, Ingénieur des Ponts et Chaussées

La seconde étude a été effectuée avec le concours du Cabinet de Modelisation par ordinateur (C.M.C.)

VALEUR DU TEMPS PASSE DANS LES TRANSPORTS

Cette étude se compose de deux parties indépendantes faisant appel à des méthodes différentes. Il a été ainsi possible de tester l'influence des méthodes utilisées sur les résultats. D'autre part, une certaine concordance apparue dans les résultats leur donne plus de crédibilité.

P L A N

Introduction	p. 3
Première étude	p. 6
Seconde étude	p. 23
Conclusions générales	p. 37

Introduction

I - Objet de l'étude

Il est double.

La connaissance de la valeur du temps est nécessaire pour analyser et prévoir le comportement des individus, notamment dans la méthode d'affectation utilisant la notion de coût généralisé. Les formules utilisées sont du type suivant :

$$C = a M + bt + \sum_i c_i x_i$$

a, b, étant des coefficients,

M étant le coût monétaire du déplacement,

b étant le coût du temps,

t étant le temps de déplacement,

c_i étant les coefficients caractérisant le coût monétaire de certains événements x_i (ruptures de charge, attente, inconfort, etc....).

En fait, comme le fait remarquer une note de travail de l'I.A.U.R.P. la manière dont est calculée le coût généralisé n'est pas très rationnelle et il aurait mieux valu représenter le coût d'une solution par un point dans un espace à n dimensions (autant que de critères de choix) ; c'est ce qui a été fait dans la deuxième partie de l'étude.

.../...

On esquive ainsi le problème de la valeur du temps, problème difficile à résoudre parce que presque toujours mal posé. On n'en possède pas moins toutes les équivalences possibles et imaginables entre les différents critères de choix : temps et argent, temps et confort, confort et argent, etc...

La deuxième circonstance où apparaît la nécessité de disposer d'une valeur du temps se situe lors de l'établissement des bilans économiques de variantes de transport

II -- Difficultés de l'étude : Le concept du temps

La plupart des études aboutissent à des résultats assez décevants parce qu'elles n'isolent pas le concept temps, et qu'elles englobent dans la motivation gain de temps, des motivations annexes dont l'importance est très différente suivant les individus. C'est ainsi qu'on bloque sous la même étiquette temps, un ensemble hétéroclite qui demanderait à être étudié de très près et comprenant en particulier, le confort, les ruptures de charges, le type de transport et le prestige qui lui est attaché, l'heure à laquelle se passe le voyage ...etc....

Dans la plupart des études anciennes, ces facteurs n'étaient pas pris en compte, ce qui explique que les modèles que l'on essayait d'ajuster conduisaient à un résidu important. Il semblait qu'une bonne partie de la population, quand ce n'était pas la majorité, n'agissait pas comme le modèle l'avait présupposé; ces individus étaient alors appelés "irrationnels". La première partie donne l'exemple d'une telle méthode classique.

Dans la deuxième partie un concept, le concept du seuil de basculement a permis de prendre en compte l'importance globale de ces facteurs, sans entreprendre l'analyse détaillée qui est prévue dans une étude ultérieure, ce qui explique que les premiers résultats sont difficiles à interpréter.

Les deux études qui suivent sont basées sur une même enquête effectuée en 1964 sur les déplacements du personnel de l'O.R.T.F.

PREMIERE ETUDE

ETUDE DU COUT DU TEMPS PAR LA METHODE DE BEESLEY

Différentes études se sont proposées d'évaluer le coût du temps de transport par la méthode de BEESLEY.

L'étude sur la valeur du temps dans les déplacements domicile-travail effectuée par MM. COUSQUER et RICHARD propose des directions de recherche que suggère l'examen de l'enquête effectuée dans le grand ensemble de LYON-BRON.

La présente étude effectuée à partir d'une enquête de transport réalisée en 1964 auprès du personnel de l'O.R.T.F. est basée sur des principes analogues et a pour objet de tester la stabilité des conclusions aux conditions de l'enquête et à l'infrastructure du réseau de transport en commun.

Les données dont nous disposons diffèrent de celles de l'enquête réalisée dans le grand ensemble par la diversité des modes de transport utilisés due à la dispersion des domiciles et à l'unité du lieu de travail.

Nous n'étudierons que le comportement des propriétaires d'automobiles.

°

°

°

.../...

PLAN DE L'ETUDE

I - Rappel de la méthode de BEESLEY	Page 9
II - Exploitation de l'enquête de transport réalisée à l'O.R.T.F.	Page 12
III - Résultats	Page 15
IV - Interprétation	Page 19

1ère PARTIE - RAPPEL DE LA METHODE DE BEESLEY

La méthode de BEESLEY repose sur l'axiome suivant :

Un individu rationnel choisit le mode de transport qui minimise son coût généralisé de déplacement. Ce coût généralisé est défini comme la somme du coût monétaire et du coût subjectif du temps nécessaire au trajet :

$$C = M + \theta t$$

La valeur du temps est alors un taux de substitution entre temps et monnaie.

1.1 - Le Critère de rationalité

1.1.1. Cas d'un individu isolé

Chaque individu donne une estimation des couples coût monétaire - temps (m_a, t_a) , (m_r, t_r) caractéristiques des modes adopté (a) et rejeté (r).

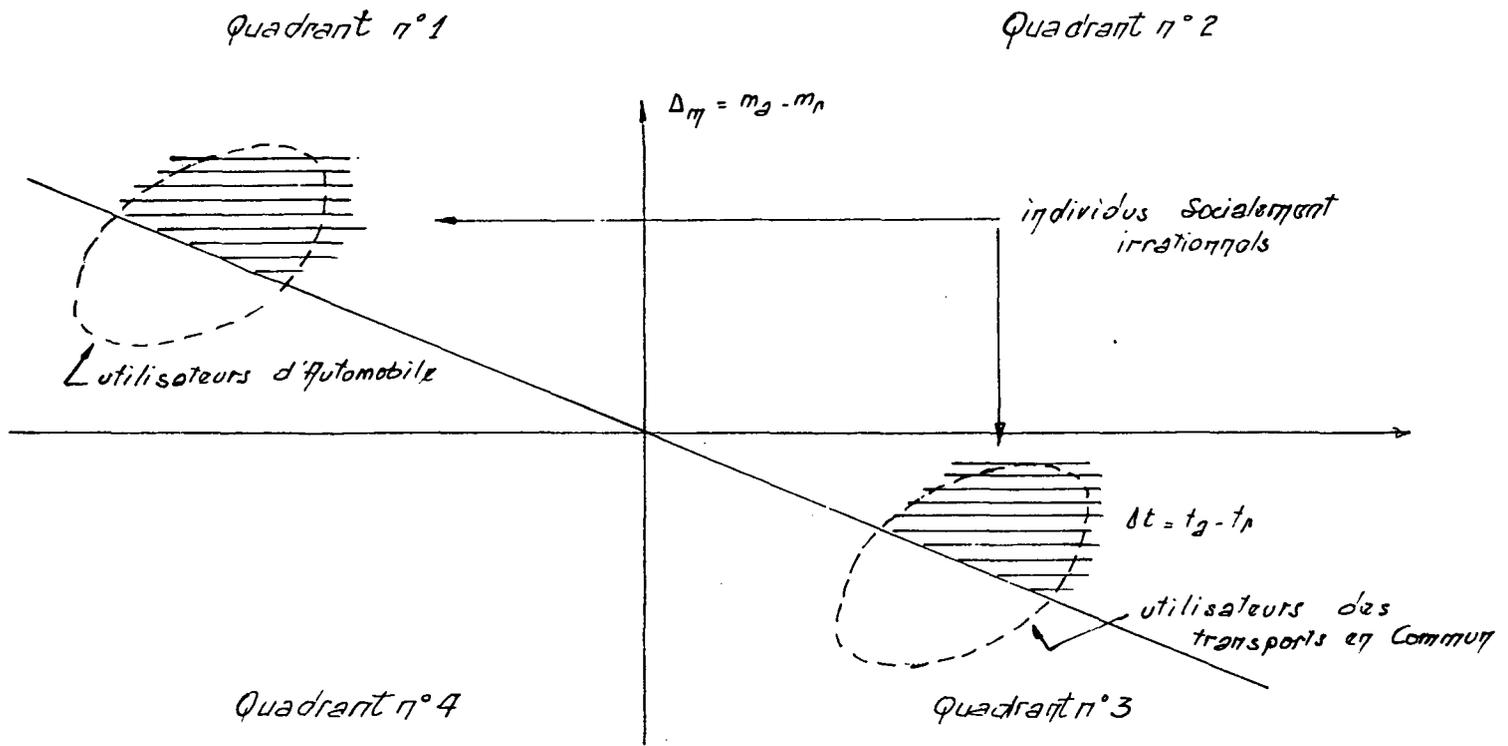
Si nous appelons C_a et C_r les coûts généralisés correspondants, il est toujours possible de déterminer une plage de valeurs de θ telles que $C_a - C_r = (m_a - m_r) + \theta (t_a - t_r)$ sont négatifs.

Ces valeurs justifient le choix effectué au regard du critère choisi ; il existe donc pour chaque individu une valeur θ telle que le choix de l'un ou l'autre mode soit indifférent.

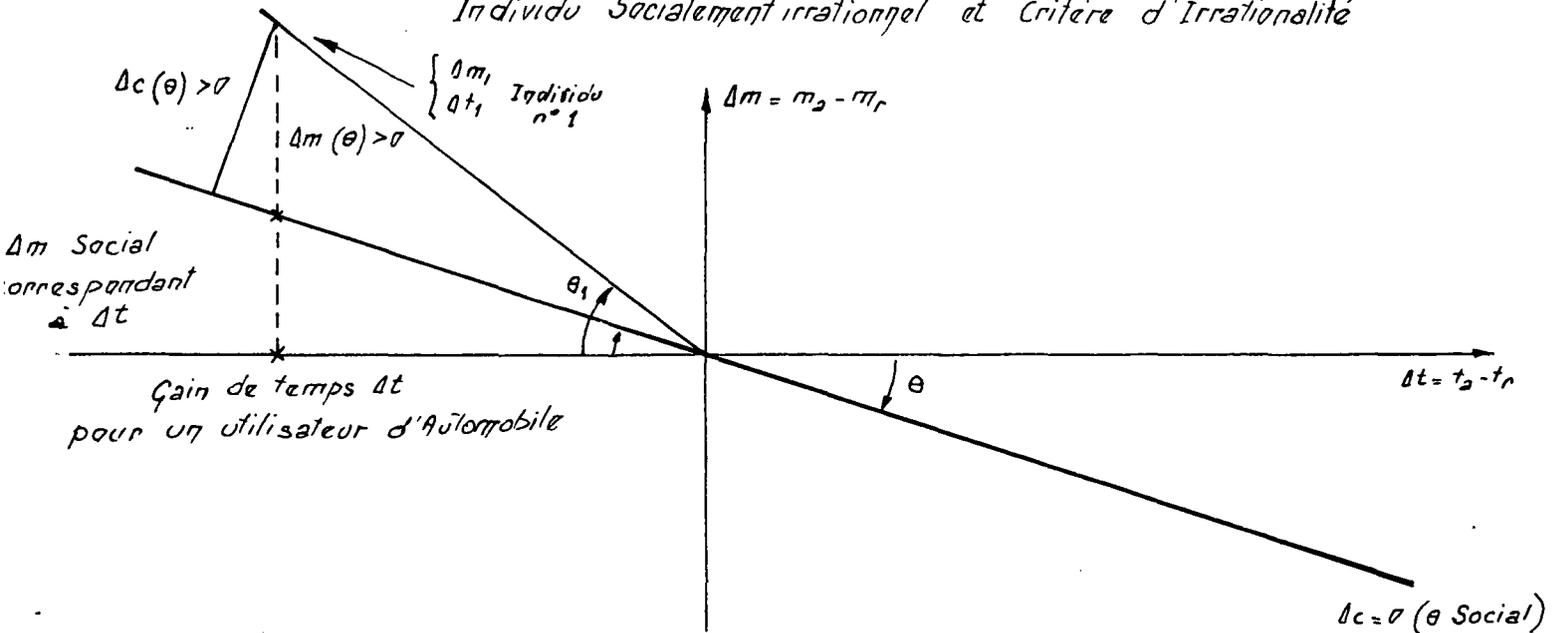
1.1.2. Cas d'un groupe d'individus

Si le groupe étudié est suffisamment homogène ainsi que le niveau de desserte de transport en commun qu'il utilise, on peut penser qu'il existe une valeur d'indifférence au choix du mode de transport qui rende minimum l'irrationalité sociale.

Schéma du nuage de Points dans la méthode de Beesley



Individu "Socialement irrationnel" et Critère d'Irrationalité



Ainsi dans les axes de coordonnées $\Delta t = t_a - t_r$, $\Delta m = m_a - m_r$

les individus du quadrant (1) sont généralement utilisateurs de l'automobile, ceux du quadrant (3) des transports en commun.

L'individu n° 1 qui accepte de payer plus cher que la moyenne sociale un gain de temps Δt est "socialement irrationnel" :

$$\Delta C_1 = \Delta m_1 + \theta \Delta t_1 > 0$$

L'individu n° 2 l'est également, qui accepte pour une même économie une perte de temps supérieure à celle du groupe.

La méthode de BEESLEY prétend mettre en évidence une limite : prix au-delà duquel les "acheteurs de temps" se rarefient.

Elle accepte pour valeur de θ celle qui rend minimum l'irrationalité de ces individus par rapport au groupe.

Les critères peuvent être :

- le nombre des irrationnels (1)

$$\begin{aligned} & - \sum \Delta m (\theta) \\ & \Delta C > 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & - \sum m^2 (\theta) \\ & \Delta C > 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & - \sum \Delta C (\theta) \\ & \Delta C > 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & - \sum \Delta C^2 (\theta) \\ & \Delta C > 0 \end{aligned}$$

(1) Ce critère n'a pas été retenu par la suite, par suite de la symétrie du nuage de points qui fait peu varier le nombre d'irrationnels suivant les valeurs de θ trouvées.

1.2. L'échange temps contre argent

La méthode admet que tout individu cherche à minimiser son coût généralisé en valorisant son temps.

Il est donc naturel d'écarter les individus pour lesquels un mode de transport s'impose parce qu'il leur permet une économie simultanée de temps et d'argent (quadrant 4).

Le choix des individus du quadrant 2 est trop manifestement motivé par d'autres considérations que celle du coût généralisé (effet de démonstration - confort - contraintes diverses) pour que nous les prenions en compte dans un modèle à un seul coût du temps.

Nous n'avons donc retenu dans la suite de l'étude que les individus appartenant aux quadrants 1 et 3.

IIème PARTIE - EXPLOITATION DE L'ENQUETE DE TRANSPORT O.R.T.F.

La méthode de BEESLEY suppose l'évaluation par chaque individu des temps et des coûts monétaires de chaque mode de transport possible.

L'enquête réalisée à la maison de l'O.R.T.F. en 1964 ne donne qu'une partie des éléments nécessaires à l'exécution de l'étude. Aussi de nombreuses conventions ont été faites ; elles sont indiquées ci-dessous.

2.1. Les temps de transport

Le personnel de l'O.R.T.F. indique généralement le temps de transport nécessaire au déplacement domicile-travail par le mode de transport adopté. Le temps nécessaire par le mode rejeté figure plus rarement dans les questionnaires.

Lorsque le questionnaire n'indiquait pas les deux temps, nous l'avons complété par une moyenne des temps indiqués pour le mode alternatif par les voisins les plus proches qui se déplaçaient aux mêmes heures. (1) (2)

(1) - Cette pratique tend évidemment à introduire des temps "objectifs" dont les rapports avec ceux qu'envisage BEESLEY sont limités mais elle est indispensable à la poursuite de l'étude.

(2) - Les temps indiqués dans les questionnaires de domiciles voisins diffèrent souvent de plus de 10 mn pour les utilisateurs de transports en commun. La différence due aux parcours terminaux ne suffit pas à l'expliquer : il est probable qu'un individu ne puisse pas donner son temps de parcours avec une précision supérieure à 5 mn.

.../...

Les temps que l'on relève pour les utilisateurs d'automobile voisins sont très sensibles à l'heure à laquelle le voyage s'effectue.

Les temps "automobile" complétés sont donc les temps à l'heure de pointe ou hors heures de pointe selon les horaires de déplacements des individus.

Ces incertitudes sont d'autant plus graves que la méthode de BEESLEY s'applique à des différences de temps.

2.2. Les coûts de transport

Ces informations ne figurent pas dans les questionnaires O.R.T.F.

A défaut d'évaluations subjectives, nous adoptons les coûts objectifs suivants :

2.2.1. Coût d'utilisation de l'automobile

Il est donné par la formule de l'I.A.U.R.P.

$$m = 0,24 + 0,08 d + 0,02 t d$$

où d est exprimé en km et t en mn/km.

La distance d est calculée sur carte et l'on a assimilé après vérification le produit td au temps indiqué pour l'automobile dans le questionnaire.

2.2.2. Coût d'utilisation des transports en commun

Le coût "transports en commun" est égal au onzième du prix du trajet effectué avec des cartes hebdomadaires.

Pour les Parisiens, le mode de transport en commun attribué aux utilisateurs d'automobile est le métro à moins qu'ils n'habitent le long d'itinéraires directement desservis par l'autobus loin des stations de métro.

En banlieue, il existe pour les utilisateurs de transports en commun un mode prépondérant qu'on affecte à tous les utilisateurs d'automobile comme mode alternatif.

2.3. Conséquences

2.3.1. Si le nombre des utilisateurs d'automobile est proche de celui des utilisateurs de transports en commun, ce qui est le cas dans la présente étude, cette façon de compléter les informations produit une symétrisation des nuages de points dans les axes $\Delta m = m_a - m_r$ et

$$\Delta t = t_a - t_r .$$

Si l'on définit une marge d'irrationalité à x %, il faut donc s'attendre à une large plage de valeurs de θ .

2.3.2. La rigidité du prix du métro à Paris engage à traiter séparément les gens domiciliés à Paris et les gens domiciliés en banlieue. Enfin, on isolera les migrants réguliers à l'heure de pointe. Pour tester la sensibilité de la valeur trouvée et de sa zone de confiance, on a procédé à une variation de

$$\frac{1}{6} \text{ de } \Delta t = t_a - t_r .$$

IIIème PARTIE- RESULTATS

On a distingué les résidents suivant qu'ils habitent Paris ou la banlieue. On a également distingué les déplacements en heures de pointe.

3.1. Personnel de l'O.R.T.F. domicilié à Paris

3.1.1. Ensemble du personnel (224 personnes)

Critères	(Valeur du temps	Plage à 5 %	Nombre d'irrationnels
$\Sigma \Delta_m (\theta)$ $\Delta C > 0$	3,20 F	2,5 F - 3,9 F	79
$\Sigma \Delta_m^2 (\theta)$ $\Delta C > 0$	2,90 F	2,4 F - 3,4 F	79
$\Sigma \Delta C (\theta)$ $\Delta C > 0$	3,70 F	4,3 F - 7,6 F	78
$\Sigma \Delta C^2 (\theta)$ $\Delta C > 0$	4,8 F	4,0 F - 5,9 F	82

3.1.2. Ensemble des migrants aux heures de pointe
(113 personnes)

Critères	Valeur du temps	Plage à 5 %	Nombre d'irrationnels
$\Sigma \Delta_m (\theta)$ $\Delta C > 0$	3,10 F	2,3 F - 3,9 F	57
$\Sigma \Delta_m^2 (\theta)$ $\Delta C > 0$	2,90 F	2,4 F - 3,4 F	56
$\Sigma \Delta C (\theta)$ $\Delta C > 0$	5,3 F	4,1 F - 7,5 F	60
$\Sigma \Delta C^2 (\theta)$ $\Delta C > 0$	4,8 F	4,1 F - 5,9 F	61

3.2. - Personnel de l'O.R.T.F. domicilié en banlieue

3.2.1. Ensemble du personnel (275 personnes)

Critères	Valeur du temps	Plage à 5 %	Nombre d'irrationnels
$\Sigma \Delta_m$ (0) $\Delta C > 0$	2,0 F	1,6 F - 2,7 F	103
$\Sigma \Delta_m^2$ (0) $\Delta C > 0$	1,9 F	1,6 F - 2,3 F	103
$\Sigma \Delta C$ (0) $\Delta C > 0$	3,8 F	2,9 F - 5,3 F	98
$\Sigma \Delta C^2$ (0) $\Delta C > 0$	3,1 F	2,7 F - 3,9 F	102

3.2.2. Ensemble des migrants aux heures de pointe
(149 personnes)

Critères	Valeur du temps	Plage à 5 %	Nombre d'irrationnels
$\Sigma \Delta_m$ (0) $\Delta C > 0$	1,8 F	1,40 F - 2,40 F	70
$\Sigma \Delta_m^2$ (0) $\Delta C > 0$	1,7 F	1,40 F - 2,20 F	72
$\Sigma \Delta C$ (0) $\Delta C > 0$	3,4 F	2,6 F - 4,9 F	77
$\Sigma \Delta C^2$ (0) $\Delta C > 0$	3,0 F	2,6 F - 3,7 F	78

.../...

3.3. Résultats obtenus en supposant une erreur de 1/6 sur Δt

Pour tester la sensibilité du modèle, on a, dans les calculs suivants, majoré la valeur de Δt de 1/6e, ce qui correspond à une erreur de 5 mn sur la différence moyenne de Δt qui est de 30 mn environ.

3.3.1. Personnel de l'O.R.T.F. domicilié à Paris

Ensemble du personnel (224 personnes)

Critères	Valeur du temps	Plage à 5 %	Nombre d'irrrationnels
$\Sigma \Delta_m (\theta)$ $\Delta C > 0$	2,7 F	2,1 F - 3,4 F	78
$\Sigma \Delta_m^2 (\theta)$ $\Delta C > 0$	2,5 F	2,1 F - 3,0 F	79
$\Sigma \Delta C (\theta)$ $\Delta C > 0$	4,8 F	3,7 F - 6,5 F	78
$\Sigma \Delta C^2 (\theta)$ $\Delta C > 0$	4,0 F	3,4 F - 5,0 F	82

Ensemble des migrants aux heures de pointe
(113 personnes)

Critères	Valeur du temps	Plage à 5 %	Nombre d'irrrationnels
$\Sigma \Delta_m (\theta)$ $\Delta C > 0$	2,7 F	2,0 F - 3,3 F	56
$\Sigma \Delta_m^2 (\theta)$ $\Delta C > 0$	2,4 F	2,0 F - 3,0 F	56
$\Sigma \Delta C (\theta)$ $\Delta C > 0$	4,4 F	3,5 F - 6,30 F	60
$\Sigma \Delta C^2 (\theta)$ $\Delta C > 0$	4,0 F	3,4 F - 5,0 F	61

3.3.2. Personnel de l'O.R.T.F. domicilié en banlieue

Ensemble du personnel (275 personnes)

Critères	Valeur du temps	Plage à 5 %	Nombre d'irrationnels
$\sum_{\Delta C > 0} \Delta_m (\theta)$	1,70 F	1,4 F - 2,3 F	103
$\sum_{\Delta C > 0} \Delta_m^2 (\theta)$	1,60 F	1,4 F - 2,0 F	102
$\sum_{\Delta C > 0} \Delta C (\theta)$	3,3 F	2,4 F - 4,5 F	98
$\sum_{\Delta C > 0} \Delta C^2 (\theta)$	2,6 F	2,3 F - 3,3 F	102

Ensemble des migrants aux heures de pointe (149 personnes)

Critères	Valeur du temps	Plage à 5 %	Nombre d'irrationnels
$\sum_{\Delta C > 0} \Delta_m (\theta)$	1,5 F	1,2 F - 2,0 F	72
$\sum_{\Delta C > 0} \Delta_m^2 (\theta)$	1,5 F	1,2 F - 1,9 F	72
$\sum_{\Delta C > 0} \Delta C (\theta)$	3,00 F	2,2 F - 4,2 F	75
$\sum_{\Delta C > 0} \Delta C^2 (\theta)$	2,50 F	2,1 F - 3,1 F	70

.../...

IV PARTIE - INTERPRETATION DES RESULTATS ET CONCLUSIONS

4.1. Sensibilité des résultats au critère d'irrationalité

La lecture des résultats surprend pour plusieurs raisons :

1°) Le nombre des irrationnels est sensiblement égal à celui des rationnels.

2°) Le coût du temps est si sensible au critère d'irrationalité que les intervalles de confiance pourtant larges n'ont pas de plage commune.

3°) Les deux populations de Paris et de banlieue ne paraissent pas homogènes.

4°) La distinction des heures de pointe ne paraît pas intéressante.

Nous essaierons d'expliquer les deux premiers phénomènes.

1°) Le nombre des irrationnels

Le domaine d'irrationalité est défini par un demi-plan situé au-dessus de la droite Δ ; les irrationnels sont les automobilistes qui achètent leur gain de temps au prix le plus fort et les utilisateurs de transports en commun qui perdent le plus de temps pour une faible économie monétaire. (cf. graphique).

Les nuages étant symétrisés par les conventions auxquelles nous étions obligés, on s'explique qu'un modèle n'ayant qu'un seul coût du temps comporte un grand nombre d'irrationnels.

En outre, il existe une grande dispersion des coûts monétaires pour un même gain de temps ; par exemple un gain de 15 mn correspond à des coûts monétaires compris entre 0,30 et 1,70 F, par suite notamment de l'indépendance du prix du métro par rapport à la distance.

Il faut également souligner que plus la dispersion des valeurs Δm et Δt est grande, plus le critère de coût généralisé défini est contestable. En effet, plus un individu est irrationnel, plus il y a de chance que les mobiles de son choix soient différents et il serait souhaitable de traiter dans de prochaines études les individus selon leur critère de choix si l'on veut donner une signification à la valeur numérique trouvée.

Ces premières remarques mettent l'accent sur l'importance du niveau de desserte, la structure de la tarification, de l'homogénéité des échantillons étudiés.

2°) Sensibilité des résultats selon le lieu de résidence

On remarque que les valeurs trouvées pour la banlieue diffèrent des valeurs trouvées pour Paris : par exemple, pour les voyageurs aux heures de pointe et pour le critère $\Sigma \Delta C$ les valeurs sont respectivement

$$\Delta C > 0$$

5,3 F et 3,4 F pour des plages allant de 4,1 F à 7,5 F et de 2,6 F à 4,9 F.

Cette différence entre Paris et banlieue est notamment due à l'indépendance du tarif du métro par rapport à la distance de transport.

Cependant, le nombre des irrationnels reste du même ordre de grandeur qu'à Paris et l'on peut penser que cela est dû à la différence du niveau de desserte et, à la structure de la tarification et la diversité des critères réels de choix.

3°) Sensibilité aux critères d'irrationalité ΔC et Δm

Minimiser $\Sigma \Delta m$ revient à attribuer aux individus une conduite de groupe qui tend à réduire leurs pertes monétaires ; or nous avons admis que le choix se faisait par évaluation du coût généralisé de transport.

.../...

Dans ces conditions, le critère ΣC paraît préférable

On doit noter que les critères Σm^2 et ΣC^2 donnent une importance plus grande aux individus qui en définitive ont le moins de chance d'être motivés par des considérations de coûts généralisés. Ces critères ne devraient donc pas être retenus, en définitive.

4.2. Conclusions

L'Exploitation de l'enquête O.R.T.F. ne fait pas apparaître ce seuil de valeur d'achat de temps qu'on attend dans la méthode de BEESLEY.

Plusieurs causes peuvent être avancées :

1°) Les individus n'ont pas été sélectionnés pour avoir dit que leur choix se réduirait à une option entre gagner du temps ou économiser de l'argent.

La courbe des fréquences d'acheteurs de temps en fonction du prix du temps ne donne aucun résultat.

2°) Les conditions de dessertes en transport en commun sont extrêmement différentes pour les différents personnels de l'O.R.T.F. et il semble qu'une étude similaire ne puisse être reprise qu'en réduisant l'ensemble des déplacements domicile-travail à des trajets dont les lieux de travail et lieux de résidences soient groupés.

Les conclusions ne souffriraient pas de cette restriction car les conditions de calcul du coût du temps seraient mieux définies et le coût du temps, calculé sur des parcours dont le niveau de desserte serait satisfaisant pourrait sans difficulté être utilisé pour des calculs d'investissements .

.../...

3°) Il paraît nécessaire de calculer plusieurs coûts de temps selon les motivations et sonder l'influence du niveau des revenus et de la structure familiale sur le choix effectué.

Enfin si ces directions de recherche conduisaient à des résultats difficilement utilisables, il serait possible pour certains problèmes de traiter le coût du temps comme un coefficient variable semblable à un taux d'actualisation et des études pourraient être envisagées dans cette direction.

SECONDE ETUDE

P L A N

I - Présentation

- 1 - La "synthèse dimensionnelle" p. 25
- 2 - Le modèle p. 25

II - Résultats

- 1 - Seuil de basculement p. 31
- 2 - Résultats. p. 36

I PRESENTATION

1)- La "SYNTHESE DIMENSIONNELLE".

a) Ce procédé a pour but de caractériser les différents choix possibles, solution d'un problème. Chaque solution est représentée par un point dans un espace à n dimensions (autant de dimensions que de critères de choix).

b) Le procédé détermine sur chaque axe une unité de mesure correspondant à la variation minimale perçue et prise en compte par le responsable de la décision, (par exemple 3 minutes pour un temps passé à attendre, 5 centimes pour une dépense de transport ou une fraction du temps ou de la dépense).

c) Le procédé calcule les poids respectifs de chaque critère dans la prise de décision.

2) - Le MODELE

Ce premier modèle, dont le but est de tester la méthode, restera très simple et ne comportera que deux critères de choix : temps et coût, ce qui permettra d'ailleurs une comparaison facile avec d'autres méthodes.

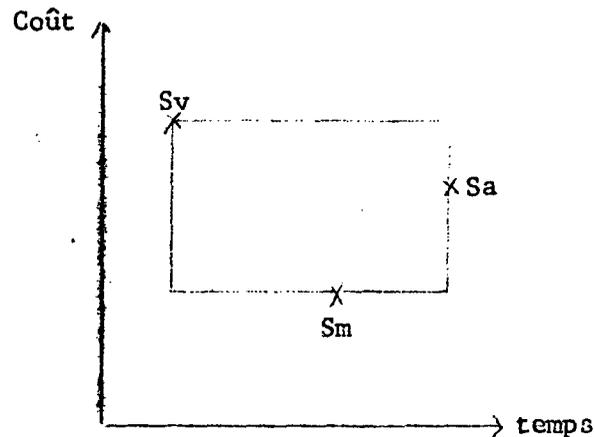
Les solutions de transport envisagées seront au nombre de 2 correspondant aux différents modes offerts dans la région parisienne à savoir pour les transports en commun : autobus et métro, et pour les transports privés, automobile particulière, les enquêtes ayant montré que les autres modes de transport tant privés que publics (cycles et taxis par exemple) ne jouent qu'un rôle négligeable.

L'étude comprendra deux parties : l'établissement d'un modèle de choix micro-économique (choix au niveau de l'individu) puis passage, par l'emploi des probabilités à un modèle de choix macro-économique valable pour l'ensemble de la population considérée.

2 1) MODELE MICRO-ECONOMIQUE

Chacune des deux solutions offertes à un individu est représentée par un point dans un espace vectoriel à deux dimensions : temps en abscisses et coût en ordonnées.

Sur le graphique, les solutions autobus, métro, voiture particulière sont respectivement représentées par les points S_a , S_m , S_v .



Le coût de la solution voiture sera déterminé en utilisant les formules mises au point par l'I.A.U.R.P.

.../...

Le point de repoussement correspondant à une solution fictive alliant les plus mauvaises caractéristiques des deux solutions se trouve en R ; de la même manière le point de mire se trouve en M.

Pour une métrique donnée, la distance du point représentatif d'une solution particulière au point de repoussement caractérise l'intérêt de cette solution.

On peut donc hiérarchiser les différentes solutions en fonction de leur distance au point de repoussement.

Il semble licite de supposer que la probabilité de choix d'une solution est fonction des distances respectives des deux solutions au point de repoussement. Cette probabilité pourra, par exemple, être exprimée par une formule du type suivant :

$$P_i = \frac{d_i}{\sum_j d_j}$$

On fera ainsi intervenir une notion de seuil entre deux solutions, telle que son franchissement conduise à une certitude du choix de la meilleure.

2 II) Calcul de la loi de probabilité

Le calcul de la loi de probabilité est basé sur la configuration de la hiérarchie des deux solutions. On définit un paramètre d'écart entre les solutions appelées "seuil de basculement" ; c'est une distance telle, que toute solution qui s'éloigne des deux autres d'une distance supérieure se voit attribuer d'emblée :

- la probabilité 1, si c'est vers le point de mire (cas 1)

- la probabilité 0, si c'est vers le point de repoussement (cas 2).

.../...

2 2)- MODELE MACRO-ECONOMIQUE

2 2 1) Principe

Il est facile d'ajuster pour chaque individu, un modèle avec une métrique rendant compte du choix qu'il effectue. Mais ce type de modèle spécifique à chaque individu ne permet pas de prévoir le comportement d'un individu inconnu. Il faudra donc mettre au point un modèle général valable pour l'ensemble de l'échantillon considéré de population.

2 2 2) Méthode d'ajustement

Donnons-nous comme point de départ un modèle défini par une métrique et une pondération

Soit S_{ij} les différentes solutions possibles avec

i indice de l'individu considéré

j indice de la solution considérée
(métro, autobus, automobile)

P l'ensemble de la population de l'échantillon.

La loi de probabilité déterminée en première partie permet de calculer les probabilités des différentes solutions possibles S_{ij} pour un individu i avec $\sum_j P_b(S_{ij}) = 1$

On peut calculer ces probabilités pour l'ensemble des individus considérés et obtenir les probabilités d'utilisation des modes de transport pour l'ensemble de la population. On aura :

$$P_b(j) = \frac{\sum_i P_b(S_{ij})}{P}$$

C'est-à-dire la probabilité globale d'utilisation d'un mode de transport donné est égale à la somme des probabilités élémentaires de chaque individu de l'emprunter divisé par le chiffre de la population.

On considèrera le modèle ajusté de manière satisfaisante lorsque les probabilités d'utilisation de chaque mode de transport, correspondront à la répartition effective de la population entre les solutions possibles.

- L'ajustement consistera donc à faire varier les poids respectifs des deux critères, jusqu'à ce que les probabilités calculées $P_b (1)$, $P_b (2)$ et $P_b (3)$, correspondent à la répartition effective observée.

- le modèle, une fois ajusté, donnera l'équivalence coût-temps par simple comparaison des unités.

II - RESULTATS

Ce prémodèle, dont le but est de tester la méthode "Synthèse Dimensionnelle", a été simplifié. Il n'utilise que deux critères, temps et coût, et n'envisage que deux solutions de transport, automobile particulière et transport en commun. Le caractère très simplifié de ce prémodèle a conduit à introduire un paramètre représentatif des critères autres que coût et temps, appelé "seuil de basculement".

On expliquera les raisons d'utilisation et l'intérêt de ce paramètre particulier. Puis on discutera les résultats obtenus par ce prémodèle. Des conclusions seront ensuite tirées dans la perspective d'un passage du prémodèle au modèle.

1) - SEUIL DE BASCULEMENT

Le résultat cherché qui peut s'exprimer sous la forme :

1 minute = X centimes

signifie qu'un individu du groupe considéré accepte pour gagner une minute de dépenser X centimes. Cet échange se fait dans la pratique, au niveau du moyen de transport par le choix d'une solution plus ou moins chère. Il sera différent s'il est guidé uniquement par des considérations de coût et de temps, ou s'il est influencé par des considérations de prestige ou de confort. Un directeur d'entreprise, par exemple, sera obligé, pour des considérations de prestige, d'utiliser sa voiture qui lui coûte plus cher, sans gain de temps. En se plaçant uniquement dans l'espace coût-temps, on trouverait alors une valeur du temps très élevée sans que ce résultat ait une signification réelle.

.../...

Ceci a pour conséquence , d'une part d'augmenter l'hétérogénéité d'un groupe en regard des facteurs coût-temps seuls, d'autre part de donner un résultat très largement influencé par des facteurs non considérés. C'est pourquoi il fallait introduire dans la simulation un paramètre tenant compte de l'ensemble des facteurs autres que coût et temps.

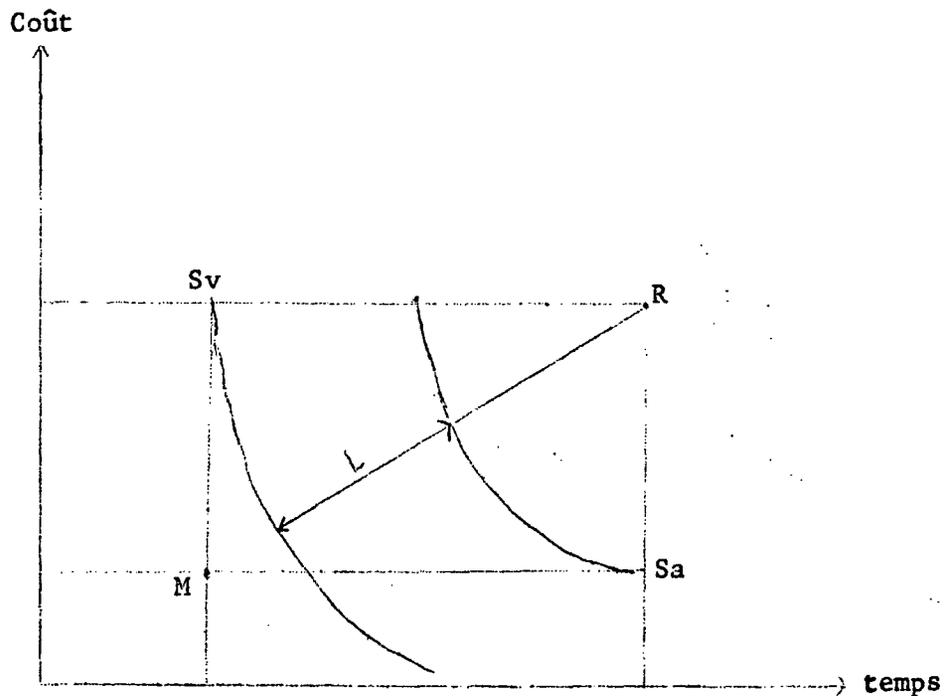
On sait que la méthode "Synthèse Dimensionnelle" fait correspondre à chaque solution possible, un point dans l'espace des critères de choix, dit espace de base.

La métrique de base permet ensuite, d'attribuer à chaque solution un nombre compris entre 0 et 100% proportionnel à sa distance au point de repoussement, appelé distance de base.

La simulation est alors faite de la façon suivante. Pour une valeur donnée L du seuil, on distinguera deux cas :

1° - La différence des distances de base des deux solutions est inférieure à L . La probabilité de choix de chaque solution est alors proportionnelle à sa distance de base.

2° - La différence des distances de base est supérieure à L . La solution la plus proche est trop mauvaise et a une probabilité nulle d'être choisie (fig. 3).



Les résultats trouvés sont rassemblés dans le tableau suivant

.../...

V A L E U R D U T E M P S

ECART SIGNIFICATIF COUT 10 %

ECART SIGNIFICATIF TEMPS 5 %

(en F/ par heure)

	0	5	10	15	20
SEUIL DE BASCULEMENT (1)	0	5	10	15	20
CAS 1. BANLIEUE 1	1,30	2,40	3,40	3,80	3,80
CAS 2. BANLIEUE 2	2,40	4,25	5,85	6,80	7,40
CAS 3. PARIS 1	3,80	12,15	22,80	22,80	22,80
CAS 4. PARIS 2	3,80	18,80	28,80	38,80	38,80

(1) il s'agit d'un vecteur dans l'espace temps-coût

2 - RESULTATS

Les données ont été obtenues par une enquête à la maison de l'O.R.T.F. à Paris. On distingue, a priori, les groupes de résidence "Paris" et "Banlieue". Dans chacun de ces groupes, deux échantillons de 100 individus ont été tirés au hasard. Les résultats obtenus pour différentes valeurs du "seuil de basculement" sont réunis dans le tableau ci-contre. Ces résultats sont exprimés en francs pour une heure.

On constate que :

2 1° - La valeur du temps est supérieure pour les parisiens, ce qui peut s'expliquer par une différence de revenus.

2 2° - La valeur du temps croit avec le "seuil de basculement" ce qui traduit le fait que les autres facteurs (confort, prestige, etc.) ont un équivalent monétaire.

2 3° - Il existe une valeur limite du seuil à partir de laquelle la valeur du temps reste constante. Cette valeur permettrait de mesurer l'importance des facteurs autres que coût et temps, pour le groupe considéré. L'absence d'informations relatives à ces facteurs, empêche dans ce prémodèle d'interpréter quantitativement cette valeur du seuil.

2 4° - Les écarts de valeur du temps observés entre deux groupes similaires s'expliquent :

2 41 par le très grand écart en coût des deux solutions considérées, qui amplifie une faible hétérogénéité des deux groupes.

2 42 par une hétérogénéité réelle de population vis à vis des facteurs autres que coût et temps, pour les fortes valeurs du "seuil de basculement".

2 5° - Les grandes valeurs obtenues pour des valeurs du "seuil de basculement" élevées (où le prestige et le confort jouent un rôle important) viennent des fortes valeurs des prix d'utilisation de la voiture.

CONCLUSIONS GENERALES

La méthode de Beesley a conduit à des résultats difficiles à exploiter numériquement et l'on a expliqué pourquoi ; par ailleurs, le prémodèle comme prévu, a montré l'intérêt d'une telle analyse, sans cependant conduire à des résultats encore exploitables.

Si les résultats sont assez peu homogènes, il est au moins un point sur lequel les deux études convergent. Il s'agit de l'intérêt d'une classification Banlieue-Paris. Dans les deux cas les valeurs du temps trouvées pour la banlieue sont inférieures à celles de Paris, la différence étant très sensible et d'au moins 40 %. Cela pourrait s'expliquer par les revenus plus faibles des habitants de la banlieue. Une autre hypothèse intéressante serait celle d'une limite supérieure du budget transport les migrants seraient prêts à consacrer une somme déterminée à leurs dépenses de transport qu'ils n'acceptent pas de dépasser.

En banlieue où les trajets sont longs, les budgets seraient presque entièrement dépensés et on chercherait des économies aux dépens du temps et du confort.

A Paris, les trajets plus courts permettraient une prise en considération d'autres éléments que le coût, ainsi s'expliqueraient certaines valeurs très fortes obtenues pour le temps.

Ceci confirme la nécessité absolue d'intégrer dans les modèles d'autres critères que le temps et le coût. Ces critères pourraient se subdiviser en deux classes et être traités par une analyse en arbre.

.../...

1 - Les critères relatifs au mode de transport : le premier étant le confort qui, par exemple, pourrait se subdiviser en confort dû au véhicule et confort dû à la voie routière empruntée (1).

2 - Critères relatifs au transporté : Revenu, type de profession, motif et lieu de déplacement par exemple.

La première variable est très importante, puisque dans certaines théories la valeur du temps est considérée comme définie par un taux de substitution au salaire horaire (2).

La méthode de "synthèse dimensionnelle" ne donnera sa pleine mesure que si on l'emploie dans l'esprit dans lequel elle a été conçue, c'est-à-dire en analysant toutes les motivations du choix des usagers, puis en les intégrant dans le modèle. Il serait alors possible d'obtenir des valeurs du temps homogènes (3), l'influence des autres facteurs ayant été prise en compte séparément.

(1) a) Pour un même véhicule un trajet sur voie bombée et étroite n'est absolument pas comparable à un trajet sur autoroute.

b) Deux autobus ou cars peuvent être très dissemblables : Pourcentage de places assises, surface de vitre, douceur ou brutalité des accélérations et décélérations.

(2) Il aurait d'ailleurs été intéressant de connaître le salaire horaire moyen des groupes analysés dans l'enquête O.R.T.F. de manière à le comparer aux valeurs trouvées du temps.

(3) par type de revenu.