



Évaluer la politique des transports

Alain Bonnafous, Eddy Bloy, Bernard Gerardin, Jean-Michel Cusset

► To cite this version:

Alain Bonnafous, Eddy Bloy, Bernard Gerardin, Jean-Michel Cusset. Évaluer la politique des transports. Presses universitaires de Lyon (PUL); Economica, 2, pp.101, 1977, Economie publique de l'aménagement et des transports, Alain Bonnafous; Pierre-Henri Derycke. halshs-01328917

HAL Id: halshs-01328917

<https://shs.hal.science/halshs-01328917>

Submitted on 9 Jun 2016

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

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



**économie
publique
de l'aménagement
et des transports**

2

collection dirigée par alain bonnafous et pierre henri derycke

évaluer la politique des transports

**eddy bloy, alain bonnafous,
michel cusset, bernard gérardin**

économica / presses universitaires de lyon

Collection : Economie publique de l'aménagement et des transports
dirigée par Alain Bonnafous et Pierre-Henri Derycke

ÉVALUER LA POLITIQUE DES TRANSPORTS

Eddy BLOY

Maître-Assistant à l'Université Lyon II

Alain BONNAFOUS

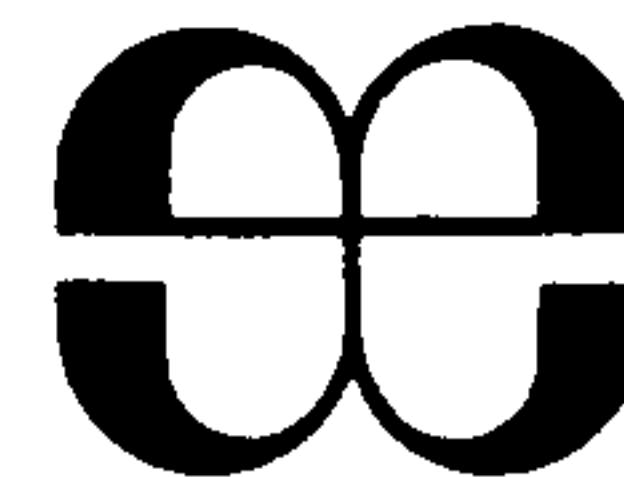
Professeur à l'Université Lyon II

Michel CUSSET

Chargé de Recherches au C. N. R. S.

Bernard GÉRARDIN

Chargé de Recherches à l'I. E. E.
de Lyon



ÉCONOMICA

49, rue Héricart, 75015 Paris



**PRESSES UNIVERSITAIRES
DE LYON**

86, rue Pasteur 69007 Lyon

1977

Dans la même collection

François PLASSARD : Les autoroutes et le développement régional,
1977.

AVANT-PROPOS

Le problème de l'évaluation des politiques de transport est inscrit au programme de l'Equipe de Recherche Associée au CNRS n° 349 de l'Institut des Etudes Economiques de Lyon (1). Ce petit ouvrage collectif est donc le fruit d'un effort collectif de recherche. C'est dire que les auteurs sont pleinement solidaires de son contenu. Cependant la rédaction a fait l'objet d'une certaine division du travail : Alain BONNAFOUS a écrit l'introduction et le Chapitre I, Eddy BLOY les Chapitres II et IV, Bernard GERARDIN le Chapitre III, Jean-Michel CUSSET le Chapitre V.

Les auteurs

Lyon, novembre 1976

© Editions ECONOMICA et PRESSES UNIVERSITAIRES DE LYON, 1976

Tous droits de reproduction, de traduction, d'adaptation et d'exécution
réservés pour tous pays.

(1) Une partie de ce programme a été financée par le Service des Affaires Economiques Internationales.

SOMMAIRE

	Pages
<u>INTRODUCTION</u>	1
1 - La problématique retenue	2
2 - Le contenu de l'ouvrage	3
<u>CHAPITRE I - EVALUATION DES CHOIX COLLECTIFS ET PROBLEMATIQUE REDISTRIBUTIVE</u>	7
1 - Optimum, comparaison des états économiques et évaluation	8
2 - Du problème de K.J. ARROW au "Petit Père du Peuple"	10
3 - La variation d'utilité collective et l'analyse coût-avantage	16
<u>CHAPITRE II - EVALUATION DES PROJETS ET ANALYSE COUT-AVANTAGES</u>	21
1 - Evaluation des effets d'un investissement dans le secteur des transports	22
2 - Présentation de la circulaire du 20 janvier 1970	27
3 - Interprétation des formulations proposées par la circulaire de 1970	33
<u>CHAPITRE III - EVALUATION DES EFFETS REDISTRIBUTIFS DES STRATEGIES : POINT DE VUE DES USAGERS</u>	43
1 - Surplus des usagers et évaluation d'une stratégie	44
2 - Critères d'accessibilité et évaluation d'une stratégie	47
3 - Complémentarité des deux critères	57
<u>CHAPITRE IV - EVALUATION DES EFFETS REDISTRIBUTIFS D'UNE STRATEGIE : POINT DE VUE DES ENTREPRISES DE TRANSPORT</u>	63
1 - De la variation d'utilité collective au surplus de productivité globale	64
2 - Les comptes de surplus	68
3 - Compte de surplus et technique d'évaluation	70
4 - Le problème de la mise en oeuvre	79
<u>CHAPITRE V - EVALUATION DE STRATEGIES ET INDICATEURS D'ENVIRONNEMENT</u>	81
1 - Les répercussions d'une stratégie sur l'environnement : problèmes méthodologiques	82
2 - Indicateurs d'environnement et stratégies de transport : quelques propositions	86
<u>CONCLUSION</u>	103

INTRODUCTION

Le titre, et par conséquent l'objet de cet ouvrage doivent être entendus dans leur sens traditionnel. Il s'agit de traiter des problèmes méthodologiques qui se posent pour apprécier des actions alternatives de politique des transports. Nous n'aurons pas cependant l'ambition, dans ce livre bref, de délivrer l'arme absolue qui, pour tout problème de transport et en regard d'un objectif connu permettrait de déterminer la solution optimale. Il y a en effet un certain nombre de questions dont nous ne traiterons pas dans cet ouvrage car elles ne nous semblent pas essentielles par rapport à la problématique qui a guidé notre entreprise.

C'est ainsi que nous ne nous préoccupons pas du transport de marchandises. Nous laisserons au lecteur le soin d'apprécier si les réflexions relatives au transport de personnes sont de quelque utilité pour le transport des marchandises ou si l'imbrication des deux marchés oblitère gravement les propositions méthodologiques que nous établirons pour un seul d'entre eux. Observons simplement que dans les économies occidentales le transport de marchandise tend à être considéré comme relevant du seul secteur marchand et qu'à ce titre l'évaluation de la politique est laissée à la logique du marché.

Nous ne nous préoccupons pas non plus du problème de la détermination de la demande. Nous nous placerons naïvement dans un "avenir certain" ce qui revient à supposer que pour toute action envisagée l'évolution de la demande de transport qui doit en résulter est parfaitement connue. La témérité de cette hypothèse, formulée dès le début de la recherche collective dont cet ouvrage est un jalon, ne nous a jamais beaucoup inquiétés. Nous savons bien qu'elle n'est pas très pertinente en l'état actuel des méthodes de prévision de la demande. Mais d'une part nous avons considéré que les problèmes de prévision et d'évaluation étaient séparables. D'autre part nous avons la conviction que si ce n'est point le cas les propositions méthodologiques qui seront faites plus loin demeurent un outil d'évaluation de politiques ou situations passées pour lesquelles la demande est mesurable. A ce titre elles constituent tout à la fois un instrument d'analyse critique et un cadre conceptuel. Cela peut toujours servir.

En dépit de ces restrictions, nous placerons le problème de l'évaluation de la politique des transports de personnes dans un cadre relativement ambitieux. En effet, d'une part nous raisonnerons sur des transports tout aussi bien urbains qu'inter-régionaux, d'autre part nous ne poserons pas seulement le problème de l'évaluation d'une action ou d'un projet mais celui beaucoup plus large de l'évaluation d'une stratégie de transport. C'est en précisant ce dernier point que nous présenterons la problématique de cet ouvrage.

1 - La problématique retenue.

Une méthode d'évaluation de stratégie doit permettre de choisir parmi des stratégies alternatives, la plus efficace au regard d'objectifs ou de critères d'appréciation préétablis. Une stratégie est entendue comme un ensemble coordonné de mesures d'investissement, de tarification, de réglementation et d'organisation d'un système de transport. Il en résulte que son évaluation ne relève pas de la même problématique que l'évaluation de projets entre lesquels il faut déterminer le plus rentable au sens d'une analyse coût-avantage.

Cette distinction est essentielle et il convient de la préciser afin de situer convenablement les propositions qui vont suivre. La circulaire du Ministère de l'Équipement et du Logement du 20 janvier 1970 qui a pour objet le calcul de rentabilité des investissements routiers commence ainsi :

"Les calculs de rentabilité visent trois objectifs :

- *comparer entre eux les divers aménagements dont chaque liaison routière particulière peut faire l'objet ;*
- *fournir les éléments de comparaison entre diverses opérations routières indépendantes dans l'espace, en vue de fixer pour elles des ordres d'urgence relatifs ;*
- *fournir des éléments de comparaison entre les opérations routières et les investissements d'autre nature et permettre ainsi de fixer le montant relatif des enveloppes à affecter à chaque nature d'investissement (et en particulier aux investissements routiers).*

Ces différents objectifs nécessitent l'évaluation pour chaque projet des coûts qu'il entraîne et des avantages qu'il procure."

Le lecteur a certainement apprécié le dégradé dans la précision avec laquelle sont définis les trois objectifs : il s'agit de "comparer", puis de "fournir les éléments de comparaison", enfin de "fournir des éléments de comparaison". Ces précautions témoignent de la rigueur de l'auteur car elles résultent des fondements scientifiques de l'analyse coût-avantage et plus précisément de l'adéquation des hypothèses à la réalité.

Rappelons en effet que le solde du bilan établi dans le cadre de l'analyse coût-avantage est une mesure de la variation d'utilité collective consécutive à la mise en oeuvre du projet, sous réserve d'un certain nombre d'hypothèses (1) dont la plus importante est certainement celle de la répartition optimale des revenus. Nous reviendrons sur cette hypothèse dont nous retiendrons simplement pour l'instant le corollaire

(1) Ces hypothèses et plus généralement le passage de la théorie de la comparaison des états économiques à l'analyse coût-avantage usuelle en économie des transports seront exposés en détail.

selon lequel il est indifférent au pouvoir politique que les avantages d'un projet bénéficient à tel ou tel individu ou encore à telle ou telle catégorie sociale.

Cela est parfaitement acceptable si l'on se réfère au premier objectif de la circulaire, c'est-à-dire lorsqu'il s'agit de "comparer entre eux les divers aménagements dont chaque liaison routière particulière peut faire l'objet". Ces aménagements alternatifs ont en effet à peu près les mêmes bénéficiaires que ceux-ci soient caractérisés par leur appartenance sociale ou par leur appartenance géographique. Cette indifférence vis-à-vis des bénéficiaires est moins légitime lorsqu'il s'agit d'opérations routières "indépendantes dans l'espace", qui sont susceptibles de concerner des usagers de même catégorie sociale mais localisés très différemment, c'est-à-dire pour lesquels il n'est pas indifférent que les avantages soient imputés ici ou là. Le calcul fournit alors "les éléments de comparaisons entre diverses opérations" qui sont à rapporter à la satisfaction des besoins de déplacement selon la portion d'espace concernée. C'est ainsi que le "plan routier breton" a pris en compte ce genre de considération. Enfin, dès l'instant que les opérations routières sont comparées à des "investissements d'autre nature", les bénéficiaires n'ont plus guère de points communs même s'il s'agit d'investissements destinés à améliorer les conditions de transport. En ce cas, la question de savoir à qui l'opération profite est aussi importante que celle de savoir si elle est profitable. Le calcul de rentabilité n'apporte plus que "des éléments de comparaison".

Dans la perspective de stratégies alternatives de transport, on se trouve précisément dans cette troisième éventualité : les avantages procurés, comme les inconvénients entraînés par chaque stratégie ne peuvent être considérés indépendamment de ceux qui bénéficient des premiers et de ceux qui supportent les seconds. Nous avançons que c'est très précisément en ce sens que la problématique de l'appréciation d'une stratégie se distingue de celle de l'appréciation d'une opération ou d'un projet. *La question n'est plus seulement de savoir si l'entreprise est profitable mais aussi et surtout à qui elle profite et éventuellement à qui elle nuit.* C'est en réponse à ces interrogations que nous avons tenté d'ordonner l'ouvrage.

2 - Le contenu de l'ouvrage.

La question centrale qui vient d'être évoquée demande à être précisée et en particulier située par rapport à l'architecture théorique relative aux choix collectifs. Un premier chapitre relativement bref est consacré à cela. Il s'intitule *"Évaluation des choix collectifs et problématique redistributive"*. Nous aurons l'occasion de rappeler dans ce chapitre le cheminement théorique qui a conduit aux pratiques officielles et mondialement répandues en matière d'évaluation de politique des transports. Ces pratiques ne sauraient être mieux illustrées que par une présentation approfondie de la circulaire ministérielle citée plus haut et de ses fondements théoriques. Cette analyse fera l'objet du deuxième chapitre intitulé *"Évaluation des projets et analyse coût-avantage"*.

Ces deux premiers chapitres relatifs au discours et aux pratiques en vigueur nous permettront d'observer que ce discours et ces pratiques n'apportent pas de réponse à la problématique retenue. C'est donc ce que nous nous efforcerons de faire dans les trois chapitres suivants. Il va de soi que les premiers concernés par cette problématique sont les usagers du système de transport relatif aux stratégies alternatives. Le troisième chapitre s'intitule donc *"Evaluation des effets redistributifs des stratégies : point de vue des usagers"*. Mais les usagers ne sont pas seuls concernés par ces effets redistributifs : ils impliquent d'autres agents, comme les salariés et les entrepreneurs du secteur des transports ou encore l'Etat ou même les contribuables. C'est à travers les comptes de surplus des entreprises de transport que nous proposons de saisir les effets de cette nature c'est pourquoi le quatrième chapitre s'intitule *"Evaluation des effets redistributifs des stratégies : point de vue des entreprises de transport"*.

Enfin en prenant la notion de redistribution dans son sens le plus large c'est-à-dire en répondant d'une manière aussi exhaustive que possible à la question de savoir à qui profite ou à qui nuit (et dans quelle mesure) une stratégie de transport, il convient de ne pas oublier tous ceux qui, étrangers au secteur des transports par son usage ou par sa production, subissent néanmoins des effets de son fonctionnement ou de ses transformations. La destruction ou même la destruction d'entreprises agricoles, les inconvénients subis par des riverains d'infrastructures de transport sont des exemples connus de cet aspect des choses. Certes nous ne disposons pas en ces matières d'un calcul économique éprouvé, dont les possibilités et les limites seraient bien connues. Cela ne nous a pas paru une raison suffisante pour occulter cette question fondamentale et c'est sans trop nous inquiéter de l'hétérogénéité des catégories utilisées entre les différents chapitres que, dans le cinquième, nous proposons quelques pistes. Ce dernier chapitre est intitulé *"Evaluation des stratégies et indicateurs d'environnement"*.

Les grandes lignes des éléments de réponse que nous proposons sont ainsi connues. Le lecteur aura observé qu'un certain nombre d'options ont d'ores et déjà été prises. Outre le choix d'une problématique générale de la redistribution, deux autres options méritent d'être soulignées : en premier lieu l'option multi-critère qui est une conséquence de la multiplicité des points de vue mais aussi, nous le verrons, de la multiplicité des critères pour chaque point de vue. En second lieu, l'option du choix lui-même des points de vue retenus ou du choix équivalent des points de vue écartés : les éléments d'évaluation sont déjà désignés et cette sélection n'est évidemment pas neutre. Une part du choix politique est déjà confisquée, c'est l'évidence ; pour autant, cependant, que les propositions qui suivront soient suivies d'effet. Cette dernière réserve atténue considérablement la crainte que nous pourrions avoir de participer à une démarche technocratique, c'est-à-dire d'être complice d'une appropriation d'une parcelle d'un pouvoir politique qu'il n'est pas légitime d'aliéner au discours scientifique.

Et puis, il faut bien observer que dans l'hypothèse où ces propositions seraient utilisées, il reste au niveau politique le choix

essentiel de la pondération des critères qui peut aller pour un critère jusqu'à une pondération nulle, c'est-à-dire jusqu'à sa suppression. A l'inverse, rien ne s'oppose à l'adjonction de critères qui ne sont pas évoqués ici, mais qui pourraient être jugés essentiels. Ainsi, si cet ouvrage avait été rédigé deux ans plus tôt, sans doute aurait-il comporté un sixième chapitre sur le bilan énergétique inhérent à chaque stratégie. C'est un avantage de l'option multicritères que de ne pas s'enfermer durablement dans une échelle de valeur qui n'est recevable que pour un temps. Et si ce livre se penche sur tel point de vue et non sur tel autre c'est que ses auteurs font un pari et forment un souhait sur ce qui sera reconnu comme essentiel dans les prochaines années et qu'il s'agit donc d'apprécier avec rigueur.

CHAPITRE I

ÉVALUATION DES CHOIX COLLECTIFS ET

PROBLÉMATIQUE REDISTRIBUTIVE

Il n'est pas courtois d'imposer au lecteur une sorte de chapitre préliminaire, un exposé de généralités, là-même où il pensait être amené dans le vif du sujet en raison du peu d'épaisseur de l'ouvrage. C'est bien pourtant de généralités qu'il s'agit dans ce chapitre puisqu'il est destiné à rappeler les éléments de la problématique des choix collectifs que nous jugeons importants tant pour la suite de notre propos que sur la base de nos jugements de valeur. Le lecteur peut donc passer directement au paragraphe qui clôt ce chapitre et explique le plan de l'ouvrage, s'il ne juge pas nécessaire que le problème soit posé dans sa généralité ou s'il est déjà familiarisé avec les notions d'optimum, de choix collectif, d'utilité collective, de répartition optimale, d'effets redistributifs, ... etc.

S'il ne fait pas l'impasse de ce chapitre, il verra avec nous comment l'analyse économique amène inévitablement au calcul économique tel qu'il est pratiqué jusqu'ici. Cette réflexion nous permettra d'esquisser les limites de cette pratique et de désigner celles de ces limites que nous tenterons un peu plus loin de repousser.

I - OPTIMUM, COMPARAISON DES ÉTATS ÉCONOMIQUES ET ÉVALUATION

La distinction entre la théorie de l'optimum (1) et la théorie de la comparaison des états économiques (2) est posée par J. LESOURNE au tout début de son ouvrage fondamental, "le calcul économique" (3). Cette distinction, en matière de politique des transports, implique tout simplement qu'il ne s'agit pas d'établir une méthode destinée à déterminer les éléments qui définissent la politique de transport optimale mais de se doter d'instruments de comparaison entre plusieurs politiques de transport possibles. Nous nous en tiendrons dans cet ouvrage à cette deuxième conception dont nous allons voir qu'elle ne nuit guère à la généralité du problème de l'évaluation.

Rappelons pour cela comment on peut illustrer, selon la représentation usuelle de l'analyse économique, la différence entre les problématiques de l'optimum et de la comparaison. Soit un système économique dont les ressources disponibles doivent être réparties entre deux individus seulement. Si l'on rapporte sur deux axes les satisfactions de chacun des individus (4), toutes les situations du quadrant ne sont pas concevables. En raison de la limitation des ressources, le possible est limité par une frontière. Chacune des situations représentées par les points de cette frontière est une situation

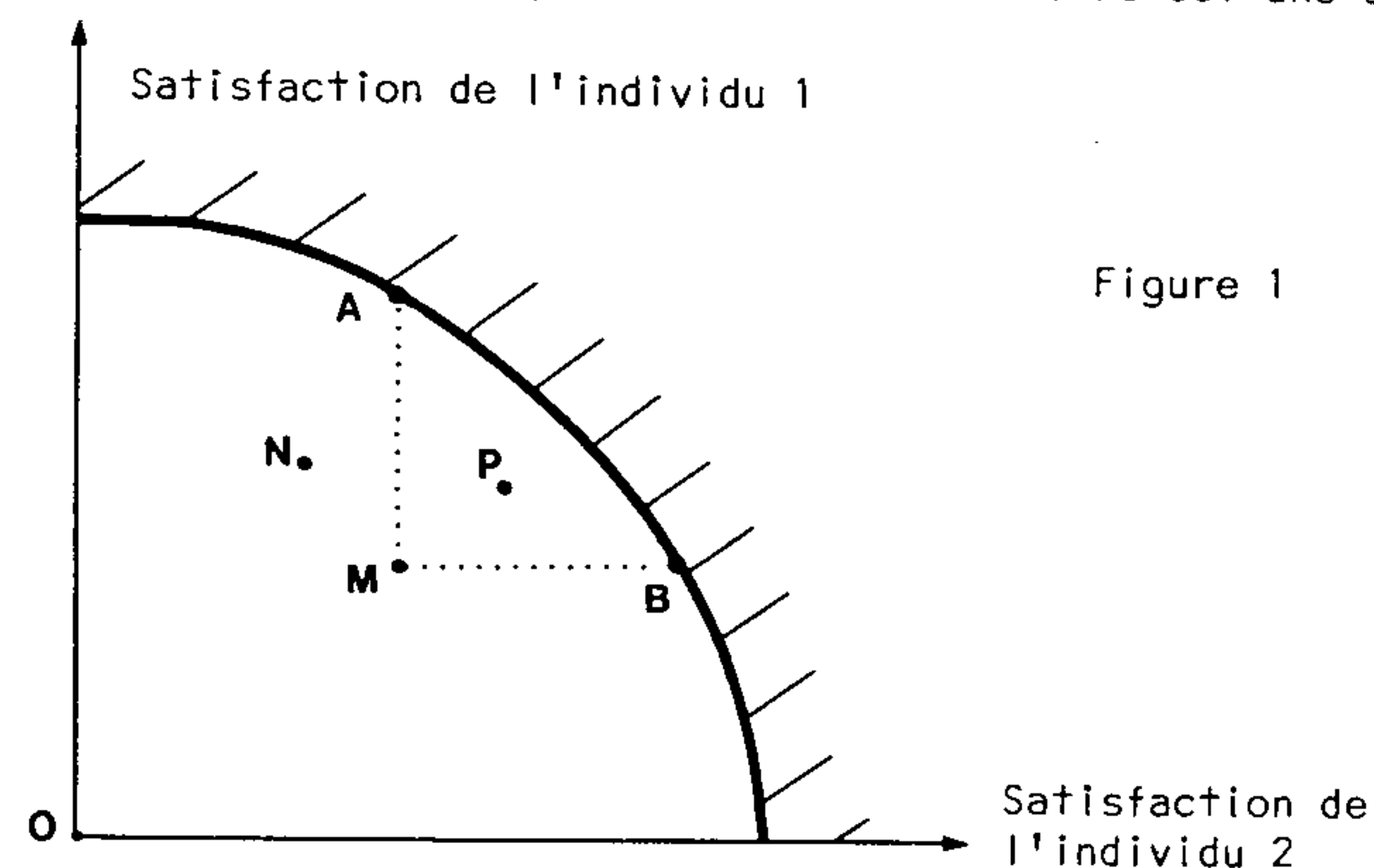


Figure 1

(1) Ou théorie de welfare, ou théorie du rendement social.

(2) Ou analyse coût-avantage, ou analyse coût-efficacité.

(3) Dunod. 2ème éd. Paris 1972.

(4) En supposant que l'on sache le faire. Ne nous laissons pas émouvoir par le fait que l'on ne sait pas. Nous utilisons certes une fiction théorique, comme tout le monde, mais pour l'instant à seule fin de donner une image à des notions qui nous semblent essentielles. Lorsque ce sera nécessaire, nous prendrons les précautions méthodologiques convenables.

optimale au sens de W. PARETO. On ne peut y améliorer la satisfaction d'un individu sans détériorer celle de l'autre (1). La théorie de l'optimum aura pour objet la détermination des conditions sous lesquelles la situation est optimale, sous lesquelles par conséquent on se trouve en un point de la frontière, par exemple en A ou en B.

L'optimum parétien est ainsi un concept très puissant mais qui a ses faiblesses. Il est puissant par la notion dérivée de processus parétien. Un processus parétien est lié à une situation d'infraction à l'optimum : toute situation représentée par un point qui n'est pas sur la frontière peut être améliorée en ce sens que la satisfaction d'au moins un individu peut être augmentée sans que la satisfaction d'aucun ne soit diminuée. On comprend qu'il importe de savoir identifier de telles situations (correspondant par exemple au point M sur notre graphique) et les améliorer selon un processus parétien (de M en A, ou en B, ou plus modestement de M en P).

La faiblesse majeure du concept d'optimum de PARETO tient à ce qu'il n'est d'aucune utilité pour comparer deux situations telles que l'on ne puisse passer de l'une à l'autre par un processus parétien. C'est par exemple le cas des situations optimales représentées par les points A et B du graphique, ou encore entre des situations non optimales représentées par les points M et N. Pour trancher entre ces situations là, d'autres instruments conceptuels seront nécessaires. Ils relèvent de la problématique de la comparaison des états économiques, ou encore de la problématique de l'évaluation. Ce terme sera entendu aussi bien au sens d'une évaluation cardinale que d'une évaluation ordinale. La première consiste à faire correspondre un indicateur global d'évaluation à chacun des états économiques qu'il s'agit de comparer. L'évaluation ordinale consiste à définir sur l'ensemble de ces états une relation d'ordre et de déterminer ainsi le meilleur choix.

Il est clair que le problème majeur de cette évaluation est la définition d'un point de vue collectif prenant en compte les points de vue individuels pour en résoudre les contradictions. L'individu n° 1 évoqué sur le graphique préférera bien entendu la solution N à la solution M ; et inversement pour l'individu n° 2. Choisir entre les deux situations consiste donc bien à trancher entre des points de vue contradictoires. Cette manière de poser le problème du choix collectif est simple, un peu trop simple du reste pour asseoir la suite de notre propos. C'est pourquoi il convient d'évoquer une formalisation plus générale et plus rigoureuse de cette question.

(1) Car nous avons pris soin de tracer une frontière convexe (une nouvelle fois, comme tout le monde).

II - DU PROBLÈME DE K.J. ARROW AU "PETIT PÈRE DU PEUPLE"

Le cheminement théorique que nous allons rappeler à grand trait est jalonné à ses deux extrémités par Antoine Nicolas de CARITAT, marquis de CONDORCET et par Joseph VISSARIONOVITCH DJOUGATCHVILI alias STALINE. L'épilogue n'est point du à l'ironie de l'histoire mais à celle de J. LESOURNE qui a introduit la fiction de "Petit Père du Peuple" (1) pour mieux illustrer la fiction de l'utilité collective à laquelle nous serons conduits à l'issue de ce rappel.

C'est dans l'"Essai sur l'application de l'analyse à la probabilité des décisions rendues à la pluralité des voix" (2) qu'est exposé le célèbre paradoxe de CONDORCET. Il établit qu'un système de choix fondé sur un vote majoritaire n'est point nécessairement rationnel dans la mesure où il peut révéler des préférences non transitives. Supposons en effet qu'au sein d'une assemblée, qui doit pour un vote majoritaire désigner un projet parmi trois qui lui sont proposés (A, B et C), il se trouve un tiers des votants pour préférer dans l'ordre A, C et B, un autre tiers pour préférer dans l'ordre B, A et C et le troisième pour préférer dans l'ordre C, B et A. Une majorité de suffrages choisira B plutôt que A, une autre majorité choisira C plutôt que B et une autre majorité enfin choisira A plutôt que C. Cette situation est sans issue.

On pourrait opposer à ce paradoxe le caractère très singulier de l'exemple qui permet de le révéler et plus précisément le mode de scrutin qui dans cet exemple caractérise le système de transformation des préférences individuelles en un choix collectif. Il revient à Kenneth J. ARROW d'avoir démontré que le paradoxe de CONDORCET n'est qu'un cas particulier d'une proposition plus générale.

1 - LE THEOREME D'IMPOSSIBILITE

La généralisation établie par ARROW s'articule sur le théorème suivant (3) :

Soit un ensemble d'individus tel que pour chacun il existe un

(1) Dans "le calcul économique". op. cit. p. 21 et sq.

(2) Paris 1785.

(3) "Social Choices and Individuals Values". Cowles Foundation. Monograph 12. 2ème éd. 1963 (1ère éd. 1951) ; en français : "Choix Collectif et Préférences Individuelles". Calman-Lévy. 1974.

ordre de préférence (1) sur plus de deux situations entre lesquelles un choix collectif doit être prononcé. Il est impossible de définir une fonction de choix collectif conduisant à un classement social (2) des situations et qui respecte les cinq conditions indiquées ci-dessous.

Il est clair qu'à défaut de condition liée à cette fonction il ne serait guère difficile d'imaginer des solutions à commencer par la solution dictatoriale qui consisterait à identifier le classement collectif à celui d'un des individus. Or il s'agit d'écarter non seulement les systèmes irrecevables de choix collectif mais plus généralement tout système qui serait par certains de ses aspects en infraction avec les bonnes règles de la démocratie. C'est à une formalisation de ces règles que prétendent les cinq conditions proposées par ARROW. Elles sont les suivantes :

1 - Admissibilité universelle des ordres de préférence individuels

(La fonction de choix collectif doit pouvoir être définie pour tout état possible de l'opinion. On reconnaît la marque de l'expression logique "quel que soit..." à défaut de laquelle le système de transformation des préférences individuelles en un choix collectif n'aurait pas de portée générale).

2 - Liaison positive entre préférences individuelles et préférences sociales

(Si une situation s'élève dans l'ordre de préférence d'un ou plusieurs individus, ceteris paribus, cette situation ne peut régresser dans l'échelle des préférences collectives. La logique de cette condition est évidemment liée à celle de processus parétien).

(1) Cette note, ainsi que celles qui par la suite consisteront à rappeler quelques éléments de formalisation mathématique, est utile mais en aucun cas nécessaire à la bonne compréhension de notre propos. L'ordre de préférence dont nous parlons peut s'exprimer en termes plus rigoureux : il s'agit d'un pré-ordre total que l'on peut intituler "n'est pas préféré ou est indifférent à", que l'on peut noter R et qui est défini sur l'ensemble des solutions alternatives $S = \{S_1, S_2, \dots, S_n, \dots\}$.

Rappelons que :

$$R \text{ est un pré-ordre } \Leftrightarrow \begin{cases} S_i R S_i, \forall S_i \in S \text{ (réflexivité)} \\ S_i R S_j \text{ et } S_j R S_k \Rightarrow S_i R S_k \forall S_i, S_j, S_k \in S \\ \text{(transitivité)} \end{cases}$$

R est un pré-ordre total $\Leftrightarrow \forall S_i, S_j \in S, S_i R S_j \text{ ou } S_j R S_i$

(2) Un pré-ordre total, dont la définition est donnée dans la note précédente et qui serait une traduction des préférences collectives.

3 - Indépendance du choix collectif vis-à-vis de situations étrangères au choix

(Les situations soumises au choix ne sauraient être classées différemment par suite de l'introduction de situations non concernées par ce choix. Si cette condition est respectée il n'est pas possible à un individu - ou à un groupe - d'accroître son influence par l'adjonction de situations fictives).

4 - Souveraineté des citoyens

(Si tous les individus préfèrent une situation à une autre, cette préférence doit être respectée par le classement collectif).

5 - Non dictature

(Il n'existe pas d'individu tel que les préférences de la collectivité et les siennes seraient identiques quels que soient les autres systèmes de préférence de tous les autres individus).

Notre propos n'étant pas de paraphraser l'ouvrage de ARROW, nous y renvoyons le lecteur pour la démonstration du théorème. Pour nous il importe moins d'exposer la cohérence du théorème d'impossibilité que de nous interroger un instant sur la pertinence des cinq conditions c'est-à-dire sur leur conformité aux valeurs élémentaires de la démocratie. Car c'est bien de valeur qu'il s'agit : aucune des conditions proposées n'a un caractère de neutralité.

A une exception près, sur laquelle nous reviendrons, nous avançons que ces conditions sont pertinentes en ce sens qu'un système d'agrégation des préférences individuelles qui ne respecterait pas l'une de ces exigences ne saurait être qualifié de démocratique (1). Il suffit au lecteur, pour s'en convaincre, de consacrer quelques réflexions aux conditions 2 et 5 ou encore de se référer aux commentaires de G. TERNY dans son ouvrage "Economie des services collectifs et de la dépense publique" (2). Mais pour la condition 1, c'est une autre affaire : l'admissibilité universelle des préférences individuelles est une condition beaucoup plus forte qu'il n'y paraît.

Il va de soi qu'au plan des principes il ne saurait être question d'interdire aux individus certains systèmes de préférence. Mais est-il pour autant bien nécessaire de considérer que tous les états possibles de l'opinion sont vraisemblables ? De très nombreuses réponses théoriques ont été faites à cette question. L'une des plus convaincantes est celle de D. BLACK (3) qui consiste à démontrer qu'il n'y a plus d'impossibilité si l'on apporte à la condition 1 une

(1) Que le mot soit considéré dans sa signification courante ou selon les variantes habituelles de sens, à l'exclusion toutefois des caricatures.

(2) Ed. Dunod. Coll. Cournot. 1971.

(3) Dans "The theory of a Committee and elections". Cambridge University Press. 1958.

restriction qui ne pose pas de problème grave au plan éthique. Mais cette restriction (1) est d'une très faible portée pratique dès l'instant que les individus et les situations sont nombreux. Plus généralement, le théorème d'impossibilité a bien résisté après plus de deux décennies de débats qui n'ont du reste pas cessé dans ce domaine toujours bien vivant de recherche sur la théorie des choix collectifs.

Ce point sur la question, aussi rapide et incomplet qu'il soit, n'est cependant pas inutile pour expliquer le statut logique du calcul économique et celui en particulier du concept central d'utilité collective.

2 - LA FONCTION D'UTILITE COLLECTIVE

En effet nous pouvons retenir du précédent paragraphe l'impossibilité d'établir une modalité tout à la fois satisfaisante et systématique d'agrégation des préférences individuelles. Lorsqu'un problème n'est point soluble l'une des manières d'avancer tout de même est de le supposer résolu. C'est à cela que revient l'hypothèse de l'existence d'une fonction d'utilité collective ou les hypothèses équivalentes qui conduisent à ce concept. Ces hypothèses expriment très simplement dans la situation particulière qui illustre le paragraphe 1 et qui met en présence deux individus seulement : nous supposons en ce cas qu'il existe une autorité supérieure capable, pour un couple quelconque de

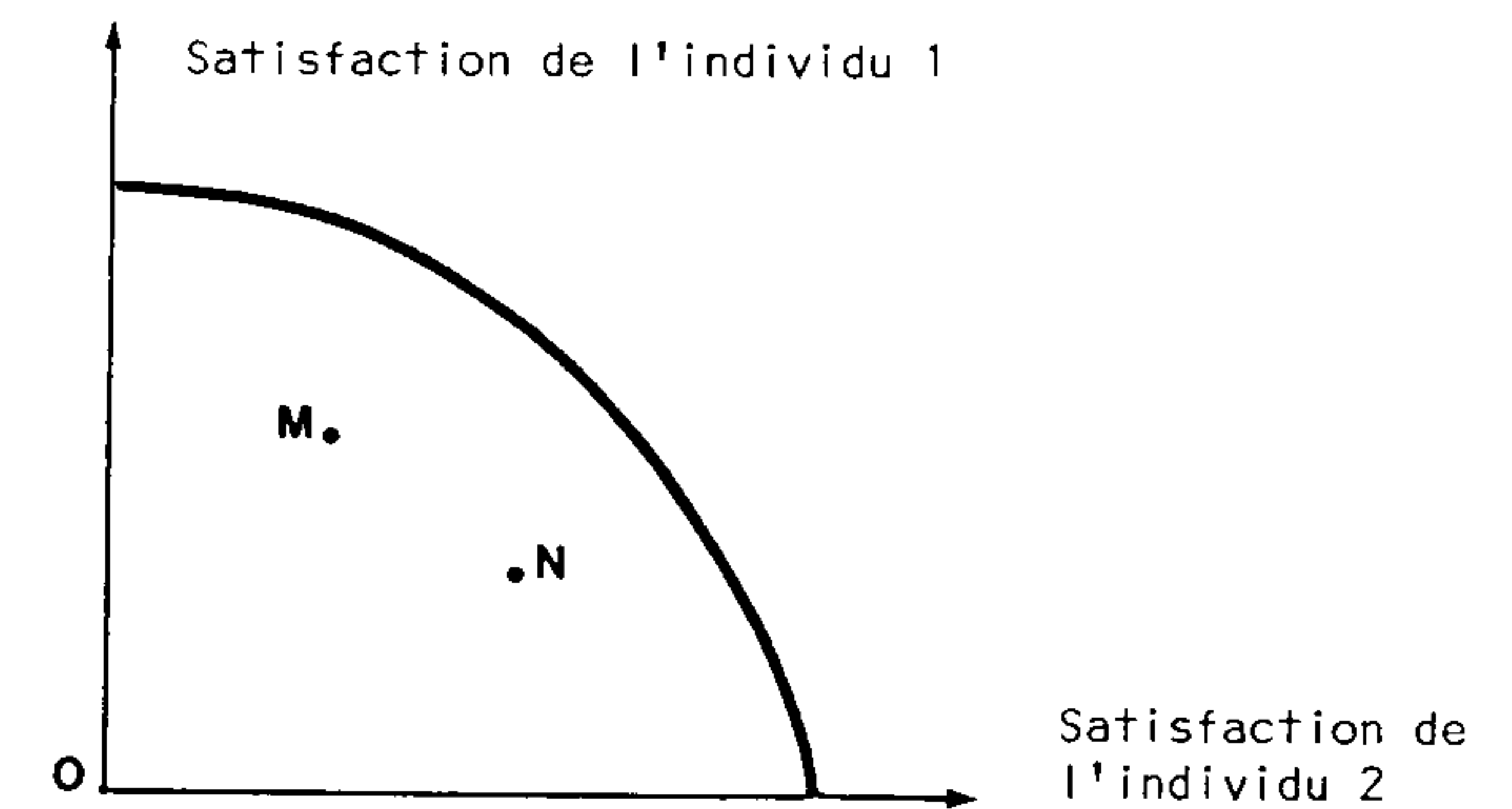


Figure 2

(1) Cette situation peut se résumer ainsi : il existe un ordre des situations tel que les préférences de tous les individus, pour les situations considérées dans cet ordre, soient unimodales.

situations M et N, de préciser un ordre de préférence (1). La seule condition imposée à cette autorité sera une liaison positive entre ses préférences et les préférences individuelles (2).

Cette fiction théorique se généralise sans difficulté pour un nombre quelconque d'individus : il suffit de considérer un espace, non plus de dimension 2 mais de dimension m (3), engendré par un système d'axes $OS_1, S_2, \dots, S_m$ sur lesquels sont portés les indices de satisfaction respectifs des m individus. Toute situation peut être représentée par un point de cet espace dont les coordonnées sont égales aux satisfactions $S_1, S_2, \dots, S_m$ que retirent respectivement de cette situation les individus n° 1, 2, ..., m. La notion d'autorité supérieure évoquée dans le cas simplifié correspond ici aux mêmes prérogatives. Cette autorité, ce "Petit Père du Peuple" est en mesure, pour un couple quelconque de situations M et N, de préciser un ordre de préférence. Il y a une liaison positive entre les préférences du "Petit Père du Peuple" et les préférences individuelles.

L'espace des satisfactions individuelles doté de ces hypothèses sur les préférences est un concept bien établi de l'analyse néo-classique, cet espace est appelé *champ des préférences*. Doté de cette structure (4), le champ des préférences qui est un ensemble de situations peut être partitionné en des sous-ensembles de situations que l'on appellera en termes mathématiques des "classes d'équivalence", en termes économiques des "courbes ou surfaces d'indifférence". Deux situations quelconques appartenant à l'un de ces sous-ensembles vérifient en effet une relation binaire selon laquelle ces deux situations sont indifférentes au "Petit Père du Peuple" (5). Mais entre deux classes d'équivalence (ou deux surfaces d'indifférence) il n'y a évidemment pas d'indifférence. Il existe au contraire nécessairement une relation de

-
- (1) Au sens strict il s'agit d'un pré-ordre, c'est-à-dire d'une relation réflexive et transitive, ainsi que nous l'avons explicité dans une note précédente. C'est un pré-ordre total dans la mesure où l'autorité supérieure pourra, quelles que soient les situations considérées M et N, déterminer si M n'est pas préféré ou est indifférent à N ou bien si N n'est pas préféré ou est indifférent à M.
- (2) Cette hypothèse est à rapprocher de la condition 2 de ARROW explicitée au précédent paragraphe.
- (3) Un espace R^m par exemple.
- (4) Au sens d'une structure algébrique comme on l'aura compris à la lecture des précédentes notes.
- (5) Cette relation est une relation d'équivalence (réflexive, symétrique, transitive) définie par :
 $(M \text{ est indifférent à } N) \iff (M \text{ n'est pas préféré ou est indifférent à } N \text{ et } N \text{ n'est pas préféré ou est indifférent à } M).$

préférence qui est une relation d'ordre au sens strict (1). Il en résulte qu'entre deux surfaces d'indifférence quelconques le "Petit Père du Peuple" est toujours capable d'effectuer un choix. Il en résulte encore qu'il existe pour lui un classement complet des surfaces d'indifférence.

A ce classement complet on peut faire correspondre une sorte d'indice de satisfaction qui aura la propriété d'être nécessairement plus élevé pour une surface d'indifférence que pour une autre si la première est préférée à la seconde. En d'autres termes une fonction, dite *fonction d'utilité collective*, est définie dans le champ des préférences de sorte qu'elle respecte cette propriété et qu'elle prenne une unique valeur pour tous les points appartenant à une même surface d'indifférence. Cette fonction sera notée :

$$U(S_1, S_2, \dots, S_m)$$

Faire l'hypothèse qu'est définie cette fonction d'utilité collective, cette fonction des satisfactions individuelles, c'est bien supposer que le problème de l'agrégation des préférences individuelles est résolu. Nous allons cependant vérifier que ce concept d'utilité collective permet d'explicitier très efficacement cette hypothèse, c'est-à-dire d'analyser la modalité d'agrégation au point de se placer en mesure de l'amender.

-
- (1) C'est une propriété mathématique bien connue, selon laquelle sur un ensemble totalement pré-ordonné on peut définir :
- 1 - une relation d'équivalence comme indiqué dans la note précédente
 - 2 - les classes d'équivalence de cette relation d'équivalence
 - 3 - une relation d'ordre au sens large induite par le pré-ordre sur les classes d'équivalence
 - 4 - une relation d'ordre au sens strict obtenue en ajoutant à la relation précédente la condition de non-égalité des classes. C'est une relation d'ordre total.

III - LA VARIATION D'UTILITÉ COLLECTIVE ET L'ANALYSE COÛT-AVANTAGE

Les satisfactions individuelles ont été considérées jusqu'ici comme des variables déterminées pour chaque situation considérée. Cette détermination s'inscrit en réalité dans un modèle général. Il est nécessaire de l'exposer pour les besoins des développements ultérieurs.

1 - LE MODELE GENERAL DU CALCUL ECONOMIQUE

Nous retiendrons les notations très largement répandues dans les espaces relatifs au modèle d'équilibre général qui ont également été utilisées par J. LESOURNE dans "Le calcul économique" (1). Seuls seront exposés pour l'instant les éléments du modèle nécessaires au propos de ce chapitre.

Solent donc :

q_i^k la quantité du bien ou service i consommée (alors $q_i^k \geq 0$) ou fournie sous forme de service de travail (alors $q_i^k \leq 0$) par l'individu k .

$i = 1, 2, \dots, n$

$k = 1, 2, \dots, m$

Dans l'espace R^n des quantités q_i^k consommées ou fournies par l'individu k , on fait l'hypothèse que tous les points, donc toutes les situations, peuvent être comparés deux à deux par l'individu k . Cette comparaison s'effectue selon un pré-ordre total qui confère à l'espace R^n une structure de champ des préférences dont nous avons évoqué les propriétés au précédent paragraphe (2). Dans ce champ, on peut donc définir une fonction de satisfaction S_k relative à l'individu k et qui s'exprime en fonction des quantités q_i^k :

$$S_k(q_1^k, q_2^k, \dots, q_n^k)$$

Les quantités q_i^k ne sont pas quelconques mais impliquées par le comportement, supposé rationnel, de l'individu k qui maximise sa

(1) Op. cit.

(2) Le rôle du "Petit Père du Peuple" est joué ici par l'individu k , les variables ne sont plus les satisfactions des individus mais les quantités consommées ou fournies par l'individu k .

satisfaction sous une contrainte de revenu. Celle-ci s'exprime par l'équation

$$(I) \sum_i p_i q_i^k = r_k \text{ dans laquelle}$$

p_i est le prix du bien i , supposé constant dans ce modèle simplifié,

r_k est le revenu de l'individu k .

Sous cette contrainte de revenu, le maximum de satisfaction est obtenu lorsque sont nulles les dérivées partielles de la quantité de LAGRANGE (1) :

$$V = S_k - \frac{1}{\lambda_k} (\sum_i p_i q_i^k - r_k)$$

S_{ki} étant la dérivée partielle $\frac{\partial S_k}{\partial q_i^k}$, les conditions de l'optimum s'écrivent alors

$$(II) S_{ki} = \frac{p_i}{\lambda_k} \text{ pour } i = 1, 2, \dots, n$$

L'interprétation du multiplicateur de LAGRANGE $\frac{1}{\lambda_k}$ qui nous sera utile un peu plus loin, peut être donnée en observant que :

$$d S_k = \sum_{i=1}^n S_{ki} d q_i^k$$

Soit en remplaçant S_{ki} par sa valeur à l'optimum :

$$(III) d S_k = \frac{1}{\lambda_k} \sum_i p_i d q_i^k = \frac{1}{\lambda_k} d r_k$$

La quantité $\frac{1}{\lambda_k}$ est donc égale à la satisfaction marginale du revenu de l'individu k .

Retenons de ces développements que pour un système de prix donné les quantités de biens ou services fournis ou consommées par chaque individu sont définies par l'équation (I) et le système (II), ce qui détermine également le niveau des satisfactions individuelles et par conséquent celui de l'utilité collective

$$U(S_1, S_2, \dots, S_m).$$

(1) Sous les hypothèses usuelles de continuité et dérivabilité des fonctions S_k et en supposant remplies les conditions de second ordre.

2 - LE CALCUL ECONOMIQUE D'UNE TRANSFORMATION MARGINALE

On oppose généralement la transformation marginale d'une situation, consécutive à des variations élémentaires des quantités globalement disponibles, à la transformation structurelle consécutive à des variations finies de ces mêmes quantités. Nous ne nous étendrons pas sur les imperfections de vocabulaire et nous nous contenterons pour l'instant de rappeler un résultat essentiel relatif à une transformation marginale. La variation élémentaire d'utilité collective s'écrit :

$$dU = \sum_{k,i} U_k \cdot S_{ki} \cdot dq_i^k,$$

en notant U_k les quantités $\frac{\partial U}{\partial S_k}$. En utilisant les équations (1) on

obtient :

$$dU = \sum_{k,i} \frac{U_k}{\lambda_k} p_i dq_i^k$$

En raison de la signification de $\frac{1}{\lambda_k}$, le rapport $\frac{U_k}{\lambda_k}$ s'interprète aisément comme l'utilité collective marginale du revenu de l'individu k . Ce rapport n'est pas mesurable à moins de se placer sous l'hypothèse d'une répartition optimale des revenus, c'est-à-dire dans une situation telle qu'au point de vue de la collectivité il est indifférent qu'une variation élémentaire de revenu concerne l'un ou l'autre des individus. En ce cas la valeur du rapport $\frac{U_k}{\lambda_k}$ est identique pour tous

les individus et l'on peut toujours supposer que la fonction U a été transformée de telle sorte qu'il soit égal à 1. Le bilan de la transformation marginale s'écrit alors très simplement :

$$dU = \sum_{k,i} p_i dq_i^k$$

et en notant $q_i = \sum_k q_i^k$ on obtient

$$dU = \sum_i p_i dq_i$$

Cette quantité, généralement dénommée surplus global, a le mérite de se prêter sans difficulté majeure à un calcul économique appliqué. Ainsi que nous le verrons d'une manière détaillée au chapitre II dans le cas du calcul de rentabilité des investissements routiers, il n'est en effet pas trop difficile d'explicitier cette dernière équation dans chaque grande catégorie de situations. La variation d'utilité collective s'exprimera alors en fonction des prix et quantités

concernés par une série de projets alternatifs. Celui qui sera réputé le plus profitable pour la collectivité sera celui qui provoquera la variation d'utilité collective la plus élevée.

4 - ANALYSE COUT-AVANTAGE ET PROBLEMATIQUE REDISTRIBUTIVE

Le mode de calcul du surplus global comporte dans chaque cas d'espèce deux décompositions : celle des coûts ou plus généralement des désavantages et celle des avantages. L'analyse coût-avantages est constituée des calculs qui résultent de ces décompositions. Cette évaluation de chaque projet trouve sa justification dans le cadre théorique examiné au précédent paragraphe : le surplus global est une mesure de la variation d'utilité collective consécutive au projet considéré.

Cependant cette justification repose sur un certain nombre d'hypothèses dont celle très étonnante de répartition optimale des revenus. Or la problématique de cet ouvrage est inspirée par la constatation selon laquelle cette hypothèse n'est pas pertinente : il convient alors de s'interroger sur la question de savoir si les modifications attendues aggravent ou atténuent les iniquités de la répartition et non seulement sur celle de savoir quelle est la transformation la plus profitable globalement.

Nous pourrions observer au chapitre II que la problématique du plus profitable de la rentabilité, a donné lieu à une méthodologie solide mais qu'il est raisonnable de limiter au cas de l'évaluation de projets. Comme nous l'avons indiqué dans l'introduction, cette problématique ne nous semble pas recevable dans le cas plus large (et plus approprié au titre de cet ouvrage) de l'évolution d'une stratégie. Les trois derniers chapitres tenteront de répondre aux nouveaux termes du problème.

CHAPITRE II

ÉVALUATION DES PROJETS ET ANALYSE COÛT-AVANTAGES

Nous nous proposons dans ce chapitre d'appliquer aux choix des investissements routiers la théorie des choix collectifs, qui a été développée dans le chapitre précédent. Cette application présente un intérêt tout particulier, puisque les principes du calcul économique des investissements publics ont été reconnus officiellement dans une circulaire du Ministère de l'Équipement du 20 janvier 1970, circulaire établissant les modalités de détermination des avantages d'un investissement routier.

Cette circulaire est l'aboutissement d'un certain nombre de travaux théoriques, fondant le calcul des avantages d'un investissement public sur la variation d'utilité collective liée à l'opération d'investissement. Il faut notamment à ce propos citer les travaux de Jacques LESOURNE, qui a développé systématiquement cette approche pour les différents domaines où s'opèrent les choix collectifs, et en particulier pour le domaine de l'économie des transports (1).

Aussi développerons-nous dans un premier temps les principes généraux des modèles traditionnels de choix des investissements routiers, en nous appuyant principalement sur les travaux de J. LESOURNE. Dans un deuxième temps, nous analyserons comment ces recherches théoriques se sont manifestées dans la circulaire du 20 janvier 1970.

(1) J. LESOURNE. "Le calcul économique". p. 241-246. Dunod. 1972.

I - ÉVALUATION DES EFFETS D'UN INVESTISSEMENT DANS LE SECTEUR DES TRANSPORTS

Nous examinerons la problématique de cette évaluation successivement dans le cas des transformations marginales puis dans le cas des transformations structurelles.

1 - ÉVALUATION D'UNE TRANSFORMATION MARGINALE

Nous considérons que la structure de l'économie est caractérisée par les paramètres suivants :

- il y a m consommateurs dans l'économie qui consomment n biens ou services et un service de transport ;
- l'économie comprend p entreprises (indices $h = 1 \dots p$) consommatrices ou productrices de différents biens ou services. Cependant, nous supposons qu'elles n'utilisent pas de services de transport. Il y a de plus une entreprise de rang $p + 1$ qui représente l'entreprise de transport ;
- nous considérons qu'il y a plein emploi des ressources et que l'économie est fermée ;
- enfin, en plus des notations habituelles, nous utiliserons les symboles suivants :

T_k représente la quantité de transport consommée par l'individu k .

p désigne le prix du service de transport payé par les consommateurs.

T_{ik} est le temps passé par un individu à consommer une unité de bien i . Ce temps est supposé constant au cours de la transformation.

t représente le temps consacré par l'individu à consommer une unité de service de transport.

f_k représente la valeur du temps pour l'individu k .

Toutes les hypothèses qui ont été avancées dans le chapitre préliminaire pour obtenir une expression de la variation d'utilité collective fonction des seuls prix et quantités s'appliquent. Notamment, la répartition optima des revenus est supposée assurée.

On suppose que l'individu cherche à maximiser une fonction de satisfaction de la forme :

$$S_k = S_k(q_{ik}, T_k)$$

sous contrainte de son revenu et du temps total dont il dispose θ_k :

$$\sum_i p_i q_{ik} + p T_k \leq r_k$$

$$\sum_i t_i q_{ik} + t T_k \leq \theta_k$$

Les conditions d'un maximum expriment que la satisfaction marginale des individus doit être proportionnelle aux dépenses marginales (c'est-à-dire au prix des biens auquel il faut ajouter la valeur du temps).

Soit en posant $S_{ki} = \partial S_k / \partial q_{ik}$

$$\frac{S_{1k}}{p_1 + f_k t_{1k}} = \dots = \frac{S_{ik}}{p_i + f_k t_{ik}} = \dots = \frac{S_{Tk}}{p + f_k t} = \frac{1}{\lambda_k}$$

La répartition des revenus étant supposée optima dans l'état initial, on peut écrire :

$$dU = \sum_{ik} (p_i + f_k t_i) dq_{ik} + \sum_k (p + f_k t) dT_k \quad (I)$$

Le temps total à la disposition des individus étant constant au cours de la transformation, on peut écrire :

$$\sum_i (t_i dq_{ik} + t dT_k + T_k dt) = 0 \quad (II)$$

En retranchant l'expression II de l'expression I et en supposant que le prix du temps est sensiblement le même pour tous les individus, on peut écrire :

$$dU = \sum_i p_i dq_i + p dT - f t dt$$

où T désigne la quantité totale de transport utilisé. Si l'on fait l'hypothèse de plein emploi des ressources, il est légitime d'écrire :

$$\sum_i p_i dq_i = \sum_{ih} p_i dq_{ih} + \sum_i p_i dq_{i,p+1}$$

Si les bénéfices des entreprises autres que l'entreprise de transport sont optima, ou ce qui revient au même, si la transformation a des effets négligeables sur ces entreprises, les variations de leurs

bénéfices sont nulles et :

$$\sum_{ih} p_i dq_{ih} = 0 \Rightarrow \sum_i p_i dq_i = \sum_i p_i dq_{i,p+1}$$

Or, $\sum p_i dq_{i,p+1}$ représente avec les conventions adoptées, l'opposé des dépenses du secteur transport, puisque par convention nous comptabilisons l'utilisation des moyens de production négativement. Donc, la variation d'utilité collective a pour expression :

$$dU = p dT - f T dt - dD$$

soit, encore en ajoutant et en retranchant de cette expression le produit $T dp$

$$dU = \underbrace{-T(dp + f dt)}_A + \underbrace{p dT + T dp - dD}_B \quad (III)$$

Cette dernière expression se compose de deux termes :

- Le terme A concerne exclusivement les consommateurs, que nous appellerons en utilisant la terminologie consacrée en économie des transports : les usagers. Ce terme A permet d'évaluer le montant du péage économisé ($-T dp$) pour le niveau du trafic initial d'une part, et d'autre part la valeur du temps économisé ($-f dt$). Il s'agit donc d'une variation du surplus des usagers.
- Le terme B concerne l'entreprise de transport. Ce terme se présente comme la différence entre la variation de recette de l'entreprise résultant soit d'une modification du trafic ($p dT$), soit d'une modification du péage ($T dp$), et la variation de dépenses de l'entreprise. Le terme B est donc la variation de bénéfice de l'entreprise.

La variation d'utilité collective s'identifie donc à la variation du surplus collectif.

2 - EVALUATION D'UNE TRANSFORMATION STRUCTURELLE

21 - Principes généraux de calcul

Ces principes reposent sur l'idée que le passage de l'état initial à l'état final est constitué par une suite de transformations marginales (1). La variation de l'utilité collective s'écrit donc en

(1) Autrement dit le passage d'un état E_1 à un état E_2 est constitué par un cheminement caractérisé à l'aide des états $E(t)$ pris par l'économie où t est un paramètre variant de façon continue entre 0 et 1 avec :

$$E(0) = E_1 \quad E(1) = E_2$$

On peut donc écrire :

$$\Delta U = U(2) - U(1) = \int_{t=0}^{t=1} dU(t)$$

reprenant les notations du paragraphe précédent :

$$\Delta U = U_2 - U_1 = \int_1^2 \sum_{ik} (p_i + f_k + k) dq_{ik} + \sum_k (p + f_k t) dT_k$$

Si l'on reconduit tout au cours des transformations marginales successives l'hypothèse selon laquelle les revenus des entreprises du secteur de production sont maxima, les termes situés sous le signe sommes deviennent analogues à l'expression (III) soit :

$$\Delta U = \int_1^2 [-T(dp + f dt) + (p dT + T dp - dD)]$$

La variation d'utilité collective s'analyse donc là encore comme une variation du surplus collectif.

22 - Introduction de la notion de coût généralisé

Supposons que le réseau se ramène à une seule route joignant deux villes A et B. Il semble raisonnable de penser que le nombre de véhicules qui s'échange entre ces deux villes dépend des caractéristiques moyennes de l'itinéraire qui les lie : le trafic doit être d'autant plus élevé que la longueur AB est plus courte, la chaussée en meilleur état, le temps de parcours plus faible. Le trafic serait donc une fonction de plusieurs paramètres : longueurs, temps, confort, etc.

Un usager qui effectue un certain trajet en retire une certaine satisfaction, liée à l'utilité que présente pour lui ce trajet. Ce dernier néanmoins représente un certain nombre de "sacrifices", car il consomme du temps, de l'essence, use sa voiture, court un certain risque. Tous ces éléments contribuent à la naissance d'une certaine désutilité du trafic. Le trajet ne s'effectue que si l'utilité qu'il représente est égale ou excède à la désutilité née des différents éléments que nous avons cités.

On peut admettre que la désutilité d'un parcours est la somme des éléments qui interviennent dans cette désutilité : longueur multipliée par nombre de kilomètres, plus temps multiplié par valeur de temps, ... etc.

En d'autres termes, on peut représenter la désutilité d'un parcours pour un usager k par un coût

$$C_k = \sum_i w_i s_i$$

où s_i représentent les différents termes concourant à la désutilité du trajet et w_i la valeur unitaire de ces termes.

Si l'on admet que :

$$C_k = C \forall k$$

On peut dire que la fonction de demande pour la route en question est une fonction de C , lequel est appelé coût généralisé.

Dans le cas simple envisagé précédemment, le coût généralisé se serait écrit :

$$C = p + ft$$

C'est-à-dire que le coût ressenti par les usagers serait la somme du péage et de la valeur du temps. La variation d'utilité collective s'écrit alors :

$$\Delta U = \int_1^2 -T dC + (p dT + T dp - dD)$$

La variation de surplus des usagers est alors représentée par l'aire hachurée sur la figure ci-dessous.

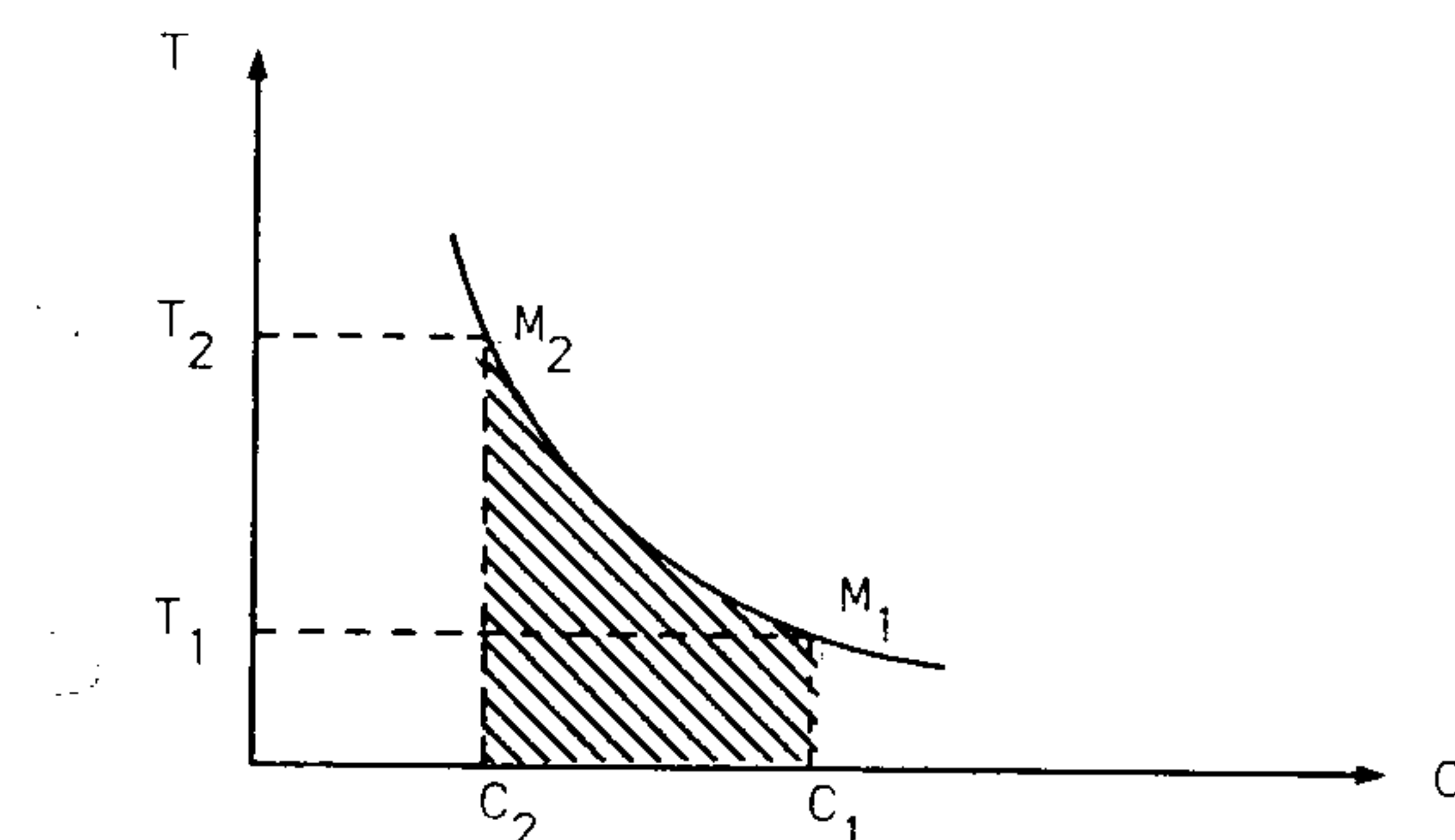


Figure 1

Comme on est souvent dans l'ignorance de la forme exacte de cette fonction de demande, la valeur de l'intégrale est approchée à l'aide de l'expression :

$$\frac{T_1 + T_2}{2} (C_1 - C_2)$$

II - PRÉSENTATION DE LA CIRCULAIRE DU 20 JANVIER 1970

Le but de cette section n'est évidemment pas de rapporter mot pour mot le contenu de cette circulaire, mais de présenter celle-ci dans son contexte théorique.

On peut noter d'ores et déjà que la dernière expression à laquelle nous avons abouti à la fin de la section précédente est reprise presque intégralement dans la circulaire (1).

Il est alors possible d'affirmer deux choses :

- 1° - les formulations proposées par la circulaire se placent dans le cadre des transformations structurelles de l'économie ;
- 2° - toutes les hypothèses qui ont été émises au cours du chapitre premier et de la première partie de ce chapitre sous-tendent les formulations proposées par la circulaire. Notamment :
 - la répartition des revenus est supposée optimale
 - les bénéfices des entreprises sont supposés invariants au cours de la transformation.

Il convient alors de préciser quatre points qui nous semblent importants pour la compréhension économique de cette circulaire :

- la notion de surplus de l'Etat ;
- le contenu du coût généralisé ;
- l'interprétation qu'il convient de donner aux formulations proposées ;
- les modalités de calcul du bénéfice actualisé d'un projet.

1 - LA NOTION DE SURPLUS DE L'ETAT

11 - Justification de la notion de surplus de l'Etat

Comme le modèle précédemment cité, la circulaire de 1970 prend en compte les avantages de la variation de surplus des usagers.

Cette variation de surplus est estimée à l'aide d'un coût moyen généralisé ressenti par les usagers, notion que nous avons également précisé antérieurement.

(1) Circulaire du 20 janvier 1970. p. 10.

Ce coût C inclut :

- les frais de fonctionnement du véhicule ;
- la valeur du temps ;
- l'appréciation du confort ;
- le péage s'il existe.

Cependant, nous avons vu que la variation d'utilité collective liée à un investissement routier, dans le cadre d'une transformation structurelle, pouvait s'écrire :

$$\Delta U = \frac{T_1 + T_2}{2} (C_1 - C_2) + \int_1^2 (pdT + Tdp - dD)$$

Or si le premier terme de cette somme (le surplus des usagers) se retrouve dans les formulations proposées par la circulaire, il n'en est pas de même du second, lequel caractérise les avantages monétaires de l'entreprise de transport. En effet, dans le cadre de la circulaire de 1970, ce n'est pas une entreprise de transport qui est concernée, mais l'Etat. Or s'il est facile d'identifier les avantages retirés par une entreprise de transport à une variation de son bénéfice, il n'en est plus de même lorsque l'entreprise est l'Etat. Néanmoins, il est certain que l'Etat retire d'une transformation de l'économie un certain nombre d'avantages qui lui sont propres, et il est non moins certain que ces avantages doivent être ajoutés au surplus des usagers pour apprécier l'utilité de la transformation.

En fait, cela se justifie parfaitement d'un point de vue théorique. Il suffit pour cela de considérer que la fonction d'utilité collective est liée non seulement au niveau de satisfaction des membres de la collectivité, mais également à un certain nombre de paramètres d'états sociaux, qui dépendent des objectifs et de l'échelle de valeur de l'Etat (1).

On aurait donc une fonction d'utilité collective du type :

$$U = U(S_1, S_2, \dots, S_k, \dots, S_m, z_s)$$

où les z_s représentent ces fameux paramètres sociaux propres à l'Etat.

A ce moment, la valeur monétaire de ces paramètres apparaîtra dans l'expression de la variation d'utilité collective ; et donc apparaîtront du même coup, les avantages retirés par l'Etat d'une transformation de l'économie. Autrement dit, dans ce cas, la variation d'utilité collective comprendra trois termes :

- le surplus du consommateur (dans le cas d'un investissement routier : le surplus des usagers) (I)
- la variation de bénéfice des entreprises (II)
- les avantages de l'Etat (III)

(1) Voir à ce sujet C. ABRAHAM et A. THOMAS "Microéconomie. Décisions optimales dans l'entreprise et dans la nation". Dunod. 1970. p. 160.

Dans le cas où, pour l'essentiel, seuls les usagers et l'Etat sont concernés, apparaissent uniquement dans les formulations les termes I et III, ce qui est réalisé dans les formulations de la circulaire 1970. Nous appellerons désormais l'ensemble de ces avantages retirés par l'Etat : surplus de l'Etat.

Il reste maintenant à comprendre selon quelle modalité la circulaire de 1970 évalue en termes monétaires ce surplus de l'Etat.

12 - Evaluation monétaire du surplus de l'Etat

Cette évaluation se fait en introduisant, à côté du coût moyen C ressenti par les usagers, un coût C' dit coût collectif, qui tient compte de paramètres spécifiques à l'Etat. Autrement dit, l'Etat est fondé à tenir compte de certaines satisfactions positives ou négatives, qui ne sont pas prises en compte par les usagers, et dont la valeur monétaire n'est pas incluse dans le coût C. Par suite, le coût C estimé par les usagers doit être corrigé pour tenir compte :

- soit d'erreur d'appréciation (commise par l'ensemble des usagers dans le même sens) ;
- soit des satisfactions propres à l'Etat.

En tenant compte de ces corrections, on aboutit à un coût collectif qui se déduit directement du coût des usagers. Ainsi, dans la circulaire de 1970, le coût collectif s'obtient à partir du coût estimé par les usagers :

- en lui retranchant le montant des taxes sur les carburants,
- en lui ajoutant le coût collectif des accidents (coût du blessé et des morts),
- en lui retranchant les péages qui ne sont que de simples transferts monétaires.

Si l'on appelle t le montant des taxes sur l'essence, s le coût collectif des accidents, p le montant du péage, on aura :

$$C' = C - t + s - p$$

Si une opération d'investissement entraîne un abaissement du coût collectif (passage de C^0 à C^1 avec $C^1 < C^0$), il apparaîtra un surplus de l'Etat positif, dont le montant sera fonction de l'abaissement du coût et du niveau de trafic. Ce surplus de l'Etat se substitue dans l'expression de la variation de surplus collectif, à la variation du bénéfice de l'entreprise de transport.

2 - REFLEXION SUR LE CONTENU DU COUT POUR L'USAGER ET DU COUT COLLECTIF

Certains éléments comptabilisés soit dans le coût pour les usagers soit dans le coût collectif, méritent une analyse un peu plus attentive que les autres. Il s'agit essentiellement :

- de la valeur du temps,
- du coût collectif des accidents.

21 - La valeur du temps

L'attribution d'une valeur à l'unité temporelle soulève des difficultés tant au niveau de la définition de la valeur du temps, qu'au niveau des techniques qui permettent la détermination de cette valeur. Il faut d'abord faire une distinction entre le temps consacré au déplacement de travail et celui consacré au déplacement de loisir. Il est aussi nécessaire de distinguer la valeur du temps selon les catégories de véhicules, notamment de faire une différence entre voitures particulières et poids lourds.

S'agissant des déplacements motivés par le travail, il est communément admis d'attribuer à l'unité de temps une valeur égale au taux de salaire horaire si bien que la valeur du temps apparaît comme une moyenne pondérée des taux de salaires horaires des usagers.

En ce qui concerne le temps consacré au déplacement de loisir, le problème est plus complexe. On peut dans ce cas déterminer la valeur du temps à partir des méthodes empiriques fondées sur l'observation par voie d'enquêtes du comportement des usagers placés en situation de choix. On peut illustrer ce type de démarche en prenant un petit exemple simple (1). Si 25 % des automobilistes, qui désirent traverser une rivière, évitent de prendre un pont à péage de 5 francs et empruntent un itinéraire plus long de 30 kilomètres nécessitant une demi-heure de conduite supplémentaire, on peut dire que, si le coût direct est de 0,10 F du kilomètre, les automobilistes acceptent de perdre une demi-heure pour économiser 2 francs. Dans ce cas, 25 % des automobilistes attachent au temps une valeur inférieure à 4 francs de l'heure.

(1) Exemple tiré de "Appréciation de la rentabilité économique des investissements". Note du ministère de l'Economie et des Finances. Janvier 1968.

22 - Le coût collectif des accidents

Le coût collectif des accidents comprend le coût des blessés et des morts. Nous analyserons donc successivement ces deux éléments.

- Coût du blessé : au titre des blessés, selon un cycle d'étude effectué dans le cadre du Ministère de l'Equipement (1), doivent être pris en compte les frais réels, les pertes de salaire au cours des jours qui suivent l'accident, les pertes de salaires à plus long terme résultant des invalidités totale ou partielle, enfin les préjudices moraux ou affectifs d'importance moindre que pour les morts (nous verrons à propos du prix de la vie humaine comment sont évalués ces préjudices). La part la plus importante du coût des blessés, est en fait constituée par les invalidités partielles ou permanentes.

- Coût du mort : il peut sembler absurde a priori d'évaluer le prix d'une vie humaine. Si l'on se place d'un point de vue éthique, il est incontestable qu'une telle démarche a peu de sens. D'un point de vue économique, ce calcul n'est cependant pas inutile, dans la mesure où l'évaluation à laquelle il conduit, est un moyen de cohérence des décisions d'investissements publics.

Il existe deux méthodes pour fixer le prix d'une vie humaine.

- La première méthode que l'on peut qualifier d'a posteriori consisterait à observer ce que l'on fait dans les domaines où des vies humaines sont concernées, et à évaluer les dépenses qui ont été consenties pour sauver ces vies humaines. Cependant cette méthode n'est pas très satisfaisante. En effet, dans la plupart des cas où des vies humaines sont sauvées, on constate ou bien que la dépense engagée n'est pas exactement connue, ou bien que l'on a aucune idée du nombre de vies sauvées ou encore que celles-ci n'étaient qu'un élément mineur du bilan de l'opération.

- La deuxième méthode est une méthode a priori, c'est-à-dire, qu'elle vise à chiffrer la somme maximale que l'on accepte de verser pour sauver une vie. La valeur de la vie est alors estimée à partir d'éléments économiques et d'éléments affectifs.

Les éléments économiques sont appréciés à partir de la contribution productive de l'individu, et plus particulièrement à partir de la production brute qui lui est imputable. Les services rendus par les femmes au foyer sont évalués en supposant que les femmes atteignent un taux d'activité égal à celui des hommes, et que ces services sont égaux en moyenne aux services rendus par les femmes actives.

(1) "Rentabilité des travaux routiers". Rapport définitif du cycle d'étude 1961-1962. Ministère de l'Equipement. Direction des routes et de la circulation routière. Rapporteurs : C. ABRAHAM et J. THIEDE.

Les éléments affectifs font l'objet d'une évaluation plus empirique. En effet, ces éléments concernent les proches et l'individu lui-même (pretium vivendi). Les éléments concernant les proches peuvent être chiffrés en se référant aux indemnités qui sont versées par les tribunaux à la famille du défunt. En fait, il ne faut prendre en compte ici que la part des indemnités qui correspondent au "pretium doloris", le reste (indemnités visant à compenser les pertes économiques) étant déjà comptabilité. Les éléments affectifs concernant le défunt lui-même, ne sont l'objet que d'une estimation purement subjective, dans laquelle l'appréciation de l'Etat joue un rôle déterminant.

III - INTERPRÉTATION DES FORMULATIONS PROPOSÉES PAR LA CIRCULAIRE DE 1970

La circulaire de 1970 propose trois formulations du calcul des avantages :

- La première formulation concerne le cas d'un aménagement sur place (élargissement des voies existantes).
- La deuxième formulation concerne le cas d'une voie nouvelle doublant un ou plusieurs itinéraires anciens.
- La troisième enfin, concerne la desserte d'une zone nouvelle non desservie par l'infrastructure existante.

Nous ne développerons que les deux premiers cas, dans la mesure où la compréhension de la troisième formulation ne présente pas de difficulté particulière.

1 - AMÉNAGEMENT SUR PLACE

Pour nous conformer aux notations de la circulaire de 1970 appelons :

- avant aménagement
 - N_0 le trafic
 - C_0 le coût ressenti par les usagers
 - C'_0 le coût collectif
- après aménagement
 - N_1 le trafic, ($n_1 - n_0$ = trafic induit)
 - C_1 le coût ressenti par les usagers
 - C'_1 le coût collectif

Considérons la fonction de demande du trafic $N = N(C)$ (figure n° 2)

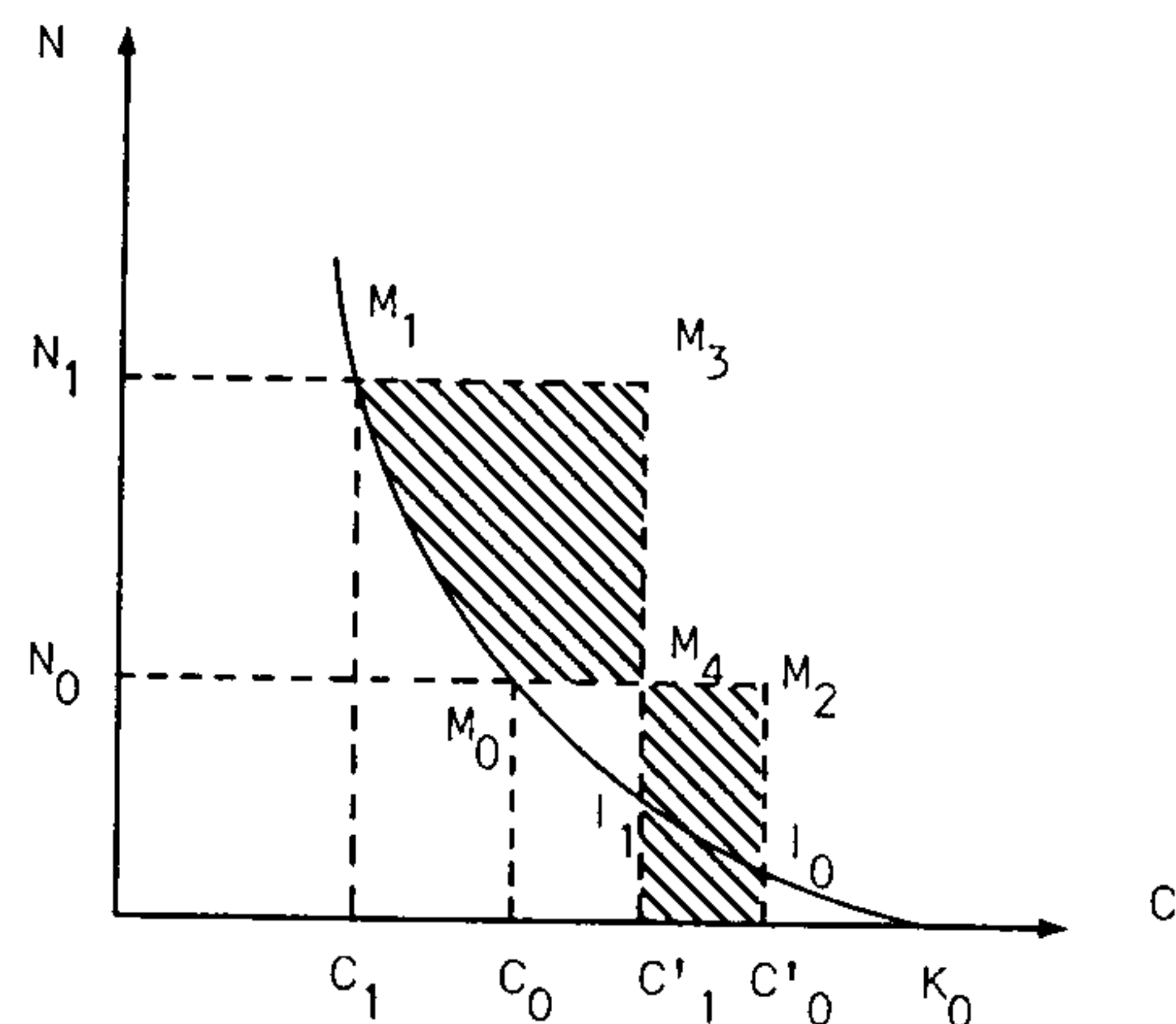


Figure 2

Lorsque l'on améliore la route, la courbe de demande restant constante, le point M_0 se déplace en M_1 suite à l'abaissement du coût de C_0 à C_1 .

Par ailleurs, nous avons supposé dans ce cas de figure que pour un trafic donné, le coût collectif est supérieur au coût pour l'utilisateur ($C'_0 > C_0$ et $C'_1 > C_1$).

Le surplus collectif est égal à la somme algébrique du surplus des usagers et du surplus de l'Etat. Or, ce dernier est négatif, puisque le coût collectif excède le coût pour les usagers. Autrement dit dans la situation initiale, le surplus de l'Etat aurait une valeur :

$$(C_0 - C'_0) \times N_0$$

Donc le surplus collectif, dans la situation initiale, serait proportionnel à l'aire :

$$\frac{1}{2} N_0 (K_0 - C_0) + (C_0 - C'_0) N_0$$

Cette aire est égale à la surface du triangle $I_0 C'_0 K_0$ diminuée de celle du triangle $M_0 M_2 I_0$.

De même, dans la situation finale, la valeur du surplus collectif serait proportionnelle à l'aire :

$$\frac{1}{2} N_1 (K_0 - C_1) + (C_1 - C'_1) N_1$$

soit l'aire du triangle $I_1 C'_1 K_0$ diminuée de l'aire du triangle $M_1 M_3 I_1$.

Au total, la variation de surplus collectif imputable à la transformation de l'économie est égale à :

surface du rectangle $C'_1 C_0 M_1 M_2$ - surface du trapèze $M_1 M_0 M_4 M_0$

soit :

$$(C'_0 - C'_1) N_0 - \frac{1}{2} [(C'_1 - C_0) + (C'_1 - C_1)] (N_1 - N_0)$$

Ce qui donne après transformation

$$N_0 C'_0 - N_1 C'_1 + (N_1 - N_0) \frac{C_0 + C_1}{2}$$

et en sachant que :

$$C' = C - t + s - p$$

on a :

$$A = \frac{N_1 + N_0}{2} (C_0 - C_1) + \Delta t - \Delta s + \Delta p$$

où Δt = variation du montant des taxes sur l'essence

Δs = économie sur les coûts des accidents

Δp = variation des recettes de péage

Autrement dit la variation de surplus est bien égale à :

$$\frac{N_1 + N_0}{2} (C_0 - C_1) \rightarrow \text{variation du surplus des usagers}$$

$$\Delta t - \Delta s + \Delta p \rightarrow \text{variation du surplus de l'Etat}$$

2 - CREATION D'UNE VOIE NOUVELLE DOUBLANT UNE OU PLUSIEURS VOIES EXISTANTES

Dans ce cas, les éléments à prendre en compte sont les suivants :

Situation initiale

n_l : trafic local

n_{d0} : trafic déplaçable

C_0 : le coût ressenti par l'utilisateur sur l'ancienne route

C'_0 : le coût collectif sur l'ancienne route

Situation finale

n_l : le trafic local supposé inchangé

n_{d1} : le trafic déplaçable resté sur l'ancienne route

N_1 : le trafic sur la voie nouvelle. Notons que l'on peut écrire :

$$N_1 = n_{d0} - n_{d1} + \text{trafic induit par l'autoroute}$$

C_1 : coût ressenti par l'utilisateur sur l'ancien itinéraire

C'_1 : coût collectif sur l'ancien itinéraire

Γ_1 : le coût ressenti par l'utilisateur sur l'autoroute

Γ'_1 : le coût collectif sur l'autoroute.

Nous n'aborderons pas ici le problème de la détermination du surplus de l'Etat, dans la mesure où celui-ci se détermine selon les mêmes modalités que dans le cas précédent, et nous porterons notre attention sur le seul calcul des avantages propres aux usagers.

Ces derniers avantages peuvent être liés soit au trafic local, soit au trafic déplaçable.

Pour faciliter la formulation des avantages revenant aux diverses catégories d'usagers, nous nous aiderons de représentations graphiques plus suggestives selon nous.

- On observe d'abord que la demande s'adressant à l'ancienne voie est rigide puisque par définition, le trafic captif est constant. Cette situation est représentée par la figure n° 3.

Dans ces conditions, l'avantage conféré à cette catégorie d'usagers est représenté par la surface du rectangle hachuré soit :

$$A_1 = n_l (C_0 - C_1)$$

- Les avantages des usagers constituant le trafic déplaçable doivent être scindés en deux termes, l'un se rapportant au trafic déplaçable empruntant l'ancienne route, l'autre relatif au trafic empruntant l'autoroute.

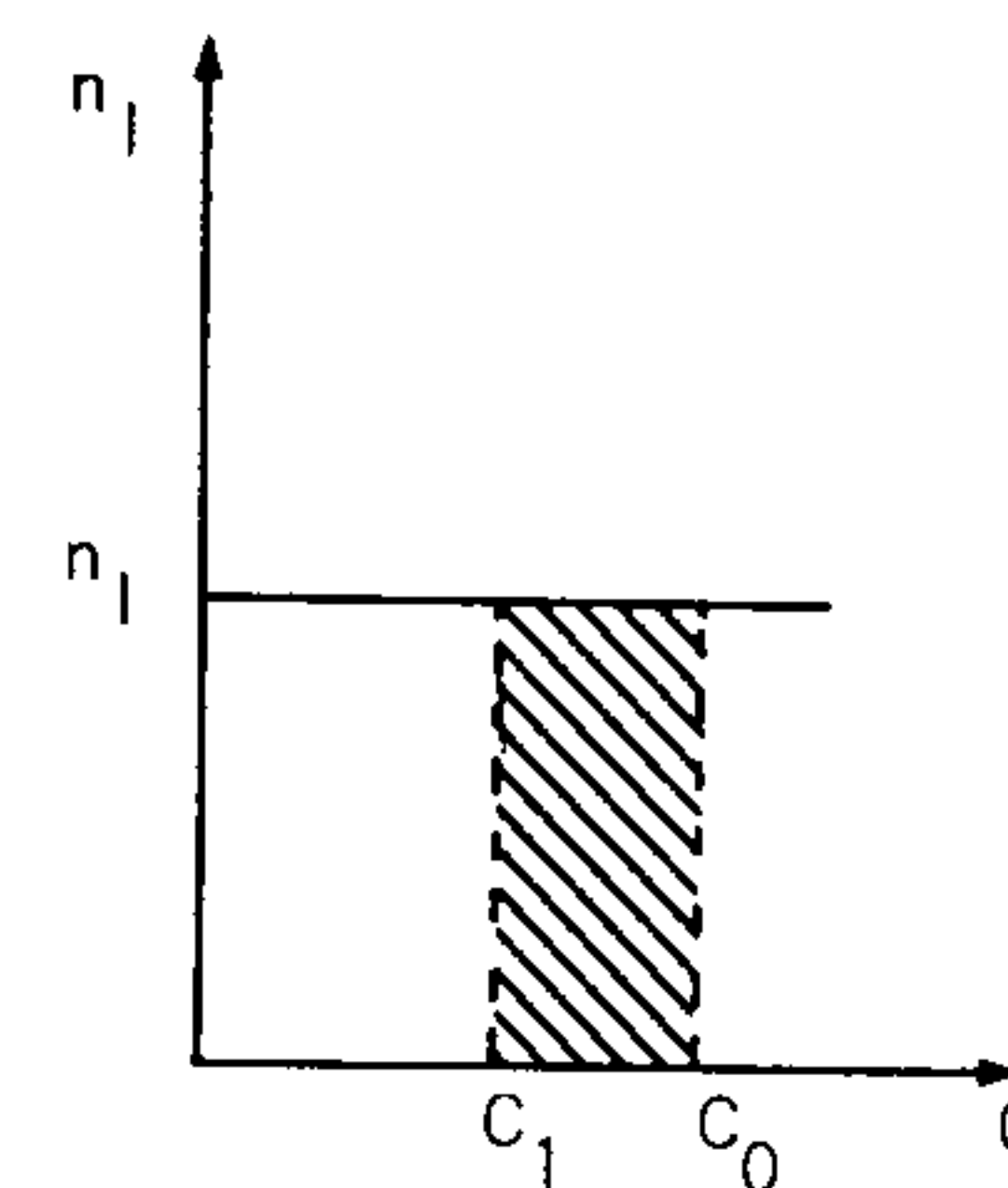


Figure 3

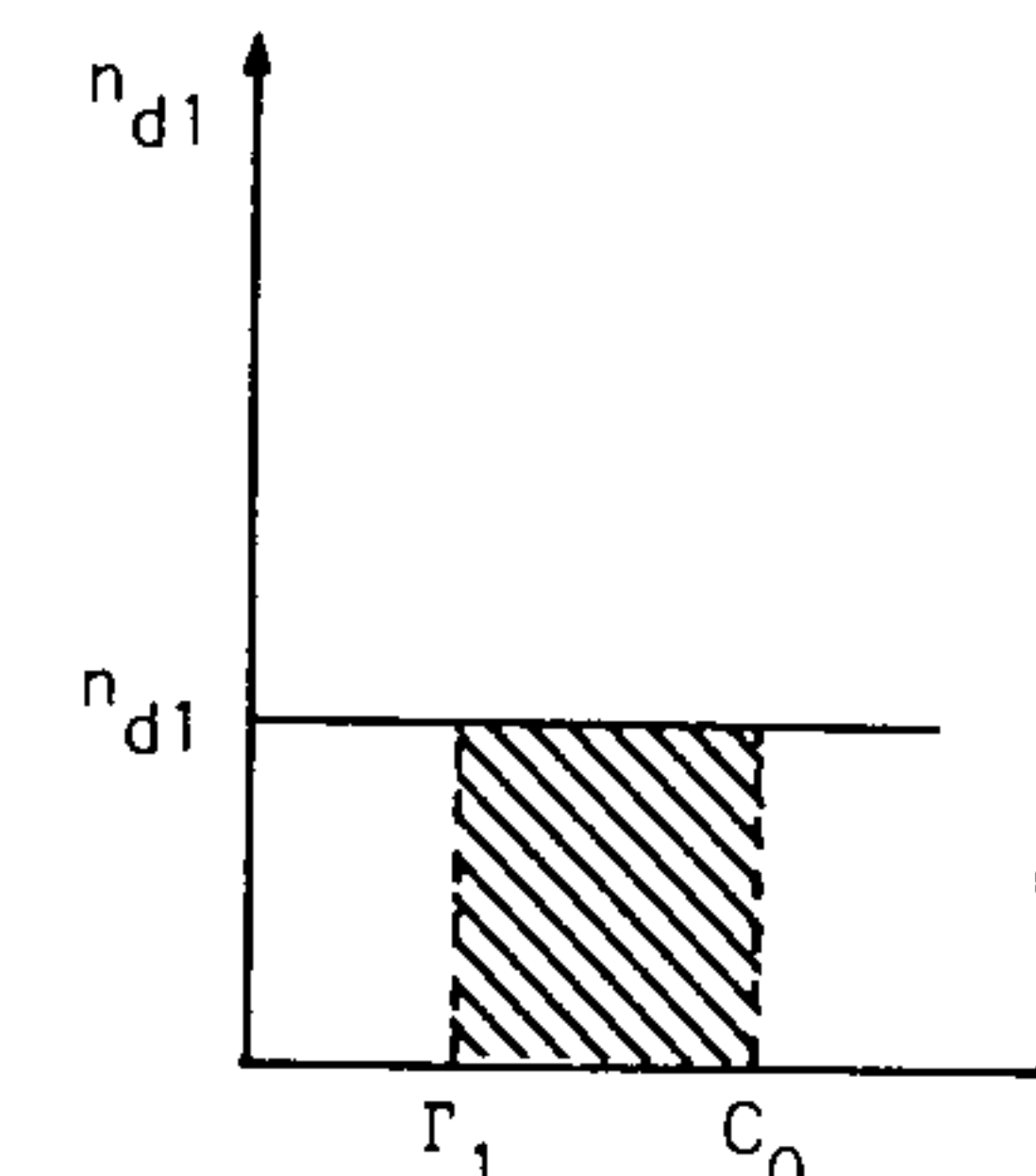


Figure 4

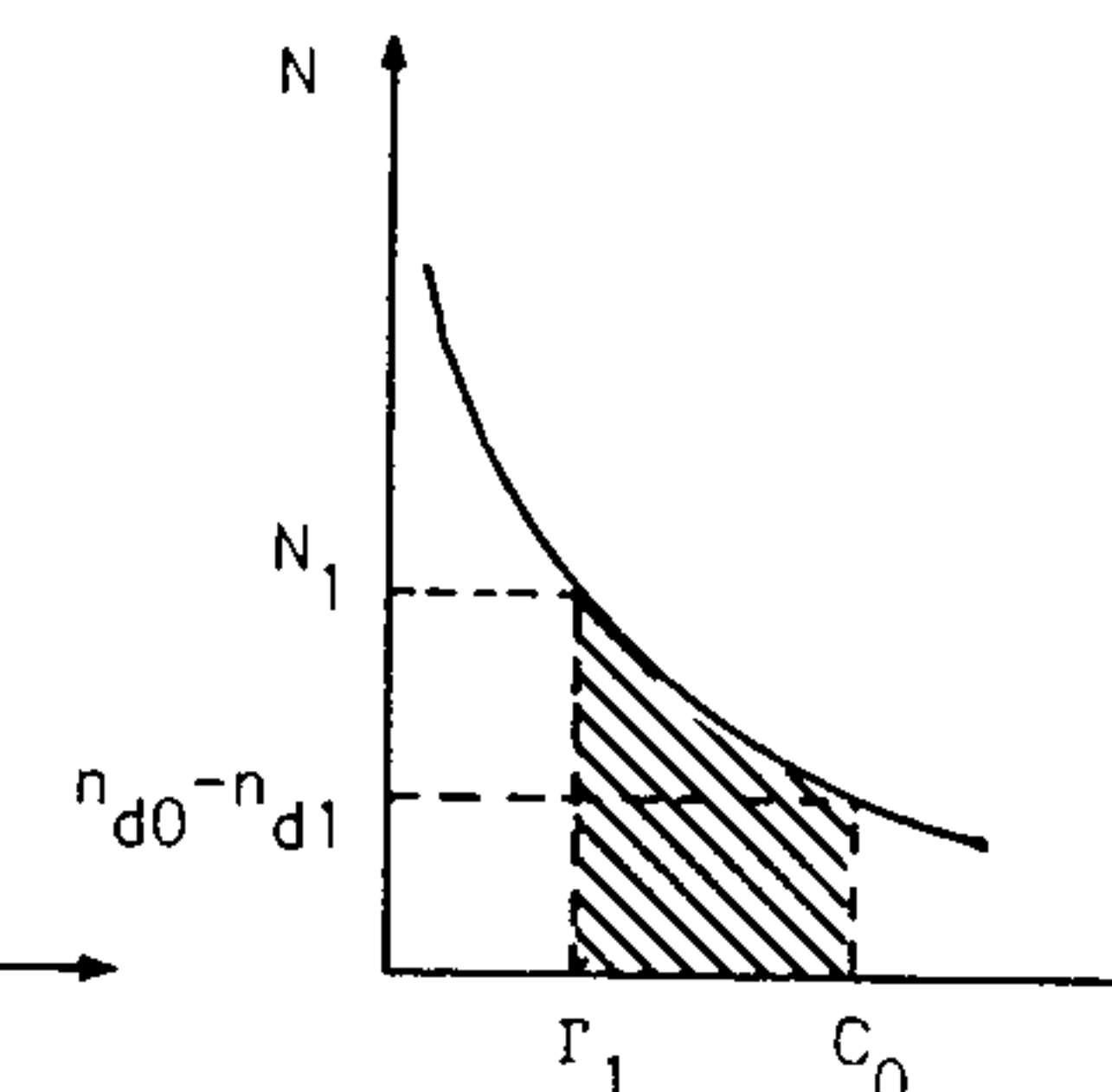


Figure 5

Le calcul du premier terme se comprend aisément à partir de la figure 4. Là encore, la demande de cette partie des usagers est rigide. Si l'on suppose que l'avantage dont bénéficie chaque usager est égal à celui qu'il obtiendrait en empruntant la nouvelle infrastructure, la surface du rectangle hachuré de la figure 4 sera la représentation des avantages bénéficiant à ce type d'usagers.

Soit : $n_{d1} (C_0 - \Gamma_1)$

Remarquons qu'il s'agit d'une estimation par défaut, puisque, si ces usagers restent sur l'ancienne route, c'est que le bénéfice qu'ils en retirent est supérieur à $(C_0 - \Gamma_1)$.

Le deuxième terme peut être visualisé en introduisant une fonction de demande classique. On peut en effet tenir le raisonnement suivant. Initialement, il y avait $n_{d0} - n_{d1}$ usagers qui étaient prêts à circuler sur la nouvelle voie à un coût C_0 . Après transformation, il y a N_1 usagers qui empruntent cette voie. Le montant des avantages qui échoient à cette catégorie d'usagers est évalué par l'expression

$$\frac{N_1 + (n_{d0} - n_{d1})}{2} (C_0 - \Gamma_1)$$

Au total, le surplus qui est affecté aux usagers, constituant le trafic déplaçable a pour expression :

$$A_2 = n_{d1} (C_0 - \Gamma_1) + \frac{N_1 + (n_{d0} - n_{d1})}{2} (C_0 - \Gamma_1)$$

$$A_2 = \frac{N_1 + n_{d1} + n_{d0}}{2} (C_0 - \Gamma_1)$$

Le surplus total des usagers est égal à :

$$S_u = A_1 + A_2$$

et le surplus collectif est évidemment égal à :

$$S = A_1 + A_2 + \Delta t - \Delta s + \Delta p$$

3 - MODALITES TECHNIQUES DU CALCUL DU BENEFICE ACTUALISE

31 - Détermination du bénéfice actualisé

Il convient ici de rappeler quelques modalités techniques spécifiques à la détermination du bénéfice actualisé dans le cas des investissements routiers.

La réalisation d'une opération comporte une dépense initiale importante qui est la dépense d'investissement. Soit I cette dépense. Si cette dépense s'échelonne sur plusieurs années, ce qui est le cas pour les grands investissements routiers, le terme : dépense d'investissement, désigne la somme actualisée pure et simple des dépenses annuelles. Si l'on appelle α_i la fraction de la dépense globale I envisagée l'année i , et si cette dépense s'étale sur m années la dépense actualisée d'investissement aura pour expression à la dernière année de construction :

$$\bar{I} = \sum_{t=1}^m \alpha_t I (1+k)^{m-t}$$

où k représente le taux d'actualisation.

Les coûts ultérieurs doivent être estimés et actualisés. Ils comprennent essentiellement des éléments périodiques et notamment annuels (entretien, renouvellement, rechargement, ...).

On devrait bien sûr estimer la durée de vie probable de l'ouvrage étudié. En fait, compte tenu de la pérennité des ouvrages publics, il semble raisonnable d'admettre une durée infinie à condition bien sûr de prendre en compte dans les calculs les dépenses propres à assurer cette très longue durée de vie.

Soit alors R une dépense de périodicité n (c'est-à-dire dont la première échéance vient n années après la dernière année de construction). La valeur actualisée de cette dépense est égale à :

$$\bar{R} = \frac{R}{(1+k)^n} + \frac{R}{(1+k)^{2n}} + \dots = \frac{R}{(1+k)^n - 1}$$

S'agissant du cas particulier des dépenses annuelles (soit e le montant supposé constant de ces dépenses) on a :

$$\bar{e} = \frac{e}{1+k} + \frac{e}{(1+k)^2} + \dots = \frac{e}{k}$$

On appellera alors coût actualisé d'un projet, la valeur :

$$\bar{C} = \bar{I} + \bar{e} + \sum \bar{R}$$

Par ailleurs, appelons a_t l'avantage de l'année t , et soit j l'année de mise en service. Nous considérons par pure commodité que la fin de la construction intervient en principe l'année précédant la mise en service.

Dans ce cas, l'avantage total actualisé à la dernière année de construction sera

$$\bar{A}_j = \frac{a_j}{1+k} + \frac{a_{j+1}}{(1+k)^2} + \dots$$

$$\bar{A}_j = \sum_{t=j}^{\infty} \frac{a_t}{(1+k)^{t-j+1}}$$

en appelant j l'année de mise en service.

Ces différents points étant précisés, le bénéfice actualisé du projet se présente comme la différence entre avantages et coûts

$$\bar{B}_j = \bar{A}_j - \bar{C}$$

Il est en fait commode d'actualiser à une année de préférence, indépendante de l'année de mise en service. Soit l'année actuelle, une telle année.

On peut alors écrire :

$$\bar{B}_j^0 = \frac{1}{(1+k)^{j-1}} (\bar{A}_j - \bar{C})$$

$$\bar{B}_j^0 = \sum_{t=j}^{\infty} \frac{a_t}{(1+k)^t} - \frac{\bar{C}}{(1+k)^{j-1}}$$

32 - Année optimale de mise en service

Soit une opération isolée dont les avantages sont indépendants de l'année de mise en service. On a, en décalant d'un an la réalisation de l'opération :

$$B_j^0 - B_{j+1}^0 = \sum_j \frac{a_t}{(1+k)^t} - \frac{\bar{C}}{(1+k)^{j-1}} - \sum_{j+1} \frac{a_t}{(1+k)^t} + \frac{\bar{C}}{(1+k)^j}$$

Soit :

$$B_j^0 - B_{j+1}^0 = \frac{1}{(1+k)^j} (a_j - k \bar{C})$$

Cela signifie que le bénéfice actualisé augmente tant que les avantages sont inférieurs au produit $k\bar{C}$.

On n'a donc pas intérêt à réaliser l'opération tant que l'avantage de l'année de mise en service est inférieur à la quantité $k\bar{C}$, même si son bénéfice actualisé est positif.

Réciproquement, on n'a pas intérêt à retarder la réalisation d'un projet dont les avantages annuels sont supérieurs au produit $k\bar{C}$.

L'année où a_j devient supérieur à $k\bar{C}$ est dite l'année optimale de mise en service.^j

Ces développements appellent un certain nombre de remarques :

1° - L'année optimale est caractérisée par l'égalité

$$a_j = k \bar{C}$$

On peut proposer une interprétation de cette égalité, interprétation qui n'est pas parfaitement rigoureuse, mais qui permet de comprendre la condition à laquelle on aboutit.

L'égalité précédente peut s'écrire :

$$\frac{a_j}{\bar{C}} = k$$

Or, $a_j/\bar{C}$ peut s'interpréter comme une sorte de taux de rentabilité, puisqu'il s'agit du rapport entre les avantages d'une année j et la dépense globale engagée par la collectivité dans le projet considéré. On comprend intuitivement qu'il n'est pas opportun pour la collectivité d'entreprendre ce projet tant que ce taux de rentabilité est inférieur au taux d'actualisation, dans la mesure où ce dernier, reflète le taux de rentabilité attendu par la collectivité pour ses investissements.

2° - L'égalité précédente ne caractérise la date optimale de mise en service que si l'avantage calculé pour l'année t ne dépend pas

de l'année de mise en service, pas plus d'ailleurs que le coût du projet. Il en est ainsi sous trois conditions :

- les courbes de demandes évoluent dans le temps indépendamment des investissements,
- le trafic s'ajuste très rapidement aux modifications du réseau,
- les travaux de construction ne perturbent pas le trafic préexistant, car cet élément introduit des désavantages associés à la construction qui dépendent bien de l'année de mise en service.

3° - Les développements précédents supposent implicitement que les avantages suivant l'année optimale de mise en service ne sont jamais décroissants... Si tel n'est pas le cas, le fait de placer une opération à sa date optimale ne suffit pas à assurer qu'elle soit rentable.

33 - Cas de crédits Insuffisants

Lorsque les crédits sont insuffisants pour réaliser la totalité d'un programme d'investissement, la détermination du programme optimum obéit à certaines règles dont il convient ici de souligner la particularité (1).

Supposons que toutes les opérations du programme soient compatibles. On peut alors admettre dans ce cas, à condition que les avantages soient croissants au cours du temps, que le programme donnant le bénéfice maximum s'établit en classant les mises en service d'une année et par ordre décroissant des a_t/C jusqu'à épuisement des crédits. Ces coefficients sont dits coefficients de rentabilité annuels. On note la limite inférieure de ces coefficients k' .

Le programme d'investissement étant prévu (jusqu'à épuisement des crédits), si l'on cherche à réaliser une opération supplémentaire, on est obligé de retarder un certain nombre d'opérations pour libérer les crédits nécessaires. L'intérêt de cette opération supplémentaire dans l'hypothèse d'une insuffisance de crédit doit donc s'apprécier en comparant les avantages qu'elle procure d'une part, et les pertes qu'elle entraîne en faisant retarder d'autres opérations d'autre part. Le calcul repose sur la notion de bénéfice généralisé dont l'expression est :

$$\bar{Q}_j = \sum_j \frac{a_t}{(1+k)^t} - \frac{C}{(1+k)^{j-1}} - \sum_j \frac{k'_t}{(1+k)^t}$$

(1) Cette particularité est fort bien développée in "Rapport définitif du cycle d'études sur la rentabilité des travaux routiers". Ministère de l'Équipement 1961-1962. Rapporteurs C. ABRAHAM et J. THIEDE. p. 42 et 43.

Tout se passe comme si un franc confié à ce service valait en fait

$$\sum_j \frac{k'_t}{(1+k)^t}$$

expression supérieure à 1 si $k'_t > k$, $\forall t$. On notera que si k'_t est constant, on a

$$\overline{Q_j^0} = \overline{A_j^0} - \frac{C}{(1+k)^{j-1}} \frac{k'}{k}$$

Donc si les crédits sont insuffisants, tout se passe comme si les dépenses étaient multipliées par k'/k .

On peut donner une interprétation graphique de ce résultat en empruntant une présentation suggestive à C. ABRAHAM et A. THOMAS (2). Soit la courbe représentant les besoins budgétaires d'équipement en fonction du taux d'actualisation.

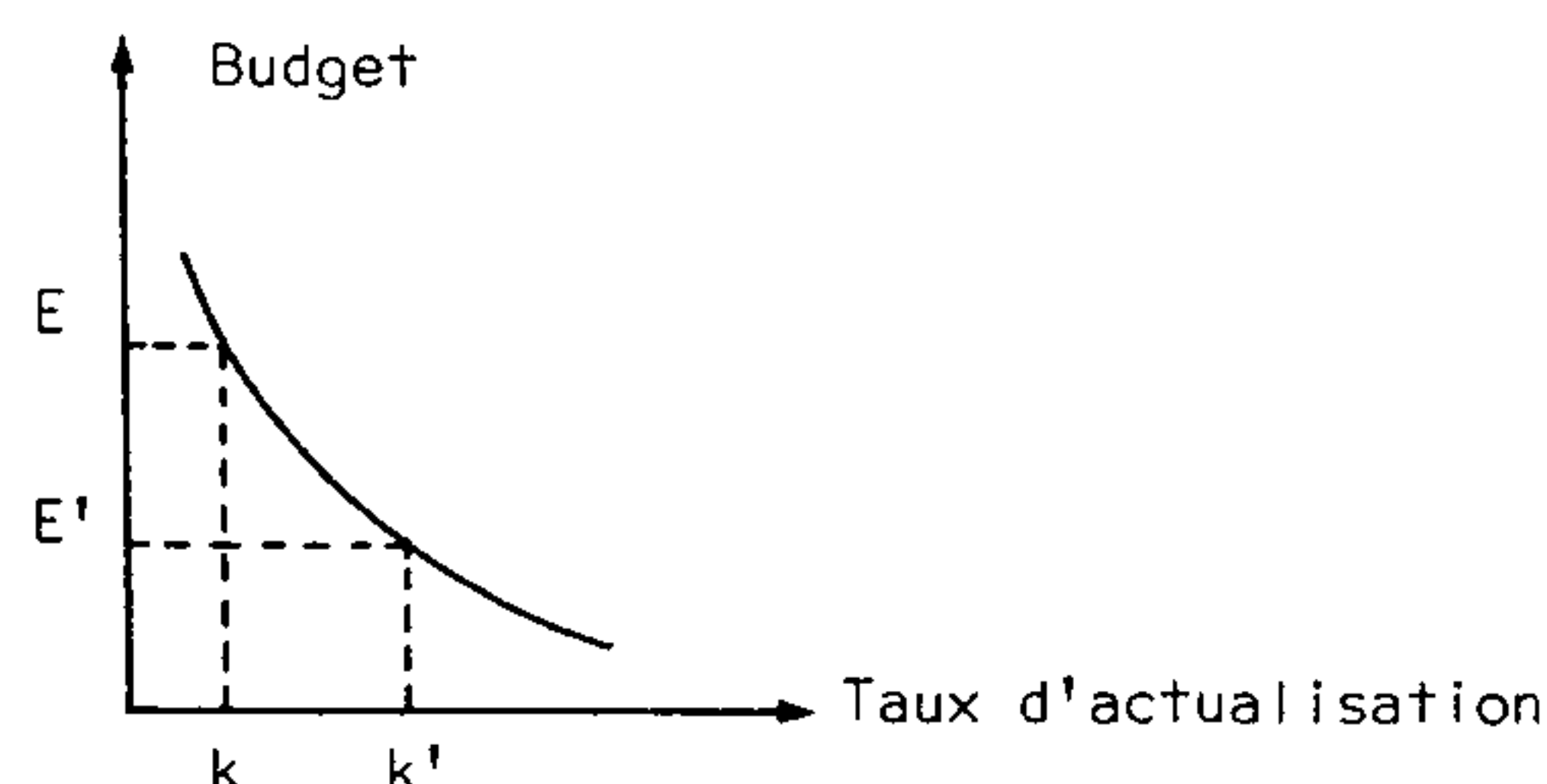


Figure 6

Si le taux d'actualisation choisi par l'Etat est k , le budget d'équipement doit être fixé au niveau E . Si différentes contraintes (politique conjoncturelle par exemple) conduisent à le réduire au niveau E' , cela amènerait à considérer qu'en réalité le taux d'actualisation est k' . Cependant, si l'on suit la démarche précédente on continuera à utiliser le taux k , mais les dépenses du secteur de l'équipement seront multipliées par un coefficient k'/k .

(1) C. ABRAHAM et A. THOMAS. "Microéconomie. Décisions optimales dans l'entreprise et dans la nation". Dunod. p. 320.

CHAPITRE III

ÉVALUATION DES EFFETS REDISTRIBUTIFS DES STRATÉGIES :

POINT DE VUE DES USAGERS

Ce chapitre a pour objet de présenter une méthodologie opérationnelle permettant l'évaluation des effets, et plus particulièrement des effets redistributifs, d'une stratégie de transport sur les usagers. A la question traditionnelle du calcul économique "quelle est la stratégie la plus profitable ?", il s'agit de substituer la question : "A qui profite la stratégie ?". Il convient donc d'utiliser des outils adaptés permettant à la fois l'évaluation et la comparaison avec la situation initiale ; ceci dans le but de mesurer et d'interpréter les effets correctifs et redistributifs que l'on peut attendre de la stratégie, tant du point de vue de la politique sociale, que de celui de la politique d'aménagement du territoire.

Pour cela, nous partirons d'un outil traditionnel du calcul économique présenté au chapitre précédent : le surplus des usagers. Nous l'adapterons à cette problématique nouvelle tout en le complétant par l'utilisation du concept d'accessibilité compris comme instrument de mesure du degré de satisfaction du besoin de transport dans un espace donné.

I - SURPLUS DES USAGERS ET ÉVALUATION D'UNE STRATÉGIE

Dans sa définition classique, le surplus apparaît comme un instrument strictement limité à la recherche d'une allocation optimale des ressources, selon des mécanismes de marché dans lesquels s'insère l'Etat, sans les perturber. L'idée même de stratégies alternatives s'accorde mal, nous l'avons vu de la clause de répartition optimale des revenus et implique nécessairement l'existence pour chacune d'elles de bénéficiaires et de "laissés pour compte" différents. Tel qu'il est pratiqué et fondé au plan de la théorie, le critère du surplus, lié à cette hypothèse de répartition optimale paraît donc mal adapté à une telle évaluation. En effet, on peut observer que pour des conditions comparables de coût d'infrastructure, de coût de fonctionnement et de gain de temps, il est indifférent, en termes de surplus, de promouvoir une ligne aérienne de troisième niveau transportant mille passagers dans l'année, ou d'améliorer une ligne de transport en commun conçue pour vingt-mille voyageurs, si la valeur du temps de ces derniers s'avère vingt fois plus faible que celle des hommes d'affaires empruntant la ligne aérienne.

1 - LE SURPLUS ET LES CATEGORIES DE BENEFICIAIRES

Il n'est donc pas possible dans notre optique, de retenir le surplus dans sa globalité : c'est pourquoi nous raisonnerons sur un surplus ventilé suivant les catégories de bénéficiaires en conservant l'hypothèse de répartition optimale à l'intérieur d'une même catégorie (1). Les revenus constituent une référence essentielle, et cette sorte de revenu en nature qu'est une prestation de transport améliorée peut être évaluée à travers les variations de surplus des usagers. Mais elle ne peut être correctement appréciée que rapportée à cette référence. Ainsi les catégories de bénéficiaires devraient être définies à partir de tranches de revenus, mais les limites de l'outil statistique actuellement disponible rendent techniquement difficile une telle définition. C'est pourquoi, pratiquement nous proposerons une classification du type "catégories socio-professionnelles" pour laquelle les revenus moyens sont approximativement connus. Les variations de surplus, ventilées selon une telle classification et additives par rapport aux revenus, permettront d'apprécier dans quelle mesure la stratégie envisagée aggrave ou au contraire atténue la dispersion des revenus.

(1) Cf. A. BONNAFOUS, B. GERARDIN. "Les indicateurs sociaux d'offre de transport et le point de vue des usagers dans l'évaluation d'une stratégie". *International Journal of Transport Economics*. Vol. II. n° 3. décembre 1975.

A travers le problème de l'additivité du surplus, nous retrouvons celui de l'évaluation de coûts généralisés compatible avec une interprétation de la variation du surplus comme un effet de revenu : ainsi que nous l'avons indiqué au chapitre précédent, la définition des coûts généralisés intègre simultanément des éléments liés à un budget exprimé en monnaie, et d'autres traduisant un "budget-temps", dont les éléments sont des unités physiques de temps auxquelles chaque individu attribue une valeur à travers son comportement. Nous admettrons que seules des valeurs perçues par les usagers et traduites dans leur comportement permettent une agrégation en termes de coûts généralisés cohérente avec une interprétation des variations de surplus comme des effets de revenu.

En résumé, nous considérons que l'appréciation du point de vue des usagers dans une évaluation de stratégie doit être réalisée au moyen d'un vecteur de variations de surplus estimant les effets redistributifs par rapport aux "anomalies" de la répartition des revenus dans l'état initial. Mais il convient de prendre en compte des anomalies d'une autre nature.

2 - LE SURPLUS ET LES EFFETS SPATIAUX D'UNE STRATEGIE

L'ensemble très large de mesures et d'effets que comprend une stratégie fait que celle-ci peut agir sensiblement sur l'organisation de l'espace. Il semble en particulier, qu'elle doive modifier les disparités spatiales du point de vue de la satisfaction des besoins de déplacement apportée par l'offre de transport existante. Usuellement, le surplus, ou plus précisément sa variation, néglige cet aspect spatial, qui apparaît pourtant comme fondamental tant en matière de transports interrégionaux qu'au niveau des transports urbains. Le calcul économique, de manière générale, a toujours eu quelques difficultés à intégrer et à définir de manière satisfaisante la dimension spatiale. L'espace qui nous intéresse ici doit être envisagé comme le support des activités humaines ; c'est-à-dire, qu'il intègre les dimensions physique et géographique, tout en donnant une place privilégiée à la structure socio-économique qui s'enracine en lui. Tout élément de cette structure (habitat, moyens de production ou d'échange, centre de loisirs...) est donc localisé dans une portion déterminée de l'espace et situé dans le cadre du système d'activités constitué par une agglomération, une région ou un pays. Cette localisation, et l'activité qu'elle supporte, forment un ensemble pour lequel nous devons chercher à mesurer le degré de satisfaction des besoins de déplacement résultant de l'offre de transport existante. Comme dans le cadre de la classification par catégories de bénéficiaires nous mettrons en évidence des différences de degrés de satisfaction. Ces inégalités caractérisent la situation de référence que la stratégie s'attachera à modifier.

Ces effets spatiaux de la politique de transport doivent être alors mesurés en terme de variation de la satisfaction des besoins de déplacement. Pour cela, on peut envisager une autre ventilation de la variation du surplus, c'est-à-dire une deuxième décomposition selon les

sous-ensembles de l'espace concerné par la stratégie. Mais pour apprécier les effets correctifs, il est nécessaire de caractériser convenablement les désajustements de l'état initial pris comme état de référence. Quel diagnostic est-il possible de proposer qui d'une part permette cette caractérisation, d'autre part présente par rapport au surplus la propriété d'additivité qu'avait le revenu ? Il vient immédiatement à l'esprit d'utiliser le surplus des usagers à la situation initiale que l'on peut représenter par la surface comprise entre la courbe de demande et l'axe des coûts à droite du point (C_1).

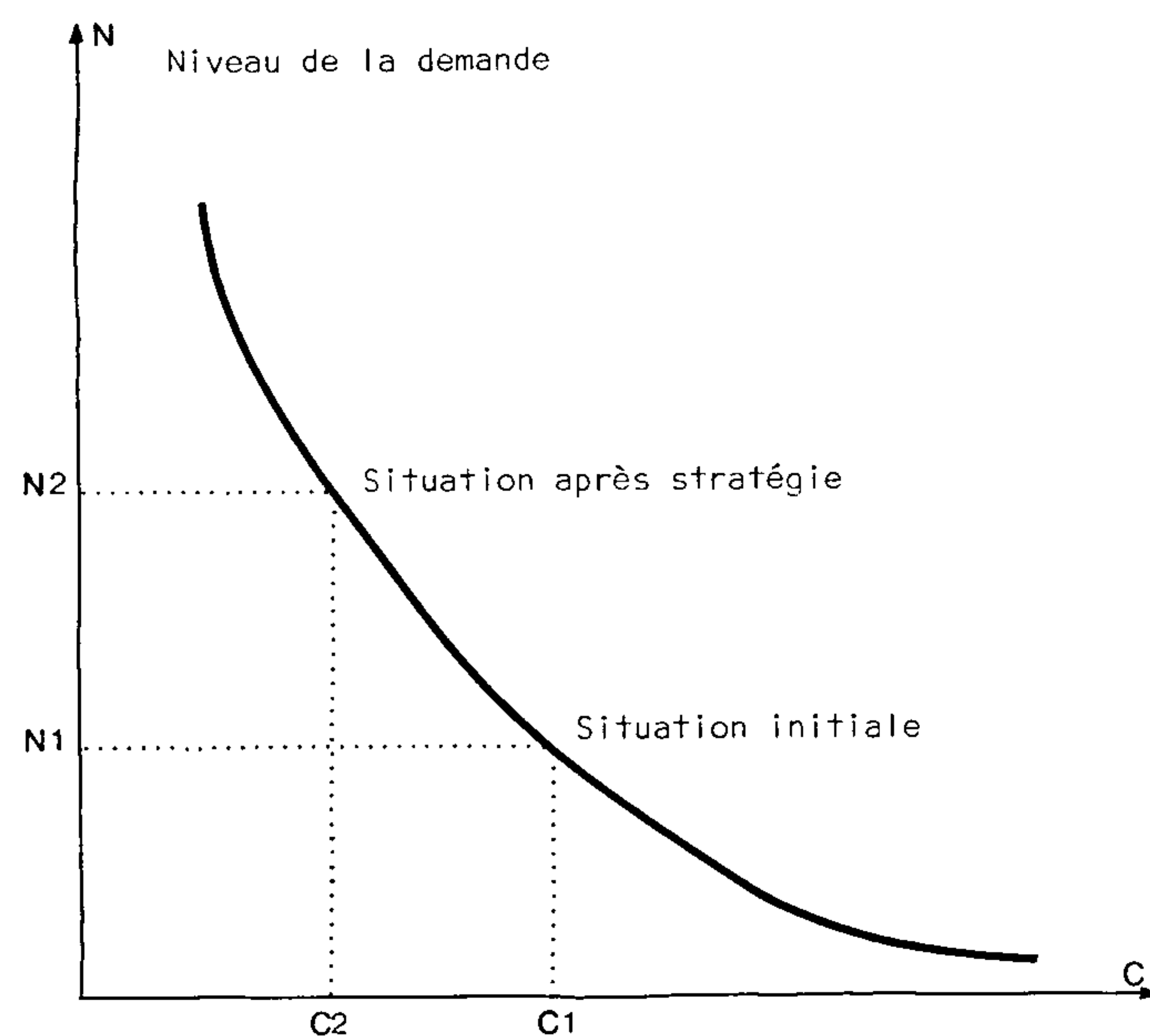


Figure 1

Nous savons qu'il s'agit d'un concept non opératoire. Nous sommes incapables d'en proposer une mesure. Seules ses variations peuvent être utilisées concrètement pour une évaluation, pour des raisons tout à la fois théoriques et pratiques. Face à ces difficultés, nous proposons d'utiliser des indicateurs d'accessibilité. Ils doivent être calculés pour chacune des zones du découpage spatial qui est à ces effets correctifs de la stratégie ce que la classification en classes de revenu est aux effets redistributifs. Mais quel est le contenu et la portée de ce calcul ?

II - CRITÈRES D'ACCESSIBILITÉ ET ÉVALUATION D'UNE STRATÉGIE

Il est indispensable, en premier lieu, de proposer une définition de l'accessibilité rendant compte de tous les aspects d'un concept très riche et très fécond.

1 - PROPOSITION DE DÉFINITION

L'accessibilité peut être définie comme une mesure locale de la facilité d'accéder à partir d'un point à un ou plusieurs autres points de l'espace, pour une motivation liée à un besoin, et par un moyen ou un ensemble de moyens de transport. Il s'agit donc en première analyse d'un concept physique lié à l'espace, au temps, et à un système d'activité donné. Examinons successivement chacun des éléments de cette définition.

1.1 - L'espace

L'accessibilité fait appel directement à la notion d'espace physique sur lequel nous devons définir, pour satisfaire au critère de mesurabilité, une distance. La définition de celle-ci doit tenir compte des caractéristiques géographiques de l'espace considéré : il est clair que notre définition conduit à rejeter une distance euclidienne ou "à vol d'oiseau" qui négligerait les contraintes topographiques du déplacement. Dans le cadre d'espace urbain, il peut être opportun d'utiliser par exemple une distance recti-linéaire, adaptée à la voirie ou autres sites propres des transports urbains, comme l'a indiqué D. INGRAM (1). Dans le cas de transports interrégionaux, la distance sera définie à partir des voies empruntées par les différents modes de transport possibles : voies ferrées, routes ou autoroutes, lignes aériennes.

La formulation mathématique de l'accessibilité, incluant cette notion de distance, devra satisfaire en outre à deux conditions aux limites : à distance nulle, l'accessibilité est maximum, à distance infinie, elle doit s'annuler.

(1) D. INGRAM. "The concept of accessibility : research for an operational form". *Regional Studies*. Vol. 5. n° 2. p. 103-107. juillet 1971.

12 - Le temps

Dans le domaine des transports, la notion de distance implique nécessairement l'idée de temps. L'ubiquité relevant du domaine de l'utopie et la vitesse de déplacement étant physiquement limitée, le temps nécessaire pour relier deux points lors d'un déplacement ne peut jamais s'annuler. Tout comme la distance, le temps apparaît comme un élément résistant qui limite l'accessibilité.

La notion de temps, outre cet aspect purement physique, traduit à travers ce qu'il est convenu d'appeler le budget-temps, l'ensemble des activités humaines avec les contraintes et les degrés de liberté qui y sont attachés. L'organisation du travail, par exemple, introduit des contraintes dans l'accessibilité, en particulier en matière de temps "libre" (1). C'est ainsi que la "journée continue" par le faible laps de temps qu'elle laisse à midi, limite considérablement l'accessibilité au domicile depuis le lieu de travail à cette heure. De même, dans le domaine des transports interrégionaux, l'absence flagrante d'étalement des congés en France, nécessite un suréquipement, en particulier en matériel ferroviaire ; de plus, elle limite la période durant laquelle les zones de loisirs sont accessibles aux usagers. La formulation de ces contraintes n'est pas simple, mais ces aspects de l'accessibilité devront toujours rester en toile de fond dans une évaluation de stratégie afin que cette dernière ne s'avère pas en fin de compte inefficace ou inutilement dépensière. Il est urgent, pour ces raisons, de lier la politique de transport à celle de l'aménagement du temps.

13 - Le système d'activité

Le système d'activité localise ses éléments en différents points de l'espace et détermine ainsi autant de pôles d'attraction qui constituent les éléments générant les déplacements. Le besoin de déplacement naît en effet, de l'existence en un lieu donné de l'espace, d'une activité. Il peut s'agir aussi bien pour l'utilisateur, d'un logement, d'un emploi, d'un service, d'une administration, d'un centre de loisirs, etc.

Le concept d'accessibilité devra introduire cet élément structurant de l'espace qui fait que la satisfaction des besoins de déplacement entre les points de l'espace dépend notamment de leur potentiel attractif.

(1) Voir à ce sujet le rapport "MAURIN" sur "l'aménagement du temps". 47ème vol. collection "Environnement". Documentation Française. 1976.

14 - Le moyen de transport

Le déplacement que nous cherchons à caractériser nécessite l'utilisation d'un moyen ou d'un ensemble de moyens comprenant à la fois un site (le rail, la voirie, ... etc.) et un véhicule (automobile, train, autocar, ...) que l'on peut assimiler par analogie physique à un conducteur et un courant, dont on cherchera à mesurer l'admittance et l'intensité. Si nous poursuivons l'analogie, nous dirons que l'accessibilité mesure la mobilité ou la conductivité entre deux points de l'espace possédant deux potentiels différents et liés par un conducteur ayant une certaine impédance.

15 - La mesure

Le dernier élément important contenu dans la définition proposée est celui de mesure. Nous l'avons déjà rencontré en étudiant les notions de distance et de temps. Mais une mesure signifie une évaluation d'une grandeur par comparaison avec une autre grandeur de même espèce prise pour unité-étalon. La mesure de l'accessibilité se fera par comparaison avec une accessibilité prise comme référence ou définie d'une manière normative.

Il faut rappeler que la définition proposée ne fait pas appel à une évaluation en terme monétaire. Elle a déjà été tentée en liant l'accessibilité à une utilité (1). Nous montrerons dans la suite que la réduction à une dimension monétaire est artificielle et risque de faire perdre une partie importante de l'information apportée par les dimensions spatio-temporelles. Elle aurait pour conséquence de nous ramener à une méthodologie unidimensionnelle.

2 - LES TENTATIVES DE FORMALISATION DE L'ACCESSIBILITE

Un grand nombre de formulations mathématiques proposées ont pour origine une analogie avec une théorie physique : mécanique, électromagnétique, thermodynamique statistique, mécanique des fluides, etc. Ce type de construction théorique, pour ne pas être formel, doit comporter des éléments mesurables et avoir fait l'objet d'une application au moins partielle. Il est en effet aisé et tentant, d'élaborer des modèles très

(1) C. KOENIG. "Théorie économique de l'accessibilité urbaine". Revue Economique. Vol. XXV. n° 2. mars 1974.

sophistiqués intégrant un grand nombre de paramètres, mais dont l'application s'avère par la suite bien souvent impossible. L'examen de différentes formalisations de l'accessibilité nous permettra d'en rendre compte.

21 - Les isochrones

Les indicateurs qui servent à construire les isochrones sont évalués en comptabilisant les opportunités offertes à l'intérieur d'une surface délimitée par un isochrone tracé à partir du centroïde de la zone étudiée. Selon les cas, ils peuvent être calculés pour un mode particulier, à partir de temps pondérés par le pourcentage d'utilisation des modes ou pour le meilleur mode. En comptabilisant les opportunités comprises entre deux isochrones distants, par exemple, de cinq minutes, on est en mesure d'établir, pour chaque zone j , réduite à un centroïde, un histogramme visualisant ces opportunités en valeur absolue ou en pourcentage. Les tranches de temps seront définies jusqu'à une valeur maximale α . Le temps α (cut-off point) correspond pratiquement à la limite au-delà de laquelle le nombre des opportunités accessibles devient négligeable. Pour un moyen de transport donné, elle se traduit par une délimitation de l'espace. Selon INGRAM (1) et GETIS (2), ce "cut-off point" peut être défini de deux manières suivant la stratégie envisagée : soit arbitrairement en fonction d'une politique de transport, soit physiquement à partir des résultats d'enquêtes-ménages sur les déplacements, et en fonction des limites géographiques de l'agglomération de la région ou du pays étudié.

A partir de cela, on peut calculer la moyenne pondérée du temps nécessaire pour atteindre une opportunité donnée depuis une zone i , ainsi que les caractéristiques de dispersion précisant la distribution autour de cette valeur centrale.

$$t_{im} = \sum_{k=0}^{k=N} O_k (2k + 1) \frac{T}{2}$$

où T représente la tranche de temps entre deux isochrones et O_k le pourcentage des opportunités contenues dans cette tranche. Cette formulation n'a de sens que si $N = \frac{\alpha}{T}$ est défini a priori car sinon le temps moyen devient infini.

Ce type d'indicateurs présente l'inconvénient de ne pas envisager explicitement la localisation géographique des activités. De plus,

(1) D. INGRAM. *Op. cit.*

(2) A. GETIS. "Residential location and the journey framework". *Association of American Geography*. 1969. Vol. 1. p. 55-59.

il doit être défini pour chacun des centroïdes, ce qui en limite l'utilisation pratique. On retrouve ici le problème de l'additivité, car du fait des temps d'accès au mode et des temps de transports terminaux spécifiques au point origine étudié, il n'est pas possible de déduire à partir des temps ainsi calculés, des temps de parcours entre isochrones, y compris le long d'un rayon issu du point origine.

22 - Accessibilité gravitaire

Cet indicateur a été construit par analogie avec les lois mécaniques de la gravitation universelle de NEWTON. Cette analogie est très courante dans le domaine de l'économie des transports car nombre de modèles de distribution de trafic sont construits sur ce principe. Pour ce qui concerne l'accessibilité, on retient le fait que la répartition des trafics d'échange entre zone est déterminée à la fois par les masses attractives de chaque zone de l'espace que l'on concentre par commodité en un centroïde, et par les difficultés de liaison entre centroïdes. L'indicateur d'accessibilité tente de lier l'élément moteur du déplacement caractérisé par les opportunités existantes dans une zone j que l'on souhaite atteindre à partir d'une zone i , et l'élément résistant mesuré par la distance ou le temps. La formulation mathématique des accessibilités "gravitaires" est toujours du type :

$$A_{ij} = O_j f(d_{ij})$$

où O_j représente le nombre d'opportunités de la zone j et d_{ij} la distance généralisée entre les zones i et j .

La fonction $f(d_{ij})$ est monotone, décroissante et représente la transformation non linéaire de la distance et du temps dans un système d'activité perçu, et traduit par des comportements humains observés dans diverses études. MILLES (1) fait référence à des études réalisées par GALLAWAY aux U.S.A., CREEWOOD en Inde, aux U.S.A. et en Egypte et par LOWRY à San Francisco.

L'ensemble de ces travaux fait apparaître une décroissance non linéaire, faible au voisinage du centroïde, forte à partir d'une certaine distance, puis à nouveau plus faible avant de tendre vers zéro. On peut ainsi distinguer trois zones.

1° - Dans la première portion de la courbe, la distance joue un rôle négligeable dans la perception de l'accessibilité ; celle-ci dépendant essentiellement des opportunités offertes.

(1) E. MILLES. "A note on the role of distance in migration : cests of mobility verous intervening opportunities". *Journal of Regional Sciences*. Vol. 12. n° 3. décembre 1972. p. 475-478.

2° - Puis vient une zone où l'accessibilité est très sensible à la distance. C'est dans ce domaine que la stratégie pourra agir le plus efficacement. Une croissance de cette valeur critique grâce à la stratégie, correspondra dans ce cas à un élargissement du "champ des possibles" pour l'utilisateur.

3° - Le troisième secteur joue un rôle plus faible du point de vue de l'accessibilité. Seules des opportunités importantes en nombre et en qualité pour l'utilisateur pourront motiver un déplacement dans ce cas.

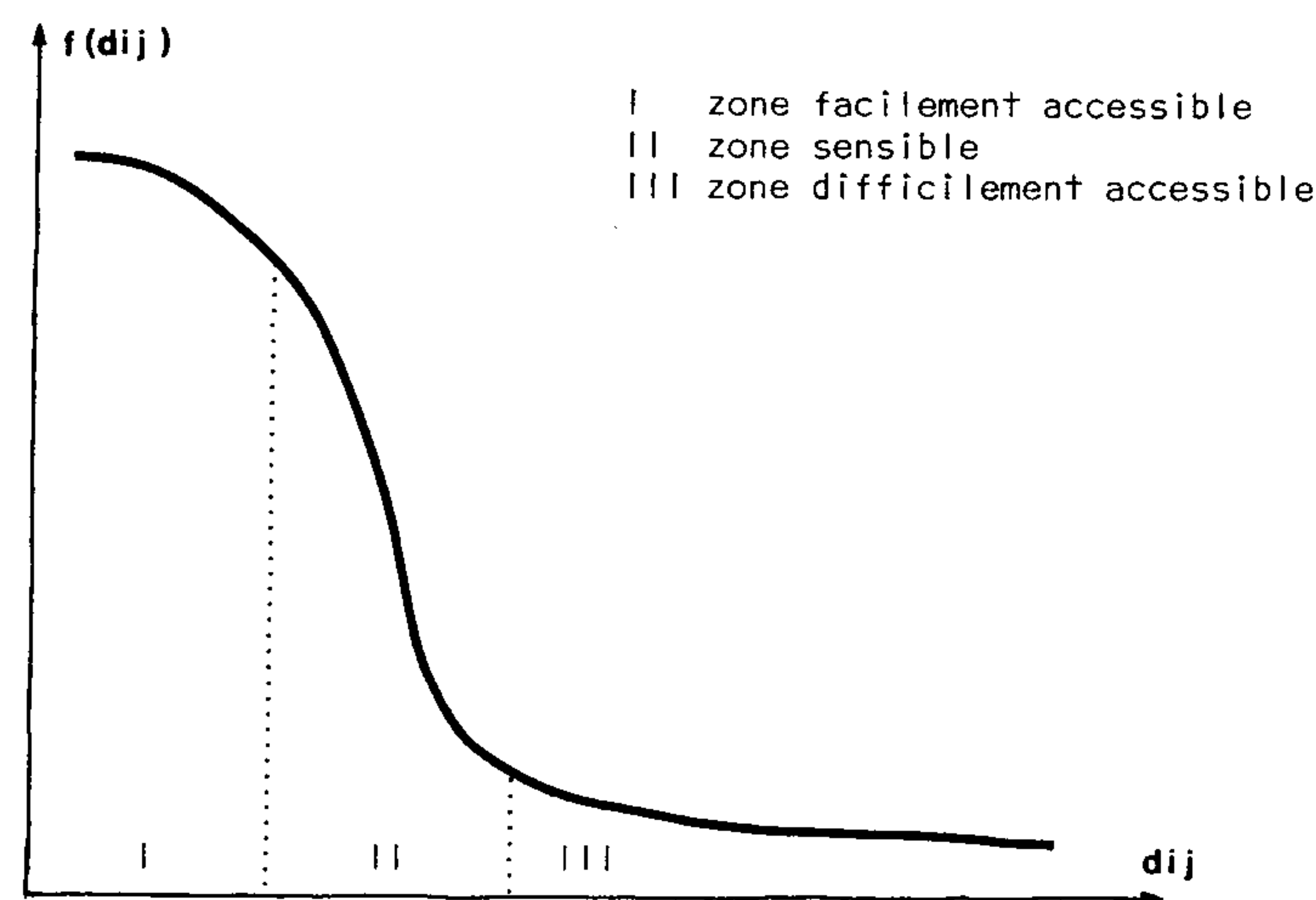


Figure 2

Il faut insister sur le fait que la variable d_{ij} intègre des éléments temporels, car elle représente une distance généralisée. Il est aussi possible de l'exprimer en temps généralisé ce qui, dans certains cas, peut être plus significatif. Dans tous les cas, $f(d_{ij})$ doit tenir compte de l'offre de transport mise à la disposition de l'utilisateur ainsi que des barrières physiques et psychologiques qu'il rencontre et auxquelles il répond par son comportement.

A partir de ces résultats, diverses formulations de $f(d_{ij})$ ont été proposées :

Fonction hyperbolique : $f(d_{ij}) = \frac{1}{\beta d_{ij}}$

Cette formulation est couramment utilisée en France, en particulier par

l'Institut de Recherches des Transports (1). β a pu être estimée à une valeur voisine de 2. Cette fonction a le mérite de la simplicité mais présente à notre avis deux inconvénients :

1 - elle surestime l'accessibilité au voisinage de l'origine

si $T_{ij} \rightarrow 0$ cela implique que $f(d_{ij}) \rightarrow \infty$

concrètement, on est alors conduit à choisir une distance d_{ij} arbitraire et à limiter l'intervalle de définition de $f(d_{ij})$.

2 - elle ne rend pas compte de la décroissance faible observée expérimentalement pour des valeurs faibles de d_{ij} .

Exponentielle décroissante : $f(d_{ij}) = ke^{-\alpha d_{ij}}$

où k représente la valeur maximale de $f(d_{ij})$ dans la zone contenant le centre de i ($ke^{-\alpha d_{ij}} \rightarrow k$ lorsque $d_{ij} \rightarrow 0$)

et où α est coefficient évalué dans les diverses études françaises entre 0,05 et 0,20. Le S.E.T.R.A. l'a évalué à 0,15 pour les villes de province et à 0,07 dans la région parisienne.

Nous avons ici une décroissance moins forte que dans la fonction hyperbolique au voisinage de l'origine. Elle représente encore médiocrement le palier observé dans la zone entourant le centre de tout en ayant l'avantage important de simplifier la représentation graphique sur un papier semi-logarithmique.

Fonctions gaussiennes : $f(d_{ij}) = ke^{-\frac{d_{ij}^2}{V}}$

Dans le but de répondre aux critiques faites aux deux modèles précédents, INGRAM (2) propose d'utiliser ces fonctions de type gaussien, où k représente là encore la valeur maximale de $f(d_{ij})$

($ke^{-\frac{d_{ij}^2}{V}} \rightarrow 0$ lorsque $d_{ij} \rightarrow 0$)

et où V est une constante liée à la zone étudiée. La fonction gaussienne se rapproche assez bien des courbes expérimentales, car elle présente un palier au voisinage du maximum et une décroissance assez forte ensuite.

(1) A. BIEBER. "Une application du concept d'accessibilité à l'étude des réseaux de transports collectifs". I.R.T. 1974.

(2) D. INGRAM. Op. cit.

La constante V intègre les particularités de la zone, de l'agglomération ou de la région étudiée. INGRAM, dans une étude réalisée aux U.S.A. à Hamilton (Ontario) a découpé la ville en 466 zones. V a été calculé comme la moyenne de carrés des distances entre les centroïdes. Dans d'autres études, V est défini à partir du diamètre moyen de l'agglomération étudiée. Aucune de ces définitions n'apparaît comme totalement satisfaisante.

Les accessibilités ainsi formulées peuvent être calculées pour divers motifs de déplacement ou pour diverses catégories d'opportunités : emplois, services, commerces, administration, loisirs, ... etc. On évalue pratiquement le nombre de ces opportunités à partir des statistiques disponibles : nombre d'emplois par zone, nombre de logements, nombre et nature des services, nombre d'emplois tertiaires liés aux services, ... etc. Dans tous les cas, le calcul de l'ensemble A_{ij} permet de définir l'accessibilité globale de la zone i

$$A_i = \sum_j \frac{O_j f(d_{ij})}{n}$$

En pondérant chacune des zones i par un coefficient p_i correspondant aux poids relatifs de chacune des zones i , fournis par exemple par un modèle de génération par motifs de déplacement, on peut définir également une accessibilité moyenne de l'agglomération :

$$\bar{A} = \frac{\sum_i p_i A_i}{\sum_i p_i}$$

Dans le cas particulier de l'accessibilité aux emplois, les déplacements de i à j représenteront des trajets domicile-travail. On peut alors proposer de pondérer les zones i par leur population active l_i .

Cette étude doit être complétée par l'étude de la dispersion des accessibilités A_i autour de la valeur centrale $\bar{A}$. Une stratégie redistributive peut, à partir de là, s'orienter suivant l'une des deux politiques possibles entre lesquelles le décideur devra trancher :

- soit chercher à réduire la dispersion des accessibilités, c'est-à-dire axer la stratégie sur les zones les plus déshéritées ;
- soit rechercher une amélioration d'ensemble sans se préoccuper prioritairement d'une réduction de la dispersion.

La problématique de cet ouvrage nous conduit à expliciter la première éventualité.

3 - L'ACCESSIBILITE COMME CARACTERISTIQUE D'UN ETAT DE REFERENCE DANS LE CADRE D'UNE COMPARAISON DE STRATEGIES

Le concept d'accessibilité par la synthèse qu'il permet entre éléments moteurs et résistants, mesure l'état de référence tant au niveau de la répartition spatiale des activités, que de la plus ou moins grande impédance des branches du réseau, ce qui permet de mieux apprécier la modification de l'offre inhérente à la stratégie.

Toutefois, son caractère physique peut apparaître comme une limite et l'on est tenté de le monétariser afin de pouvoir l'intégrer à un bilan économique. C'est ainsi que l'on a cherché à calculer l'utilité brute du déplacement correspondant au gain attendu de l'opportunité que l'on cherche à atteindre. Il faut lui soustraire le prix généralisé du déplacement pour en déduire l'utilité nette. C'est ainsi que C. KOENIG (1) propose dans le cas des déplacements domicile-travail, de mesurer l'utilité brute par le salaire rémunérant l'emploi que l'on recherche. Cela peut être admissible dans ce cas, mais comment évaluer monétairement l'utilité d'un déplacement pour raisons familiales, pour loisirs, ... etc. L'évaluation de l'utilité serait alors très largement subjective et aurait pour résultat de réduire l'usager à "homo oeconomicus".

D'autres tentatives de quantification de l'accessibilité ont été tentées et les publications sur ce sujet s'enrichissent de jour en jour (2). Cela signifie simplement que ces représentations symboliques sont toujours perfectibles et qu'il est bien difficile d'englober dans une formule un concept aussi riche. Toujours est-il que pour ce qui nous concerne, retenons de cet instrument sa capacité de rendre compte d'un niveau de satisfaction des besoins. L'idée vient alors de comparer l'état initial à l'état consécutif à la mise en place de la stratégie pour mesurer et apprécier les effets correctifs.

Ce type d'évaluation présente cependant un inconvénient grave : nous avons observé qu'il n'y a pas de traduction monétaire satisfaisante des indicateurs d'accessibilité. Il en découle que les avantages

(1) C. KOENIG. *Op. cit.*

(2) Voir par exemple :

- HIROYURI YAMADA. "On the theory of residential location : accessibility space, leisure and environmental quality". *Papers of the regional sciences association. 11 th Congress Rome 1971. Vol. 29. 1972. p. 125-135.*
- WBUNGE. "Theoretical geography". *Lund Studies in geography serie C n° 1 C.W.K. Gleerug Lind 1966.*
- W.G. KANSEN. "Now accessibility shoces land use". *Journal of the American Institute of Planing. Vol. 25. 1959. p. 73-76.*
- M. ECHENIQUE. D. GROWTHER. HLINDSAY. "Aspatial model of urban stock and activity". *Regional Studies 1969. vol. 3. p. 281-312.*

d'une stratégie ne peuvent être rapportés à leur coût, excluant par là-même, tout bilan économique significatif. De plus, l'interprétation des variations d'accessibilité observées n'est pas évidente. Elle est certainement moins exploitable que celle que nous allons envisager.

III - COMPLÉMENTARITÉ DES DEUX CRITÈRES

Il apparaît indispensable pour mesurer en des termes interprétables sur le plan économique les avantages ressentis par les usagers, de pallier les inconvénients de ces indicateurs en proposant une utilisation cohérente du surplus et de l'accessibilité mettant à profit la complémentarité des deux critères. Nous utiliserons un tableau à double entrée dans lequel les lignes correspondront à une ventilation du surplus en fonction des catégories sociales et les colonnes à une ventilation entre les zones de l'espace. Les marges seront comparées au vecteur colonnes rassemblant les indicateurs d'accessibilité, et au vecteur ligne contenant les revenus moyens par catégorie sociale.

Nous retenons :

- ΔS_{ij} part de la variation du surplus dont bénéficient les habitants de la zone i et de la catégorie sociale j
- $\Delta S_{i.}$ $\sum_j \Delta S_{ij}$ surplus total bénéficiant aux habitants de la zone i
- $\Delta S_{.j}$ $\sum_i \Delta S_{ij}$ surplus bénéficiant aux habitants de la catégorie sociale j
- ΔS $\sum_i \Delta S_{i.} = \sum_j \Delta S_{.j}$ surplus total
- A_i indicateur d'accessibilité de la zone i

	Effet de la stratégie	Situation initiale	
	Catégorie sociale j	Total	Indicateur d'accessibilité
Zone i	ΔS_{ij}	$\Delta S_{i.}$	A_i
	$\Delta S_{.j}$	ΔS	
Situation initiale indicateur de revenu	$R_{.j}$		

L'interprétation des effets redistributifs à partir des résultats de ce tableau, doit être effectuée de manière différente suivant les lignes et les colonnes (1). En effet, il est relativement simple de comparer les deux dernières lignes du tableau, car le nombre de catégories sociales reste faible, et il s'agit dans les deux cas d'évaluations monétaires. Par contre, la comparaison des deux dernières colonnes peut s'avérer difficile du fait du grand nombre de zones à prendre en considération, par souci d'homogénéité, des éléments rassemblés autour de chaque centroïde.

Nous proposons de représenter chaque zone par un point dans un plan rapporté à un système d'axes comprenant les accessibilités A_i en abscisse et les variations de surplus ΔS_i par habitants de la zone i en ordonnées.

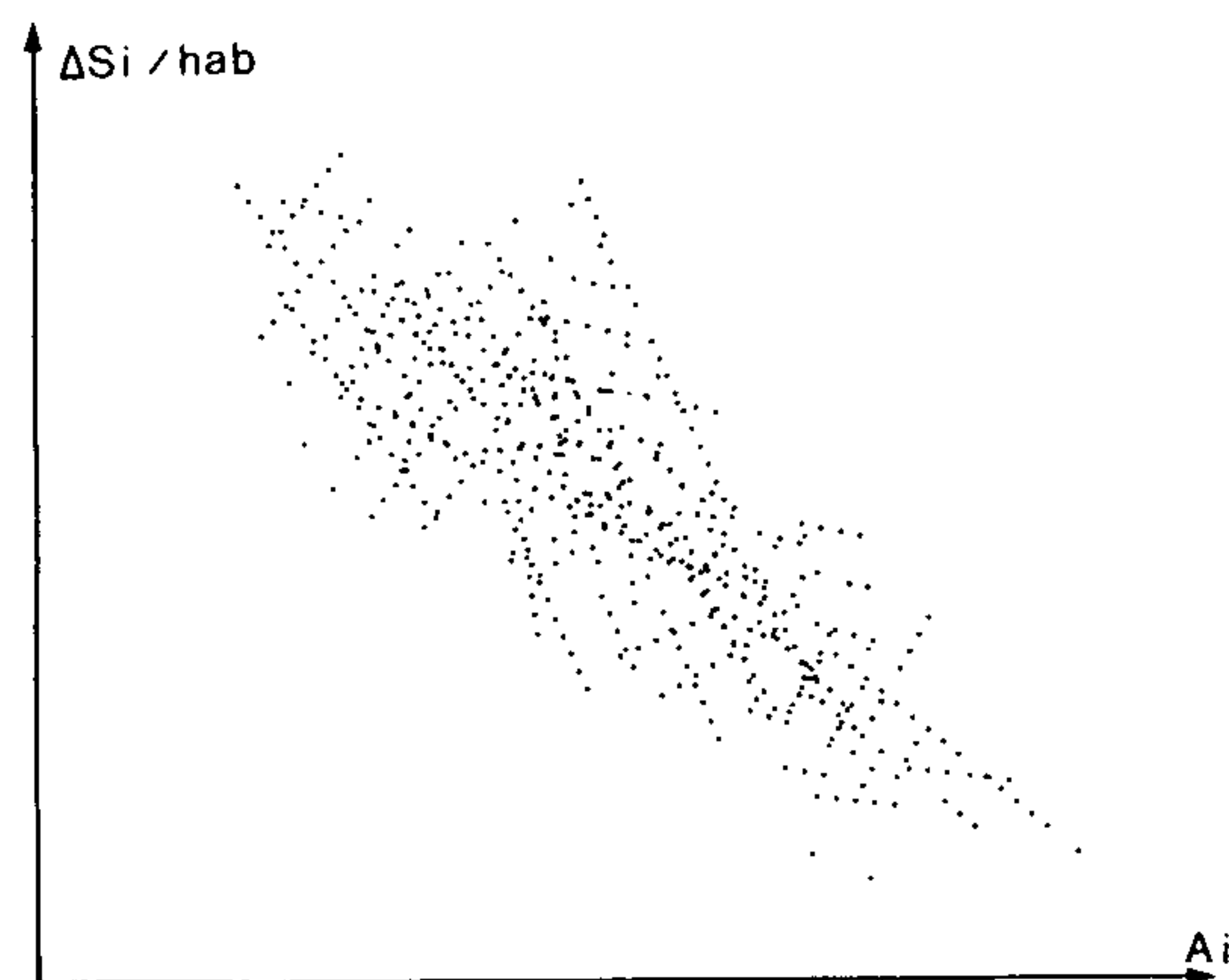


Figure 3

La silhouette du nuage ainsi formé représente ainsi fidèlement les effets correctifs. Si le nuage a une silhouette décroissante, comme c'est le cas pour le graphique représenté ci-dessus ; cela indique que les habitants dont les besoins de déplacement sont les moins bien satisfaits, bénéficient de l'essentiel de la variation du surplus. Une silhouette croissante traduirait une aggravation de la situation, tandis qu'une silhouette horizontale ferait apparaître le maintien des inégalités existantes.

Pourtant, si cette représentation est fidèle, elle présente malgré tout deux inconvénients : en premier lieu, la comparaison entre

(1) Au sujet de la définition précise de ce tableau : A. BONNAFOUS, B. GERARDIN "Le point de vue des usagers dans l'évaluation d'une stratégie de transports interrégionaux de personnes". Cahier I.E.E. n° 11. Collection Economie des Transports et Econométrie. 1975.

graphiques correspondant à des stratégies différentes n'est possible que si les nuages de points se détachent les uns par rapport aux autres. Ensuite, la forme du nuage occulte les données démographiques, ce qui peut la rendre trompeuse. Si par exemple, le nuage a une silhouette décroissante, nous en déduirons que globalement, la stratégie corrige les inégalités. Il se peut qu'en marge de ce nuage, on trouve quelques points en infraction avec la tendance globale et que ceux-ci correspondent aux zones les plus denses. Dans ce cas, la conclusion première apparaîtra en fait quelque peu hâtive. C'est pourquoi, il convient de trouver un moyen de réintroduire le poids relatif des zones.

Pour lever ces deux difficultés, nous proposons d'attacher à chaque point une masse égale à la population de la zone, de calculer par la méthode des moindres carrés, les deux droites de régression du nuage

- surplus par rapport aux accessibilités,
- accessibilité par rapport au surplus.

On substitue alors le faisceau de ces deux droites au nuage qui rassemble à lui seul trois informations importantes.

1° - La hauteur du centre de chaque faisceau représente la valeur totale de la variation de surplus inhérente à la stratégie ; c'est-à-dire, le critère traditionnel du calcul économique.

2° - La pente du faisceau indique le caractère correctif de la stratégie.

3° - L'écartement entre les deux droites, s'il est important, met en évidence les irrégularités de la correction. L'importance des exceptions ainsi détectées nécessite le cas échéant de les repérer.

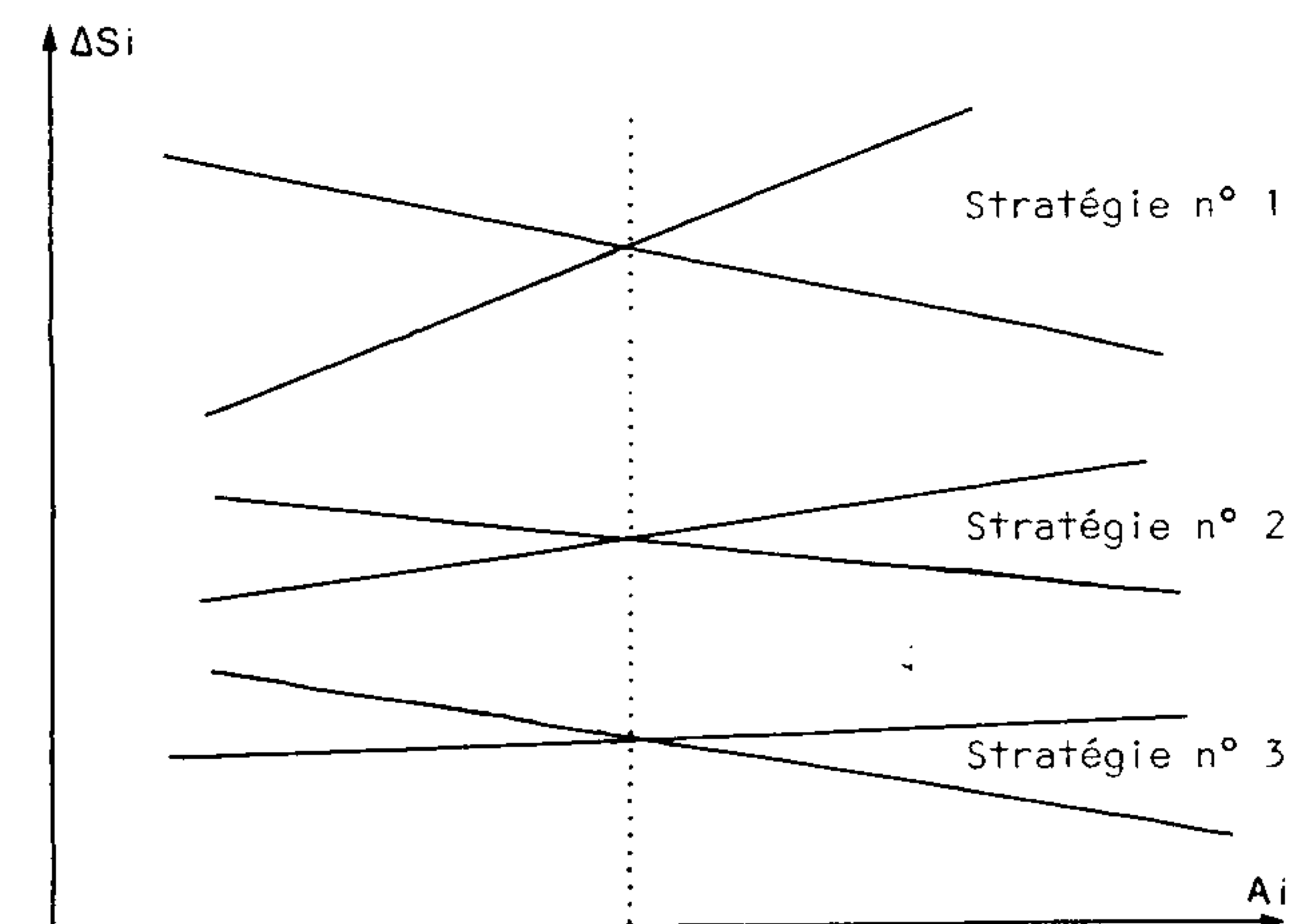


Figure 4

Ces trois éléments rendent possible une comparaison entre stratégies grâce à une représentation des faisceaux sur un même graphique. Les résultats de cette confrontation formant des éléments d'appréciation pour une évaluation de type multicritère intégrant d'autres éléments liés aux différents points de vue : des entreprises de transport, de l'environnement, ... etc.

2 - PROBLEMES DE MISE EN OEUVRE

Dans l'exposé qui vient d'être fait de la construction des tableaux, un certain nombre de difficultés pratiques de mise en oeuvre ont été volontairement écartées.

21 - Un ou plusieurs tableaux

En premier lieu, il convient de se poser la question du nombre de tableaux construits par stratégie. Il apparaît comme plus simple au niveau du calcul de différencier les modes de transports et les motifs de déplacement ce qui a par contre l'inconvénient de multiplier les éléments d'évaluation qu'il faudra ensuite agréger ou intégrer dans une méthode multicritère.

Le cas particulier des transports interrégionaux de personnes que nous avons été amené à étudier de façon plus approfondie dans le cadre d'une recherche réalisée pour le compte du S.A.E.I. (1) a nécessité la ventilation suivant trois modes : avion, transports en commun terrestres (train et transports publics routiers) et voitures individuelles. Par ailleurs, les motifs ont été répartis en trois catégories :

- motifs d'affaires,
- voyages personnels d'une durée inférieure à quatre jours,
- voyages personnels de plus de quatre jours.

De manière générale, il est préférable d'éviter, quand cela est possible, la ventilation par mode qui alourdit considérablement le processus d'évaluation. Par contre, la distinction par motif apporte une information indispensable. Du point de vue des transports interurbains, deux stratégies, l'une favorisant les déplacements d'affaires, l'autre les déplacements personnels, ne sauraient être confondues, même si leurs évaluations globales étaient équivalentes. En milieu urbain, l'approche

(1) A. BONNAFOUS, B. GERARDIN "Le point de vue des usagers dans l'évaluation d'une stratégie de transports interrégionaux de personnes". Cahier I.E.E. n° 11. 1975.

des déplacements domicile-travail ne peut être identique à celle des déplacements pour achats, loisirs ou affaires personnelles.

22 - La situation de référence

Cela précisé, il convient de vérifier la cohérence et la compatibilité du modèle de demande retenu pour le calcul du surplus avec les découpages en zones et en catégories sociales ainsi qu'avec la perspective redistributive. Cette définition du modèle de demande amène à se poser la question de la signification exacte de la variation de surplus. Il s'agit d'une variation entre deux situations : la situation créée par la stratégie à évaluer et une situation de référence que nous devons préciser.

Au premier abord, il semblerait logique de comparer les stratégies deux à deux. En fait, une telle méthode s'avère difficile à mettre en oeuvre si le nombre de stratégies à comparer est élevé. Pour n stratégies, il faudra procéder à C_n^2 comparaisons, le nombre des éléments intervenant dans l'évaluation étant grand, il n'est pas évident que la supériorité d'une stratégie par rapport à une autre stratégie soit transitive. Pour lever cette difficulté, il convient de définir une stratégie de référence, par exemple : une stratégie "plancher" dont la définition, bien évidemment, ne sera pas neutre par rapport au résultat.

Divers types de stratégies "planchers" peuvent être envisagés. Il peut s'agir d'une stratégie minimale telle que le coût généralisé pour chaque liaison, chaque mode et chaque motif à l'horizon retenu soit maximal par rapport à celui de l'ensemble des stratégies considérées. L'inconvénient d'une telle référence se situe dans l'éventualité d'une stratégie aberrante ou fantaisiste, qui s'écarterait considérablement des autres, et compliquerait l'interprétation du contenu du tableau.

Une autre référence, couramment utilisée, consiste à maintenir pour l'horizon retenu, l'offre physique actuelle. Cela suppose que n'apparaisse pas de saturation dans les zones qui se développeraient sensiblement entre la période actuelle et l'horizon retenu. Sinon, la saturation de l'offre dans certains centrotides prendrait un poids relatif considérable par rapport aux zones non saturées.

Une troisième solution, que nous retiendrons comme la plus satisfaisante, consiste à maintenir les coûts généralisés (évaluer en francs constants) à l'horizon retenu au niveau des coûts généralisés actuels. Cela suppose que l'offre physique s'adapte à l'évolution de la demande, en particulier dans les secteurs en forte évolution. La difficulté de mise en oeuvre réside ici dans le choix d'une actualisation dont dépendra nécessairement le coût généralisé en francs courants à l'horizon retenu, et qui influera sur le niveau de l'offre physique envisagé pour cet horizon.

Mais reconnaissons que les problèmes de mise en oeuvre sont loin d'être tous résolus. Nous avons supposé la possibilité d'une maîtrise convenable du mécanisme de la demande et l'existence d'une définition complète, cohérente et opératoire du coût généralisé. L'état actuel de ces outils n'est pas totalement satisfaisant et leur mise en oeuvre se heurte lors d'applications concrètes à de multiples difficultés. Les solutions et les questions présentées ici ne prétendent pas toutes les résoudre. Nous pourrions observer qu'il en va de même des propositions avancées dans les chapitres suivants.

CHAPITRE IV

ÉVALUATION DES EFFETS REDISTRIBUTIFS D'UNE STRATÉGIE :

POINT DE VUE DES ENTREPRISES DE TRANSPORT

La problématique de cet ouvrage sera intégralement conservée s'agissant des effets d'une stratégie sur les entreprises de transports. Nous avons voulu que la méthode choisie soit suffisamment systématique et s'articule de façon cohérente avec la démarche suivie dans le chapitre précédent. Nous pensons que la méthode des comptes de surplus (1) répond à ces deux exigences et cela pour trois raisons :

- d'une part, elle peut être aisément reliée à la notion usuelle de surplus (variation d'utilité collective) ;
- d'autre part, elle met l'accent sur les aspects redistributifs du fonctionnement d'une entreprise ;
- enfin, elle débouche sur une technique d'évaluation des effets d'une stratégie sur les entreprises de transports qui nous semble opératoire dans la mesure où l'on peut envisager une projection des comptes d'exploitation des entreprises concernées.

C'est sur ces trois affirmations que s'appuient les développements qui vont suivre.

(1) Cette méthode a été développée par P. MASSE et P. BERNARD in "Les dividendes du progrès". Ed. du Seuil 1969 et par le CERC dans différentes publications dont les références suivent :
 Documents du CERC n° 1. "Surplus de productivité globale et comptes de surplus".
 Documents du CERC n° 3-4. "Productivité globale et comptes de surplus à la SNCF".
 Documents du CERC n° 8. "Productivité globale et comptes de surplus de GDF".
 Documents du CERC n° 13. "Productivité globale et comptes de surplus d'EDF".

I - DE LA VARIATION D'UTILITÉ COLLECTIVE AU SURPLUS DE PRODUCTIVITÉ GLOBALE

1 - REFORMULATION DE LA VARIATION D'UTILITÉ COLLECTIVE

Nous avons établi dans le chapitre II que la variation d'utilité collective relative à une transformation de l'économie consécutive à un investissement dans le secteur des transports pouvait s'écrire :

$$dU = -T (dp + f dt) + (T dp + p dT - dD)$$

Autrement dit, la variation d'utilité collective s'analyse comme la somme de la variation de surplus des consommateurs et de la variation de bénéfice des entreprises à prix des facteurs constants. Ce dernier terme peut être transformé pour faire apparaître la variation de dépenses en valeur et par conséquent la variation de revenu en valeur :

$$T dp + p dT - dD = T dp + p dT - dD + \sum q_{ip+1} dp_i - \sum q_{ip+1} dp_i$$

$$\text{Or, } -dD = \sum p_i dq_{ip+1} \text{ d'où}$$

$$T dp + p dT - dD = T dp + p dT + \sum p_i dq_{ip+1} + \sum q_{ip+1} dp_i - \sum q_{ip+1} dp_i$$

$$\text{Or, } \sum p_i dq_{ip+1} + \sum q_{ip+1} dp_i = \sum d(p_i q_{ip+1})$$

Cette dernière expression représente la variation des dépenses du secteur transport en valeur. Par suite, si l'on appelle dB la variation de revenu en valeur du secteur transport on a :

$$T dp + p dT - dD = d(Tp) + d(\sum p_i q_{ip+1}) - \sum q_{ip+1} dp_i = dB + \sum q_{ip+1} dp_i$$

La variation d'utilité collective a donc finalement pour expression

$$dU = -T (dp + f dt) + \sum q_{ip+1} dp_i + dB \quad (1)$$

Elle apparaît comme la somme

- du surplus des usagers
- de la variation de rémunération des facteurs de production du secteur transport, provoquée par une modification de leur prix
- de la variation de revenu du secteur transport en valeur.

Cette expression est équivalente, à la notation différentielle près, à l'expression du surplus de productivité globale.

2 - LE SURPLUS DE PRODUCTIVITÉ GLOBALE

L'émergence du concept de productivité globale résulte de considérations fort différentes de celles qui nous ont conduit à l'expression (1). En effet, on établit l'expression du surplus de productivité globale par comparaison entre deux comptes d'exploitation successifs. L'objectif de cette comparaison est de mettre en évidence un flux comptable susceptible de s'interpréter comme un gain obtenu par l'entreprise sur l'inefficacité résultant soit d'un meilleur aménagement des facteurs de production, soit d'une meilleure exploitation des marchés. A ce titre, on voit déjà le lien qui s'établit entre ce concept de surplus de productivité globale et celui de variation d'utilité collective. En effet, la variation d'utilité collective positive manifeste une augmentation du rendement social au sens de M. ALLAIS c'est-à-dire une augmentation de l'efficacité du système.

Les raisonnements qui vont suivre seront effectués dans le cadre d'une entreprise mono-productrice. On désignera par p le prix du produit et P la quantité produite. Les quantités de facteurs utilisés seront désignées par le symbole F_j et le prix des facteurs correspondants par le symbole f_j . Enfin, on indicera 1 et 2 les flux se rapportant aux deux périodes successives.

Le compte d'exploitation de l'entreprise à la période 1 peut s'écrire :

$$p^1 \times P^1 = \sum f_j^1 \times F_j^1 + B^1$$

et pour la période 2

$$p^2 \times P^2 = \sum f_j^2 \times F_j^2 + B^2$$

En retranchant ces deux expressions membre à membre et en posant $\Delta p = p^2 - p^1$

$$\Delta P = P^2 - P^1, \text{ on obtient :}$$

$$(p^1 + \Delta p) (P^1 + \Delta P) - p^1 P^1 = \sum (f_j^1 + \Delta f_j) (F_j^1 + \Delta F_j) - \sum f_j^1 F_j^1 + \Delta B$$

ce qui donne en effectuant et ordonnant

$$p^1 \times \Delta P - \sum f_j^1 \times \Delta F_j = -\Delta p (P^1 + \Delta P) + \sum \Delta f_j (F_j^1 + \Delta F_j) + \Delta B \quad (2)$$

Le premier membre de l'égalité apparaît comme la différence entre la variation de valeur de la production à prix constant et la variation de dépense à prix de facteur constant. Selon les auteurs de la méthode, cette grandeur représente l'importance des gains de l'entreprise dans sa lutte contre l'inefficacité.

C'est un indicateur de ses gains de productivité. En effet, on constate que cette expression augmente chaque fois qu'il y a substitution d'un facteur bon marché à un facteur cher, donc effort de productivité. Cette grandeur a été appelée surplus de productivité globale.

Analysons maintenant le deuxième membre de l'égalité.

$$- \Delta p (P^1 + \Delta P)$$

représente la variation des dépenses des consommateurs imputable à des variations de prix. Il s'agit donc du surplus du consommateur, c'est-à-dire des avantages que le consommateur retire du fonctionnement de l'entreprise au cours de la période.

$$+ \sum \Delta f_j (F_j^1 + \Delta F_j)$$

représente la variation de rémunération des facteurs de production imputable aux variations de prix de ces facteurs. Ce terme donne une évaluation des avantages ou désavantages dont ont bénéficié ou pâti les facteurs de production.

ΔB

représente simplement la variation de bénéfice d'exploitation de l'entreprise. Ce terme indique la part des gains de productivité qui sont revenus à l'entreprise. On a donc l'égalité : surplus gagné = surplus distribué.

Ces développements appellent les remarques suivantes :

1° - Il est clair que l'expression figurant à droite de l'égalité est équivalente à l'expression de la variation d'utilité collective (aux notations près).

2° - Bien qu'aboutissant à un résultat identique à l'expression de la variation d'utilité collective, on ne peut pas affirmer que le calcul conduit à une évaluation comptable de cette dernière. En revanche, il n'est pas absurde de soutenir que les flux mis en évidence sont susceptibles d'être retenus en tant qu'indicateurs des variations de satisfaction des agents concernés par le fonctionnement de l'entreprise, dans la mesure où ces flux traduisent l'évolution des situations relatives des agents.

3° - Des deux remarques précédentes, on peut tirer les conséquences suivantes :

- cette méthode permet aisément de relier les effets d'une stratégie sur l'entreprise de transport aux effets de cette stratégie sur les consommateurs (le premier terme du surplus distribué est le surplus du consommateur au sens néo-classique). Elle permet donc de traiter de manière cohérente les effets sur l'usager et sur l'entreprise de transport ;

- cette méthode met en évidence l'accent sur l'un des aspects redistributifs d'une stratégie à savoir : à quelles catégories d'agents profite-t-elle, quelles catégories d'agents pénalise-t-elle ?

4° - Cette méthode conduit à un mode d'évaluation opératoire dans la mesure où la collecte des données repose sur la comptabilité d'entreprise, qui est une source de documentation relativement accessible.

Au terme de cette première étape, nous avons été amené à préciser les aspects essentiels de la problématique conduisant à la production du concept de surplus de productivité globale. Parmi ces aspects, l'un d'entre eux doit retenir particulièrement notre attention : l'aspect redistributif. Nous allons voir dans une deuxième étape que cet aspect redistributif se trouve particulièrement bien mis en évidence, lorsque l'on intègre le surplus de productivité globale dans le cadre de la méthode des comptes de surplus.

II - LES COMPTES DE SURPLUS (1)

Nous avons vu que le surplus de productivité globale est utilisé pour :

- d'une part permettre une baisse éventuelle des prix de vente donc une augmentation du surplus des usagers
- d'autre part, accroître la rémunération des facteurs de production
- enfin majorer le bénéfice de l'entreprise.

Cependant il se peut que les prix de vente augmentent au lieu de diminuer. Dans ce cas, le surplus des usagers figurant au deuxième membre de l'égalité (2) est négatif. On peut alors faire passer ce terme dans le premier membre pour le faire apparaître positif. Ainsi la hausse des prix donne un supplément de valeur aux quantités produites qui vont s'ajouter au surplus de productivité globale. C'est l'ensemble de ces ressources qui va servir à financer les augmentations de coût des facteurs et l'augmentation du bénéfice.

On peut encore envisager que certains coûts de production baissent. Dans ce cas, les termes les concernant au deuxième membre seront négatifs. Ainsi, le prix des matières premières peut baisser tandis que le coût des autres facteurs de production augmente. On fait alors glisser du premier membre, le terme concernant les matières premières, et un nouveau supplément de ressources vient s'ajouter au surplus de productivité globale pour financer les autres éléments du deuxième membre de l'égalité.

De façon générale, si l'on repousse au premier membre tous les termes négatifs, on fait apparaître un flux que l'on appelle surplus total, qui a financé tous les termes positifs du deuxième membre, et dont la somme constitue le surplus réparti. A l'égalité surplus gagné et surplus distribué, on peut donc opposer l'égalité :

surplus total = surplus réparti.

Les agents concernés par un terme positif au deuxième membre ont donc reçu chacun une partie du surplus total, surplus constitué d'une part des gains de productivité obtenus au cours de la période et d'autre part des diminutions de rémunération dont ont souffert d'autres agents. Ainsi les agents concernés par un terme négatif non seulement ont pâti du fonctionnement de l'entreprise, mais ont contribué à l'apparition des termes positifs. En d'autres termes, on peut dire que l'existence de termes négatifs permet le financement des termes positifs ou encore que les surplus élémentaires négatifs financent les surplus élémentaires positifs. On est donc, dans le cadre de cette interprétation, au cœur du problème de redistribution des avantages liés au fonctionnement de l'entreprise.

(1) Voir document du CERC. *Surplus de productivité globale et compte de surplus*. n° 1. p. 24-25.

Remarquons que le surplus de productivité globale peut lui-même être négatif. Cela signifie qu'il s'est produit une baisse de productivité consécutive par exemple au maintien d'un personnel supérieur au besoin alors qu'il s'est produit une contraction de la production. Cette baisse de la productivité doit être financée, soit par une augmentation du prix de vente, soit par la réduction de certains coûts, soit enfin par une diminution du bénéfice. Le surplus de productivité globale passe alors au second membre et apparaît comme un élément de surplus réparti.

Cette nouvelle approche, on le conçoit sans peine, débouche directement sur une présentation sous forme de compte où figurent d'un côté les apports et d'un autre côté les utilisations de ces apports. Dans l'hypothèse où le surplus de productivité globale serait positif, le surplus du consommateur négatif, tous les autres termes étant positifs, on aurait la présentation suivante :

Surplus apporté	Surplus reçu
- surplus de productivité globale	- variation de rémunération des facteurs de production
- surplus du consommateur	- bénéfice d'exploitation

C'est d'ailleurs dans cette perspective que la problématique du surplus de productivité globale trouve sa véritable dimension (1).

Cette présentation a l'avantage de fournir un cadre de repérage systématique des agents bénéficiaires et des agents victimes.

La troisième étape du raisonnement nous conduira à adapter cette méthode à l'évaluation des effets d'une stratégie sur les entreprises de transport.

(1) Cela a été démontré nettement par E. FROMENT dans "Les travaux du Centre d'Etude des Revenus et des Coûts en termes de surplus". Thèse complémentaire. Université Paris I. 1973.

III - COMPTE DE SURPLUS ET TECHNIQUE D'ÉVALUATION

Il convient d'abord de présenter les comptes de surplus sous une forme adaptée à l'objet de l'étude. Cela fera l'objet d'un premier effort de formalisation. Puis, il sera nécessaire d'envisager les modalités selon lesquelles la situation initiale pourra être caractérisée.

1 - NOUVELLE FORMALISATION DES COMPTES DE SURPLUS

L'appréciation d'une stratégie de transport sous l'angle redistributif exige non seulement une ventilation des avantages et désavantages entre les différentes catégories et agents économiques, mais également une ventilation de ces avantages et désavantages entre zones géographiques concernées, dans la mesure où ces stratégies ne peuvent être élaborées en faisant abstraction d'objectifs régionaux. Dans ces conditions, les comptes de surplus doivent faire apparaître cette double ventilation. De plus, mais c'est un point plus accessoire, il est évident que le terme concernant les facteurs de production doit être éclaté en ces différentes composantes (1). On distinguera :

- les fournisseurs (matière, marchandises et services consommés) ;
- le personnel ;
- l'Etat (impôts, taxes, subventions) ;
- les apporteurs de capitaux (frais financiers) ;
- les amortissements.

Cet éclatement de la somme concernant les facteurs de production appelle de notre part deux commentaires. Les fournisseurs peuvent eux-mêmes faire l'objet d'une ventilation par secteur. Par ailleurs, la variation de flux des amortissements doit être reliée à la variation du bénéfice d'exploitation puisque ces deux éléments sont les composantes des ressources financières internes issues du cycle d'exploitation.

Pour une entreprise de transport donnée, compte-tenu des précisions apportées, on aboutirait à une présentation des comptes d'exploitation analogue à celle du tableau 1.

Cette présentation fait ressortir les totaux par zone et par agents des surplus apportés ou répartis. A ce titre, on voit que cela autorise un repérage systématique des agents bénéficiaires ou victimes dans la mesure où les flux sont significatifs d'avantages reçus ou d'avantages apportés.

(1) Le traitement spécifique du surplus du consommateur fait l'objet du chapitre III

MODE DE TRANSPORT r - MODE DE PROPRIETE 1									
Agents Zones	SURPLUS APORTE							Totaux	
	FOURNISSEURS		PERSONNEL		PRETEUR		ENTREPRISES		
		Secteur 1	Secteur 2					Amortissement	Surplus de P.G.
Zone 1		s_{11}^r	s_{12}^r						s_1^r
Zone 2									s_2^r
Zone p									s_3^r
Totaux		$s_{.1}^r$	$s_{.2}^r$						

Même présentation pour les surplus répartis

TABEAU 1

De plus, les comptes de surplus doivent être ventilés selon un double critère :

- le mode de transport ;
- le mode de propriété de l'entreprise (privée ou publique).

Il reste bien entendu à dégager un certain nombre de critères permettant d'apprécier l'importance et le sens de la redistribution caractérisé par ces flux.

En effet, il est hors de question de faire la sommation de ces flux, et de mettre en balance purement et simplement, par zone et par agent, surplus apporté et surplus réparti. Opérer de cette façon équivaldrait à retomber dans les errements de la théorie néo-classique en mettant sur le même pied tous les agents ou toutes les régions. Il faut donc se donner une batterie d'indicateurs autorisant une pondération explicite de ces flux (1).

2 - ELEMENTS D'APPRECIATION DES SURPLUS ELEMENTAIRES

Nous n'évoquerons pas ici les éléments permettant de porter un jugement sur les flux concernant l'usager, cette analyse ayant fait l'objet du Chapitre III. Nous ne nous intéresserons donc qu'aux autres éléments enregistrés par les comptes de surplus.

Remarquons que les surplus (apportés ou répartis) peuvent être rapportés en définitive à quatre grandes catégories d'agents :

- les fournisseurs,
- le personnel,
- les bailleurs de fonds,
- l'entreprise elle-même.

En effet, les surplus élémentaires se rapportant aux amortissements, à la variation de bénéfice, et le surplus de productivité globale sont des flux qui concernent l'entreprise.

Par ailleurs, il s'agit de trouver des éléments d'appréciation aussi bien pour les totaux en colonnes (surplus apportés ou répartis par agents) que pour les totaux en ligne (surplus apportés ou répartis par zone géographique).

(1) Et abandonner ainsi l'hypothèse générale de répartition optimale des revenus.

Pour clarifier les choses, nous adopterons les conventions suivantes :

- il y a n agents indicés j
- il y a p zones indicées i
- il y a trois modes de transports indicés r
- il y a deux modes d'appropriation des entreprises (privée ou publique). On indicera 1 le mode de propriété privée et 2 l'appropriation publique.

Dans ces conditions pour un mode de transport et pour un système d'appropriation les totaux en colonne s'écriront :

$$\sum_{j=1}^p s_{ij}^{r1} = s_{.j}^{r1}$$

On aura n termes de ce type-là, chacun de ces termes devant être confronté à une variable d'état permettant de l'apprécier.

De même les totaux en ligne s'écriront :

$$\sum_{j=1}^n s_{ij}^{r1} = s_i^{r1}$$

et l'on aura p termes de ce type qui devront être également confrontés à des variables d'état distinctes des premières.

21 - L'évaluation de la redistribution entre les agents

Il s'agit ici de proposer une méthode permettant de mesurer l'ampleur de la redistribution opérée entre les agents, et mettant en évidence les inégalités dans la situation initiale. Cette formulation générale appelle dès maintenant une remarque. La méthode des comptes de surplus dégage une redistribution entre agents qui s'opère par l'intermédiaire d'une modification du système de prix. Cependant, l'un des termes fait exception à cette règle : le surplus de productivité globale, puisqu'il est construit à partir de modification de quantité à prix constant. Cette remarque nous conduira donc à traiter distinctement les termes construits à partir de variations de prix et le surplus de productivité globale.

211 - Evaluation de la redistribution provoquée par une modification du système de prix

Précisons avant d'aller plus avant les termes dont l'apparition est conditionnée par une modification des rémunérations. Il s'agit

des termes relatifs :

- aux fournisseurs
- au personnel
- aux entreprises de transport elles-mêmes (variation des amortissements et du bénéfice)
- aux bailleurs de fonds.

Ces quatre agents ont donc vu leur situation initiale se modifier consécutivement à une modification des prix relatifs. Les inégalités initiales doivent être caractérisées à l'aide du système de prix dans la situation de référence. On peut alors adopter une démarche qui dans son principe est simple.

Le prix de chaque bien ou service relatif aux agents précédents est caractérisé dans la situation de référence par la valeur de son indice, tous ces indices de prix étant calculés bien sûr à partir d'une année de base commune. On calcule alors pour chaque bien ou service concerné l'indice suivant :

$$I_j = \frac{\text{Indice de prix du bien ou service } j}{\text{Indice prix moyen des biens et services}}$$

Si la valeur de cet indice est supérieure à 100, cela signifie que dans la situation de référence le prix du bien ou service j bénéficie d'une situation plus favorable que celle de l'ensemble des autres prix en moyenne. En mettant en parallèle la valeur de ces indices et la valeur des surplus relatives de chaque bien ou service, on aura une idée du sens de la redistribution opérée. Cependant, il est clair que le surplus d'un agent à d'autant plus de chance d'être important, qu'il se rapporte à un élément occupant une part déterminante du coût de production des entreprises de transport étudiées. Aussi est-il préférable de faire le parallèle entre la valeur de l'indice I_j et la valeur du surplus correspondant pondéré par son poids dans le coût de production.

Remarque

Une telle méthode suppose évidemment que la variation de bénéfice et d'amortissement de l'entreprise fasse l'objet d'un traitement spécifique afin d'être décomposé en une variation de prix et une quantité. La démarche à suivre pour aboutir à ce résultat a été proposée par le CERC lui-même (1). On traite le bénéfice comme une charge financière, c'est-à-dire que l'on va dégager un taux de rémunération des capitaux propres. Si l'on appelle r le taux de rémunération des capitaux propres le terme ΔB s'écrit

$$\Delta B = \Delta r (CP + \Delta CP)$$

(1) Documents du CERC. Op. cit. p. 29.

où CP représente le montant des capitaux propres. Cependant l'amortissement peut sans inconvénient être regroupé avec la variation de bénéfice, pour former ainsi la variation de cash flow. On dégagera donc ainsi un nouveau taux de rentabilité des capitaux propres r' et l'on aura l'égalité :

$$\Delta B + \Delta A = \Delta r' (CP + \Delta CP)$$

On calculera donc un indice de prix fondé sur l'évolution de ce "prix" des capitaux propres r' .

212 - Evaluation de la redistribution provoquée par une nouvelle allocation des ressources

Il s'agit maintenant d'apprécier l'impact d'une stratégie sur la redistribution des gains de productivité. Nous conserverons intégralement la problématique précédente pour évaluer cet impact. Mais au lieu de caractériser la disparité initiale par des indices de prix, nous la caractériserons par des indices de productivité.

L'indice de productivité retenu sera l'indice de productivité globale des facteurs défini comme le rapport

$$\Pi = \frac{\text{Indice de production}}{\text{Indice d'utilisation des facteurs}} \times 100$$

L'indice de production comme l'indice d'utilisation des facteurs sont, rappelons-le, calculés selon la formule de LASPEYRES.

On formera alors l'indice suivant pour le mode de transport r et le type de propriété l

$$\Gamma_{rl} = \frac{\Pi_{rl}}{\text{Moyenne des indices de productivité globale des facteurs}} \times 100$$

Une façon de caractériser l'effet correctif de la stratégie du point de vue de la productivité consisterait alors à mettre en parallèle la valeur de l'indice Γ avec la valeur des surplus de productivité globale correspondant. Cependant, pour éviter les effets de masse, c'est le rapport surplus de productivité globale du mode r /valeur ajoutée de mode r qu'il conviendrait d'adopter. Autrement dit on mettrait en parallèle la série des indices avec le montant du surplus de productivité globale par unité de valeur ajoutée. La méthode des faisceaux utilisée dans le chapitre II pour mettre en évidence les effets correctifs d'une stratégie sur la situation des usagers peut être réutilisée pour illustrer l'effet correctif sur la productivité. On porte en abscisse les indices et en ordonnée la valeur des surplus de productivité globale correspondante pondérée par la valeur ajoutée. Si le nuage de point a une forme décroissante (figure 1), on considérera que la stratégie a un effet correctif, inversement si le nuage a une forme croissante.

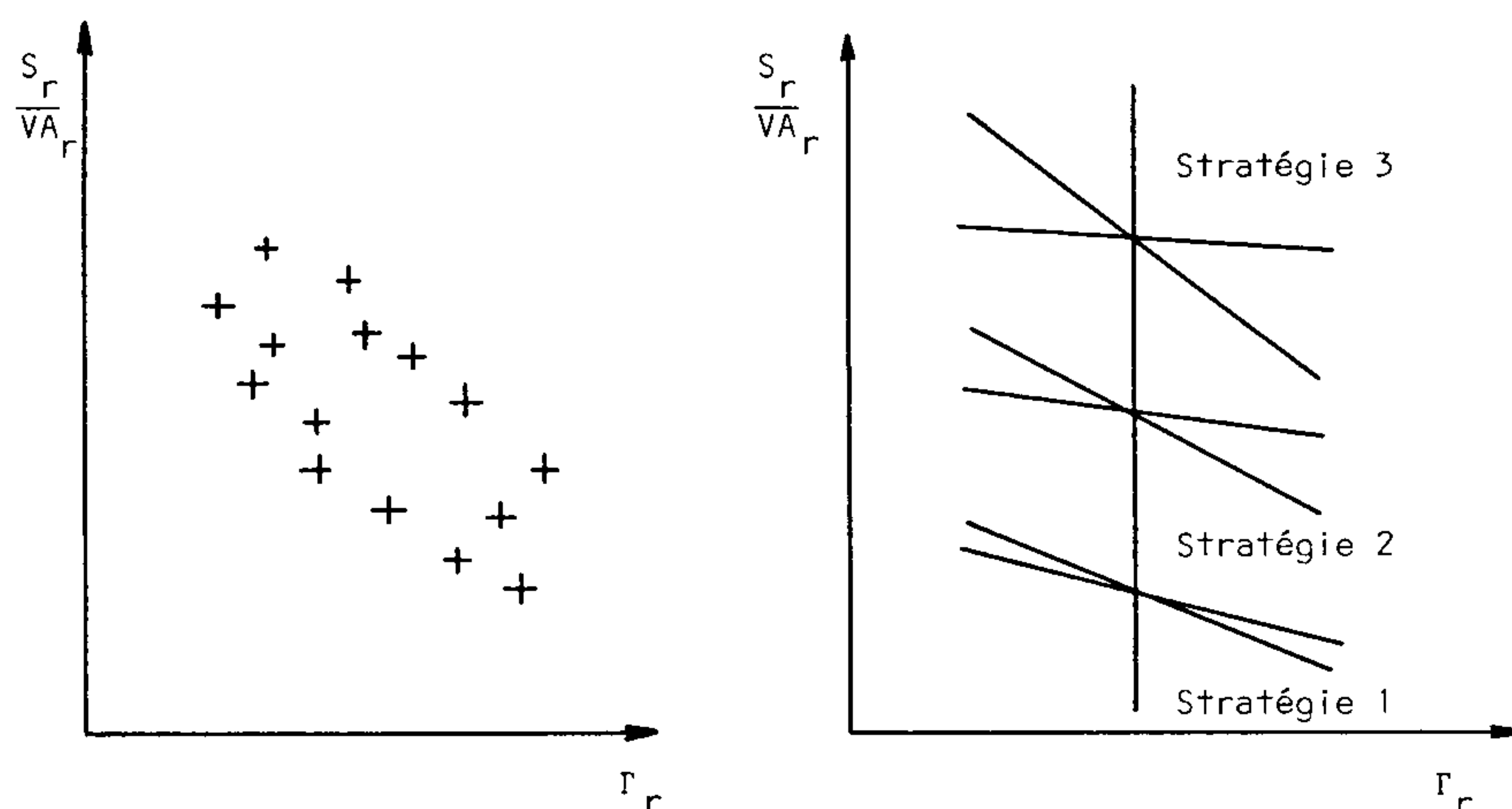


Figure 1

Figure 2

Si on calcule pour chaque stratégie les deux droites de régression, on obtient une série de faisceaux tels que le montre la figure 2. Ces faisceaux permettent de visualiser trois éléments d'appréciation importants sur l'effet correctif de chaque stratégie.

- Le niveau du point moyen nous permet de classer chaque stratégie en fonction du montant de surplus de productivité globale par unité de valeur ajoutée.

- L'écartement de chaque faisceau illustre la régularité de l'effet correctif (ou aggravant).

- Enfin, la pente des droites manifeste l'importance du phénomène correctif (ou aggravant).

Au total, pour résumer l'ensemble des développements qui ont été exposés, on peut dire que la méthode fournit deux types de renseignements complémentaires sur les effets redistributifs d'une stratégie :

- d'une part elle nous permet d'analyser dans quelle mesure une stratégie corrige les inégalités entre les différentes entreprises de transport (effets sur les niveaux de productivité),
- d'autre part, elle nous indique dans quelle mesure la diffusion de ces gains de productivité corrige ou aggrave l'inégalité entre les agents.

22 - Appréciation des surplus par zone

Le traitement des surplus par zone appelle selon nous un traitement particulier.

- Il faut d'abord remarquer que dans chaque zone il y a des agents qui apportent un surplus et d'autres qui bénéficient de la répartition du surplus. Il n'est pas très utile de conserver cette distinction pour chaque zone car le point important n'est pas de savoir qui supporte ou bénéficie, mais de savoir si globalement telle zone apporte un surplus ou bénéficie de la répartition du surplus. Autrement dit pour chaque zone, il faut faire apparaître un surplus net ici la différence en ligne

$$\text{surplus réparti} - \text{surplus apporté} = \text{surplus net}$$

qui nous donnera le gain positif, négatif ou nul de la zone considérée.

- La deuxième remarque concerne le traitement des surplus élémentaires concernant les entreprises (variation de cash flow et de surplus de productivité globale). Il va de soi que la totalité de ces surplus va s'imputer dans la zone où se situe le siège social de l'entreprise. Il faut être conscient que les surplus nets de certaines régions ne seront pas exactement comparables à ceux des autres, dans la mesure où ces zones comprennent une concentration très forte d'entreprises de transport. Néanmoins, il nous paraît difficile d'éviter ce genre d'écueil.

Ces deux remarques étant faites, on peut considérer que la distribution du surplus net régional doit s'apprécier en fonction des disparités de développements régionales. Plus précisément, il est essentiel de savoir dans quelle mesure une stratégie corrige les disparités interrégionales de développement.

Les inégalités de développement régional entre zone seront caractérisées par le niveau du rapport valeur ajoutée/habitant. Chaque zone est caractérisée à la fois par ce rapport et par le rapport surplus total - surplus réparti / habitant.

On peut alors procéder à une analyse statistique des points représentatifs de ces couples de valeur selon la méthode utilisée dans les autres cas.

Ainsi grâce à ces deux types de graphiques, le décideur saisit de façon synoptique les effets redistributifs d'une stratégie sur les entreprises de transport. De plus, les comptes de surplus étant ventilés par mode de transport et type de propriété, il est possible au décideur de pondérer les effets ainsi observés en fonction du poids qu'il entend donner à ces différents éléments.

L'objectif de cette analyse n'est donc pas de donner une réponse de type purement arithmétique à la question du choix d'une stratégie comme le fait l'analyse traditionnelle coût-avantage, mais simplement

de fournir les éléments utiles à l'appréciation des effets redistributifs d'une stratégie, afin que ces effets puissent être intégrés dans le cadre d'une analyse multicritère.

Si cette méthode présente quelque supériorité par rapport à l'analyse classique coût-avantage, il ne faut cependant pas se masquer que sa mise en oeuvre soulève des difficultés au moins aussi grandes que celles que nous évoquions à l'issue du précédent chapitre.

IV - LE PROBLÈME DE LA MISE EN OEUVRE

La mise en oeuvre de la méthode proposée soulève des problèmes pratiques dont certains ont été mis en évidence au cours des développements précédents. Cependant, nous voulons mettre en lumière maintenant trois difficultés qui n'ont pas encore été soulevées.

- La première difficulté concerne la collecte des informations. La technique d'évaluation suppose une ventilation des surplus par zone géographique. La mise en oeuvre de cette technique est liée à l'existence de statistiques régionales. Le découpage par zone devra tenir compte de cette disponibilité de l'information, c'est-à-dire que la notion de zone retenue sera fonction de l'existence d'information sur telle ou telle surface du territoire. Notons immédiatement que la difficulté est accrue par le fait qu'il s'agit d'obtenir une ventilation régionale d'éléments très spécifiques. Pour prendre un exemple attestant de cette difficulté, on peut indiquer que la méthode suppose la possibilité de décomposer les postes achats, travaux fournitures services extérieurs, du compte d'exploitation de la SNCF par région. Il n'est pas évident qu'une telle procédure soit praticable en l'état actuel des données statistiques.

- La deuxième difficulté est relative à la projection des comptes d'exploitation des entreprises de transport. La possibilité d'une telle projection repose sur l'existence de séries chronologiques suffisamment importantes pour permettre de dégager des structures d'exploitation caractéristiques. Il est évident qu'extrapoler à partir de structures d'exploitation relative à une situation passée présente de réels dangers. C'est pourquoi, il serait nécessaire d'envisager plusieurs variantes en fonction de diverses hypothèses faites sur les perspectives d'évolution des marchés amont et aval et des techniques de production.

Remarquons que la méthode des comptes de surplus soulève une difficulté particulière s'agissant des projections des comptes d'exploitation puisque reposant sur la décomposition prix quantité, elle exige une projection séparée de ces deux éléments. Il est évident que la projection du système de prix est de loin la plus difficile. Il faut souligner que la méthode proposée multiplie la difficulté puisque son application suppose que l'on puisse déterminer le système de prix dans la situation de référence d'une part, et d'autre part l'évolution de ce système entre la situation de référence et la situation étudiée. D'ailleurs, il n'est pas certain que la période de référence ait une influence sur l'évolution du système de prix dans la mesure où la modification d'activité du secteur transport n'a pas forcément une incidence sur le système de prix de ces facteurs de production (à l'exception de la rémunération des capitaux investis).

Quoi qu'il en soit, ces dernières remarques soulèvent le problème du choix de la période de référence, qui constitue la troisième difficulté. Cette variation de surplus ne peut être qu'une variation calculée entre deux états de l'économie. Cela revient à poser la question

de la détermination d'une situation de référence à laquelle seront comparées les différentes stratégies possibles. Cette difficulté a déjà été soulevée dans le précédent chapitre. Nous n'avons rien à rajouter à ce qui a été discuté et proposé sur ce point.

Il reste que ces obstacles de mise en oeuvre ne sont certainement pas plus difficiles à surmonter que ceux que nous allons rencontrer en faisant la tentative de prendre en considération ce qu'il est convenu d'appeler l'environnement.

CHAPITRE V

ÉVALUATION DE STRATÉGIE ET INDICATEURS D'ENVIRONNEMENT

Une stratégie de transports de personnes ne concerne pas uniquement les usagers et les entreprises de transport. Les "non-usagers", population et activités économiques, retireront des avantages ou supporteront des inconvénients de différente nature en raison à la fois de la réalisation d'infrastructures nouvelles et des flux de trafic, liés à une stratégie donnée, sur les liaisons interrégionales routières, ferroviaires et aériennes, ou sur un système urbain de transport.

L'intégration des effets externes dans la procédure d'évaluation d'une stratégie suppose donc le repérage puis l'estimation, ex ante, de ces effets et l'identification des agents ou milieux concernés. Au préalable il importe de préciser immédiatement la nature des effets externes à prendre en compte ; il apparaît que les répercussions d'une stratégie peuvent être correctement appréciées en distinguant deux types d'environnement :

- l'environnement socio-économique des zones concernées par une stratégie. On songe ici principalement au problème de l'évaluation, ex ante, d'effets structurants (ou destructurants) de la réalisation et du fonctionnement d'infrastructures de transport. Ce premier aspect ne sera pas développé ici (1) ;

- l'environnement physique ou, plus généralement, écologique, pour lequel les effets d'une stratégie se traduiront en termes de pollutions et nuisances affectant les populations riveraines des infrastructures, et en termes de destruction, de destruction d'espaces par suite des emprises et du trafic (ou de la variation et de la fréquence du trafic) engendré par une stratégie.

On abordera donc dans ce chapitre les effets externes "environnementaux" : après avoir exposé les problèmes d'ordre méthodologique soulevés par l'intégration de ces effets dans l'évaluation d'une stratégie, on formulera quelques propositions visant à retenir plusieurs indicateurs d'environnement dans la procédure d'évaluation.

(1) Pour plus de détails on se reportera à l'ouvrage de F. PLASSARD. "Les effets structurants des autoroutes". Lyon. Paris. novembre 1976 (n° 1 de la même collection que cet ouvrage).

I - LES RÉPERCUSSIONS D'UNE STRATÉGIE SUR L'ENVIRONNEMENT : PROBLÈMES

MÉTHODOLOGIQUES

L'évaluation d'une stratégie de transport de personnes ne peut faire abstraction de différentes hypothèses sur l'évolution de certains facteurs susceptibles d'affecter les indicateurs d'environnement retenus. Par ailleurs il faut s'interroger sur le cadre spatial le plus pertinent pour évaluer les effets externes d'environnement ; enfin on se demandera quel est l'intérêt et comment se situent les études d'impact par rapport au problème d'évaluation d'une stratégie.

1 - L'ENONCE DES HYPOTHESES

Sans prétendre à l'exhaustivité, on examinera successivement :

- la répartition temporelle des flux de voyageurs,
- l'offre de transport et les technologies nouvelles,
- le prix de l'énergie.

11 - La répartition temporelle des flux de voyageurs

Indépendamment de la stratégie retenue, il n'est pas indifférent de prévoir comment se répartiront les déplacements de personnes entre les douze mois de l'année. Comment va évoluer le temps libre ? Par augmentation de la durée des congés payés ou par réduction de la durée hebdomadaire du travail ? L'aménagement du temps sera-t-il une réalité ? Peut-on faire désormais plusieurs hypothèses sur le degré d'avancement de l'étalement des vacances d'été, sur le fractionnement des congés annuels par leurs bénéficiaires, sur l'aménagement de la journée de travail ?

Les différentes hypothèses que l'on avancera doivent se traduire par une modification ou non, un "écrêtement" plus ou moins sensible des pointes de trafic traditionnellement observées. Tous ces aspects ont une incidence directe sur le cadre de vie des "non-usagers" : on songe principalement au phénomène d'encombrement dans les zones ou régions traversées, aux lieux de départ et de destination.

On pourrait objecter ici que la répartition temporelle des flux ne doit pas être une variable exogène de la stratégie mais un élément à part entière : par exemple l'instauration d'une tarification de pointe sur les réseaux autoroutiers et ferroviaires. En réalité cette tarification serait concevable, indépendamment des problèmes de sa mise en oeuvre, dans la mesure où la majorité de la population n'est pas

"captive" d'un mode de transport et du choix de ses dates ou heures de déplacement.

En définitive si l'on retient l'encombrement comme effet externe d'une stratégie (ou plus exactement variation d'encombrement par référence à une stratégie ou une période de référence), il convient d'introduire différentes hypothèses sur la répartition temporelle des flux de voyageurs.

12 - L'offre de transport et les technologies nouvelles

L'incertitude quant au développement de technologies nouvelles autorise la formulation d'hypothèses sur le caractère opérationnel et le fonctionnement réel de certaines d'entre elles dans le moyen et long terme. Ce problème est important dans la mesure où il est possible d'apprécier actuellement (par simulation en particulier) les répercussions sur l'environnement de ces technologies : gêne pour les riverains (bruit), consommation d'énergie par voyageur transporté, emprises nécessaires à leur réalisation. Par exemple, on estime que le train à grande vitesse reliant Lyon à Paris économiserait 100 000 tonnes d'essence dès la première année de son fonctionnement parce qu'il rendrait inutile la construction d'une nouvelle autoroute et de nouveaux aérodromes (1).

13 - Le facteur énergétique

Dans le contexte incertain et très changeant des relations économiques internationales, il est nécessaire d'introduire différentes hypothèses sur l'évolution du prix de l'énergie. Le problème est de savoir si une stratégie doit être définie sur la base d'une seule hypothèse (par exemple telle stratégie tendra à favoriser le transport en commun pour tel motif de déplacement en supposant un relèvement très fort du prix des carburants), ou si une même stratégie peut comporter deux ou plusieurs hypothèses sur le niveau du prix de l'énergie à l'horizon retenu.

Toutes choses égales par ailleurs, on peut supposer que la stratégie visant à économiser l'énergie aura des incidents moins graves pour certains aspects de l'environnement (pollution de l'air) que les autres.

(1) Cf. Ambroise RENDU. *Le dossier écologique du "train à grande vitesse"*. *Le Monde* du 25 février 1976.

2 - LE CADRE SPATIAL DE L'EVALUATION

Une stratégie de transport n'est pas spatiale. Dans le chapitre relatif aux usagers a été proposé un tableau croisé zones-catégories sociales, chaque zone ou région étant ramenée à son centroïde. Pour évaluer les stratégies du point de vue des non-usagers, il faudrait, semble-t-il, raisonner en termes de liaisons ou d'axes quand il s'agira d'apprécier les effets externes suivants :

- la destruction et la destructuration d'espaces,
- les phénomènes d'encombrement sur les axes routiers et autoroutiers.

En revanche, l'estimation des nuisances et pollutions (bruit, air) mériterait d'être faite au niveau des agglomérations, les non-usagers concernés étant principalement les riverains des aéroports, des gares et des voies ferrées, des autoroutes suburbaines et des routes nationales dans le cas des transports interrégionaux ; la quasi-totalité des habitants des zones denses, dans le cas des transports urbains, riverains des axes de circulation.

3 - LES ETUDES D'IMPACT : LEUR PLACE DANS L'EVALUATION DE LA STRATEGIE

A l'exemple de la loi américaine sur l'environnement de 1970 (National Environment Policy Act), la législation française a prévu, dans la loi du 10 juillet 1976 sur les espaces naturels et les paysages, l'obligation de réaliser des études d'impact pour tout projet susceptible d'avoir d'importantes répercussions sur l'environnement (1). La mise en place d'un système d'évaluation d'impact sur l'environnement a fait l'objet de nombreuses propositions de la part des chercheurs américains (2). Sans entrer ici dans les problèmes soulevés par le choix des paramètres et des indicateurs, il convient de mentionner brièvement les critiques dont peuvent faire l'objet certaines études :

- absence de critère de choix des paramètres et des pondérations attribuées à ceux-ci,
- traitement séparé de la qualité de l'environnement et des autres objectifs économiques et sociaux du projet,

(1) L'article 2 de la loi stipule : "... Les études préalables à la réalisation d'aménagement ou d'ouvrages qui, par l'importance de leurs dimensions ou de leurs incidences sur le milieu naturel, peuvent porter atteinte à ce dernier, doivent comporter une étude d'impact permettant d'en apprécier les conséquences."

(2) Voir par exemple M. FALQUE, D. d'OLLONE. Une méthode pour évaluer l'impact d'un aménagement sur l'environnement (Le Monde des T.P. et du bâtiment du 6 mars 1976) qui présentent certaines méthodes.

- non prise en compte de l'incertitude quant à la réalisation d'impacts sur l'environnement en raison de l'insuffisance des données et des connaissances sur les interactions susceptibles de se produire,
- difficulté de mettre au point une analyse dynamique des impacts, les méthodes d'impact présentant généralement un cadre statique.

Ces réserves n'enlèvent rien à l'intérêt que présentent ces études d'autant que le perfectionnement des méthodes interviendra nécessairement du fait de la réflexion théorique et de la pratique. Leur place dans l'évaluation d'une stratégie dépend du degré de précision de la stratégie et des moyens financiers disponibles ; deux attitudes sont alors concevables :

- une stratégie comprend la réalisation de m projets d'infrastructures de transport, peu nombreux, et substituables à ceux prévus dans une autre stratégie. Les études d'impact pour l'ensemble des projets devraient être réalisées afin d'apprécier les effets externes pour les non-usagers de chacune des stratégies ;
- les études d'impact ne doivent être utilisées que pour évaluer les impacts sur l'environnement des projets définis dans la stratégie qui sera retenue ; les effets sur l'environnement des stratégies concurrentes seront appréciés par des procédures moins lourdes et onéreuses avec l'emploi d'indicateurs d'environnement.

La seconde démarche semble justifiée dans la mesure où l'étude d'impact est conçue pour l'évaluation de projets, de variantes d'un même projet et non pour celle de stratégies.

II - INDICATEURS D'ENVIRONNEMENT ET STRATÉGIES DE TRANSPORT :

QUELQUES PROPOSITIONS

Par définition, une stratégie de transport comprend un ensemble d'objectifs et de moyens nécessaires à leur réalisation. Supposons une stratégie S_i à l'horizon temporel h_i pour laquelle est déterminée la répartition désirée des déplacements de voyageurs par motif et par mode traduite en termes de voyageurs-kilomètres ainsi que les projets d'infrastructures de transport à réaliser pour l'horizon défini.

L'évaluation de cette stratégie, du point de vue des non-usagers, se fera donc en identifiant et en mesurant les effets "environnementaux" liés au trafic sur les infrastructures anciennes et nouvellement créées d'une part, à l'implantation d'infrastructures nouvelles d'autre part (aéroport, autoroutes, lignes ferroviaires, infrastructures urbaines).

Concrètement, il n'est pas certain que l'on puisse concevoir des stratégies très contrastées, chacune privilégiant un mode de transport exclusif pour un motif donné. Il est sans doute plus réaliste de raisonner en termes de complémentarité qu'en termes de concurrence stricte entre modes de transport surtout pour les déplacements à motif "personnel". Bien entendu rien n'interdit d'envisager deux types de complémentarité : ainsi, si l'on prend l'exemple des congés d'été, le train-auto sur les grands axes ferroviaires (Paris-métropoles régionales, relations inter-métropoles) ou le train avec un système de location de voitures sur les lieux de destination. Dans l'un ou l'autre cas, la stratégie tendra à favoriser les déplacements par les chemins de fer qui devraient atteindre, pour l'horizon donné, un certain pourcentage du trafic total de voyageurs estimé à cette date pour les déplacements d'été.

Un autre aspect à prendre en compte est la quasi impossibilité de remettre radicalement en cause certains choix antérieurs : ainsi on admettra difficilement que le programme de construction d'autoroutes de liaisons transversales soit arrêté et remplacé par un programme d'amélioration des routes nationales existantes et de réouverture systématique de lignes secondaires fermées depuis plusieurs années.

Ces remarques préliminaires étant faites, les indicateurs d'environnement que l'on proposera plus loin ne correspondent pas exactement à la définition courante puisque certains d'entre eux ne concernent pas les pollutions ou nuisances proprement dites (destruction et destruction d'espaces) et ne traduiront pas l'évolution de la qualité de l'environnement du fait de l'adoption de telle ou telle stratégie. Pour les autres, c'est-à-dire ceux qui devraient donner "des informations sur la qualité de l'environnement en tant que processus dynamique dans un espace déterminé et durant une période de temps" (1), la difficulté sera

(1) Cf. K.W. KAPP. *Les indicateurs d'environnement. Origine, fonctions et signification à long terme. in Analyse socio-économique de l'environnement Problèmes de méthodes.* Mouton. Paris. 1973. p. 96-112.

d'imputer à telle stratégie les variations de l'indicateur par rapport à une stratégie ou une période de référence : par exemple l'évolution de la pollution atmosphérique à supposer que l'on soit en mesure de préciser la responsabilité propre des transports de personnes dans les niveaux observés aujourd'hui et prévisibles demain.

Enfin il est important de souligner que l'on se refuse à monétiser les effets externes d'une stratégie de transport pour différentes raisons :

- L'affectation d'une valeur monétaire à un effet externe est délicate en raison de l'existence de forte marge d'incertitude quant à l'ampleur de l'effet prévisible ; c'est le cas, par exemple, de l'estimation des plus-values (ou moins-values) foncières et immobilières résultant de l'implantation d'équipements collectifs et d'infrastructures. Le raisonnement par analogie avec des situations observées antérieurement est dangereux parce que l'on fait l'hypothèse implicite que les techniques de construction des infrastructures de transport restent identiques et que les réglementations sur les pollutions et les nuisances ne seront pas plus draconiennes.

- La comparaison de stratégies faisant intervenir de multiples points de vue, il n'est pas judicieux d'alourdir la méthode par le recours à des critères d'évaluation non pertinents ou entachés d'une forte incertitude.

1 - LE PROGRAMME D'INFRASTRUCTURES DE TRANSPORT DE LA STRATEGIE

On supposera au départ que les projets retenus dans chaque stratégie l'ont été une fois réalisées des études d'impact ; en d'autres termes, les variantes retenues sont, en principe, les moins dommageables pour l'environnement.

Les indicateurs d'environnement proposés dans le cadre d'une évaluation de stratégies concurrentes constituent des indicateurs d'impact sur l'espace concerné par les emprises de transport. On retient les suivants :

- la consommation de sol,
- la destruction d'espaces,
- la destruction d'espaces.

La distinction entre espace et sol, notions souvent synonymes dans certaines études, est importante. Le sol est considéré ici comme un élément physique et naturel qui ne peut être détruit et qui n'est pas reproductible. La "consommation" de sol, terme imagé, signifie en fait ici affectation de sol à des usages de transport au détriment d'usages antérieurs ou alternatifs. Bien que cette affectation ne soit pas irréversible pratiquement elle risque de l'être pendant très longtemps. L'espace est pris ici dans un sens multidimensionnel : politique, économique et social ; c'est également un espace vécu.

Les transports urbains et interrégionaux de personnes, produisent des espaces spécifiques en consommant du sol, en détruisant des espaces antérieurs (espace agricole et espace urbain) et en déstructurant également l'espace environnant. Bien entendu les infrastructures de transport restructurent l'espace qu'elles traversent mais cet aspect, non négligeable, ne peut être abordé dans le cadre que l'on s'est fixé.

Bien que la distinction entre espace urbain et espace rural apparaisse de plus en plus arbitraire dans les recherches sur l'aménagement, on estime que son introduction est nécessaire ici. En effet selon qu'il s'agisse d'évaluer une stratégie de transports urbains ou une stratégie de transports interurbains et interrégionaux de personnes, on s'intéressera principalement aux zones denses des agglomérations, ou à l'espace rural périurbain et de rase campagne. Pour chaque situation on reprendra les trois indicateurs suggérés plus haut (1).

11 - Espace rural et transports interurbains ou interrégionaux de personnes

111 - La consommation de sol agricole

Les emprises au sol des infrastructures seront différentes selon que l'on privilégie les liaisons aériennes intérieures, les déplacements par turbo-trains et T.G.V. ou la construction d'un réseau autoroutier quadrillant le territoire à partir des grandes agglomérations (2).

Le territoire agricole sera vraisemblablement l'un des plus touché par l'implantation, l'extension ou l'amélioration d'infrastructures de transport. Le point de vue des agriculteurs, et plus généralement celui de l'agriculture comme activité ne peut être négligé si l'on considère la place des produits agricoles dans les exportations françaises et l'importance de certains complexes agro-industriels dans l'économie de plusieurs régions.

(1) Il est bien évident que les agglomérations sont également concernées par les transports interrégionaux de personnes avec la construction d'autoroutes urbaines, la création de nouvelles gares ferroviaires consécutives au déplacement des centres villes, ... etc.

(2) Selon les estimations du Ministère de l'Agriculture faites à partir des enquêtes du SCEES, les voies de communication occupaient 924 milliers d'hectares en 1973, soit 1,7 % du territoire national ; en réalité le pourcentage devrait être légèrement supérieur, les aéroports de tourisme figurant dans la rubrique "espaces verts et terrains d'agrément".

Les critères d'évaluation des stratégies, si l'on prend comme objectif la minimisation des pertes pour l'agriculture peuvent être au nombre de deux :

- la superficie de terrains agricoles changeant d'affectation,
- le nombre d'exploitations détruites.

. La SAU (superficie agricole utilisée) prélevée pour les infrastructures de transport

Comparer uniquement les superficies en SAU destinées à disparaître ne suffit pas ; il importe d'introduire une pondération pour tenir compte à la fois de la valeur agronomique des terres et du type d'usage agricole au moment de l'emprise. Sur la base du prix des terres et des estimations agronomiques, on devrait être en mesure de dire que :

- un hectare de terres labourables équivaut à x hectares de cultures permanentes, ...
- un hectare de terre de catégorie A équivaut à x hectares de terres de catégorie B, ...

On pourrait également introduire une troisième pondération en tenant compte du fait que les emprises portent ou non sur des terres préalablement remembrées.

. Le nombre d'exploitations détruites

Pour ce second critère, il serait souhaitable d'introduire également une pondération en tenant compte, par exemple des éléments suivants : la valeur ajoutée à l'hectare, le nombre d'emplois concernés, ...

112 - La destructuration de l'espace agricole

Cette destructuration se manifeste de différentes manières :

- Des exploitations agricoles sont déséquilibrées par des emprises partielles de leur SAU touchant les terres ayant le meilleur rendement ou les parcelles les plus intéressantes pour leur superficie ou leur exploitation ; il faut en plus tenir compte des gênes apportées par l'infrastructure elle-même : allongement des distances-temps, bruit, risques d'accidents, etc. Concrètement il sera peut-être hasardeux d'estimer le nombre d'exploitations réellement déséquilibrées par les différents projets retenus dans une stratégie et les raisonnements par analogie avec les situations existantes sont peut-être délicats ; enfin le degré de destructuration peut dépendre de l'orientation technico-économique dominante de l'espace rural concerné par les emprises : on peut supposer que la petite polyculture-élevage résistera moins bien que la grande culture céréalière.

- Les répercussions sur les marchés fonciers des terres agricoles des prix pratiqués pour les indemnisations et les expropriations. En principe on devrait être en mesure de déterminer, ex ante, les chefs d'exploitation qui seront dans l'impossibilité de louer ou d'acheter des terres par suite du niveau trop élevé des prix des terres ; pratiquement il serait difficile de simuler le marché foncier agricole résultant de la réalisation de chaque projet afin de détecter les exploitations dans l'impossibilité de s'adapter en retrouvant leur SAU avant expropriation.

En définitive, la mise au point d'indicateurs reflétant la destruction de l'espace agricole consécutive aux emprises d'infrastructures de transport est délicate ; l'espace agricole n'est pas homogène, l'hétérogénéité compliquant l'anticipation de l'effet "destruction". De plus la possibilité de restructuration par remembrement préalable n'est pas à écarter, en particulier dans le cas des autoroutes.

113 - La destruction d'espaces "naturels"

On entend par là la disparition d'espaces boisés et de sites d'une part, leur dénaturation d'autre part, provoquées par la réalisation d'infrastructures nouvelles : création d'autoroutes, doublement d'une ligne ferroviaire, implantation d'un aéroport.

On peut reprendre ici les critères d'évaluation proposés dans une étude du Ministère de l'Agriculture appliquée au tracé d'un axe autoroutier dans l'Ouest de Paris (1) :

- les superficies détruites,
- le nombre de massifs forestiers détruits (sites),
- les superficies boisées rendues inaptées à la fréquentation.

12 - Espaces urbains et transports de personnes

On reprend la même distinction que précédemment.

(1) Cf. J. de MONTGOLFIER. *Une application de l'analyse multicritère à la sauvegarde des forêts périurbaines, communication au Colloque de Versailles sur l'environnement forestier des grandes agglomérations*. 23-25 septembre 1974. 20 p. ronéo.

121 - La consommation de sol urbain

A première vue, on serait tenté de retenir la stratégie de transport qui minimise la consommation de sol urbain, en d'autres termes, les emprises de transport, dans une agglomération ; les emprises considérées ne sont pas seulement les voiries proprement dites mais les parkings et emplacements réservés au stationnement des véhicules.

En réalité, ce critère d'évaluation ne semble pas très pertinent malgré l'avantage de la simplicité qu'il présente ; deux raisons à cela : d'une part, la morphologie et la taille de l'agglomération expliquent dans une large mesure la concurrence plus ou moins forte entre utilisations du sol urbain. Dans la plupart des cas, il s'agit moins d'une consommation minimale de sol urbain pour tel usage, que d'affectation optimale entre usages concurrents par rapport à certains objectifs de planification urbaine clairement explicités. En second lieu, l'étendue des choix entre types d'infrastructures de transport urbain augmente, toutes choses égales, avec la taille de l'agglomération. Plus exactement les combinaisons possibles sont d'autant plus élevées que la stratégie concerne une agglomération importante et certains choix n'apparaissent qu'au-delà d'un certain seuil de population ou de densité : c'est le cas de lignes de tramway ou de chemins de fer métropolitains.

En définitive, la consommation de sol urbain, soit en valeur absolue, soit ramenée à la population, n'apparaît pas comme un critère d'évaluation d'une stratégie de transport pleinement satisfaisant. Dans l'optique des déséconomies externes d'environnement, il importe plus de savoir la nature et l'ampleur de la destruction d'espaces antérieurs d'une part, et d'autre part la destruction d'espaces, liées à l'implantation, à une stratégie donnée.

122 - La destruction d'espaces urbains

La destruction d'espaces urbains par la réalisation ou la modification d'infrastructures de transport doit être considérée dans le sens le plus large. Ainsi, les éléments d'appréciation dépendront de la nature de la réalisation. On citera, à titre d'exemple :

- nombre d'arbres abattus pour l'élargissement de voiries urbaines,
- superficie d'espaces libres (places, espaces verts, ... etc.) rayée de la carte pour la réalisation d'une infrastructure,
- nombre de logements détruits, nombre de commerces et d'artisans déplacés...

Pour chaque stratégie envisagée, il conviendra d'identifier les victimes de cette destruction de l'espace urbain, si possible en les ventilant par quartiers ou zones et par catégories sociales.

123 - La destructuration de l'espace urbain

La destructuration de l'espace urbain, sa dévalorisation sont généralement liées aux opérations de rénovation urbaine. En matière de transports la destructuration apparaît, semble-t-il, dans le cas de la coupure d'un quartier par une voirie rapide urbaine ou dans celui de la désaffectation d'une ancienne gare ferroviaire au profit d'une autre implantée dans le nouveau centre d'une agglomération.

Les indicateurs de destructuration sont moins évidents que dans le cas de l'espace agricole ; en fait c'est l'espace vécu d'un quartier qui sera modifié avec peut-être la fermeture de commerces, la disparition de son animation antérieure, de manifestations populaires. Des effets contraires seront à prendre en considération dans certains cas : politique de déviations, de zones piétonnes, ... etc.

La sociologie et la psychologie sociale devront être un jour en mesure de proposer des indicateurs traduisant les différentes formes de destructuration de l'espace urbain.

2 - TRANSPORTS DE PERSONNES ET NUISANCES POUR LES NON-USAGERS

Les pollutions et les nuisances engendrées par le trafic de transports de personnes affectent principalement les non-usagers que sont les riverains des infrastructures. On retient en général les déséconomies externes suivantes :

- la pollution de l'air,
- le bruit.

Afin de réduire les risques d'erreur et le degré d'incertitude dans l'appréciation des niveaux prévisionnels de nuisances associés à chaque stratégie de transport, il convient de satisfaire à deux conditions au moins :

- disposer d'un système d'observation permanent des niveaux de pollution et de nuisance imputables aux différents modes de transport de personnes. Cette condition semble devoir être remplie dans la plupart des cas eu égard aux procédés de mesure utilisés de nos jours et aux possibilités de simulation du trafic ou des nuisances qui lui sont associées ;

- apprécier les normes de pollution et de nuisance que l'on peut raisonnablement envisager à moyen et long terme compte-tenu de l'amélioration des techniques de lutte et d'une plus grande efficacité dans la mise en oeuvre de la réglementation.

Les propositions suivantes ne prétendent pas apporter une synthèse sur les dernières recherches entreprises en France ou à l'étranger

dans ce domaine. On fera largement référence aux travaux du centre d'évaluation et de recherche des nuisances de l'Institut de Recherche des Transports (1). Il ne faut pas perdre de vue que la démarche présentée ne constitue qu'une étape d'une recherche en cours et que toute progression ne peut résulter que d'un effort pluridisciplinaire associant ingénieurs, sociologues, économistes et urbanistes.

Une stratégie de transports de personnes peut concerner soit les liaisons interrégionales, soit les liaisons intra-régionales, soit enfin les liaisons intra-urbaines. On n'envisagera, pour chacune des nuisances, que les liaisons intra-urbaines et les liaisons interrégionales afin de faire ressortir la spécificité des problèmes dans chaque cas et les difficultés d'imputation des nuisances ou pollutions mesurées à telle catégorie de trafic.

21 - La pollution de l'air par les transports211 - Les transports urbains

Evaluer une politique de transports urbains, pour une agglomération donnée, en considérant les effets sur la pollution atmosphérique apparaît particulièrement intéressant. La réduction de cette pollution est souvent un argument de poids en faveur de la mise en place d'un plan de circulation ou de la promotion du transport collectif dans le centre des villes. Cependant il faut bien avoir à l'esprit que la désirabilité de cet objectif et que l'éventail des moyens pour le satisfaire dépendent des possibilités financières et de la taille de l'agglomération considérée.

La réduction de la pollution étant un élément d'évaluation d'une politique de transport, le problème est de comparer les niveaux actuels de pollution avec les niveaux prévisibles après l'adoption et la mise en oeuvre de la stratégie. Dans le même temps, il faudra, en prenant un découpage par quartier, arrondissement ou couronne urbaine, déterminer l'importance de la population concernée par une diminution ou une aggravation de la pollution atmosphérique due aux transports urbains. Selon l'horizon temporel considéré, chaque stratégie comprendra différentes hypothèses communes concernant la réduction des émissions

(1) En particulier aux deux publications : M. MAURIN. *Qualité de l'environnement physique. Méthodes pour construire des indicateurs de nuisances dues aux moyens de transport*. CERN. IRT. Bron. octobre 1975 et J. LAMBERT, P. DREYER, M. MAURIN. *Evolution de l'exposition des Français au bruit et à la pollution dus à la circulation automobile : essais d'évaluation pour diverses hypothèses*. CERN. IRT. Bron. décembre 1975.

de polluants à la source pour les véhicules particuliers et les autobus (1).

Il reste à préciser la population concernée par la pollution atmosphérique, et les nuisances sonores dues au trafic urbain. Plusieurs méthodes sont concevables.

- Une méthode utilisée par le CERN consiste à répartir la population résidente d'une agglomération en couronne à partir du centre en partant d'un modèle polaire (2). On suppose que la densité linéaire de riverains par kilomètre de chaussée urbaine est identique quel que soit le type de voie ; on distribue les effectifs de population de chaque couronne proportionnellement aux kilométrages respectifs de chaque type de voie (voie de desserte, grande pénétrante et voie rapide urbaine). On obtient ainsi la répartition de la population totale entre chaque type, pour la situation initiale et pour l'année finale.

- Une seconde méthode de détermination de la population concernée suppose que la densité de population varie selon le type de voie considérée et que le pourcentage de voie de chaque catégorie est le même au centre et à la périphérie ; le CERN l'a également utilisée.

- Une troisième méthode, plus lourde, consisterait à considérer uniquement la population riveraine des différentes voies urbaines, estimée à partir des recensements de population et actualisée pour l'année considérée en fonction des prévisions sur l'implantation de bureaux, les opérations de rénovation et de restructuration urbaines par exemple.

Pour chaque stratégie, un tableau permettrait de synthétiser l'évolution des émissions de polluants par les transports urbains pour chaque quartier, zone ou couronne urbaine.

(1) Dans leurs prévisions sur la pollution due à la circulation automobile, les chercheurs du CERN ont introduit deux hypothèses pour 1985 :
1) - non réduction de la pollution émise par les autobus et les poids lourds, réduction d'un tiers des émissions de NO_x et de CO pour les véhicules particuliers ;
2) - réduction des 9/10 des émissions de polluants pour l'ensemble des véhicules construits à partir de 1980. Cf. Evolution de l'exposition des Français... Op. cit.

(2) La population résidentielle à l'intérieur du cercle de rayon r est donnée par la formule

$$P(r) = \frac{2\pi A}{b^r} \cdot 1 - e^{br} (1 + b^r)$$

avec P, population, r le rayon, a et b, deux paramètres spécifiques de chaque agglomération étudiée. Cf. op. cit. en (1) p. 42.

Zones	Population riveraine concernée	Variation (en %) des émissions de		
		CO	NO _x	CH _n
1				
2				
...	...			
i				
...	...			
n				

Il va de soi que pour apprécier l'aggravation ou l'amélioration globale de la situation pour chacun des effluents, il est possible d'utiliser la méthode des faisceaux proposée au Chapitre III en mettant en regard les variations et les situations actuelles.

212 - Les transports interrégionaux

En supposant résolu le problème de l'imputation au trafic interrégional de personnes du volume des émissions engendrées par les transports aériens, ferroviaires et routiers observées ou prévisibles, on devra choisir le cadre spatial de l'évaluation. Prendre un découpage régional en considérant l'ensemble des agglomérations ne paraît pas réaliste compte-tenu de la lourdeur et du coût d'une telle procédure. En revanche un échantillon d'agglomérations représentatif des situations les plus caractéristiques semble préférable en prenant, par exemple :

- les agglomérations, peu nombreuses, connaissant un trafic aérien interrégional important,
- les "noeuds" de trafic ferroviaire saisonniers et non-saisonniers,
- les agglomérations concernées par un trafic routier interrégional élevé permanent pour les unes, saisonnier pour les autres.

Après avoir simulé le volume et les principales caractéristiques du trafic interrégional correspondants à chaque stratégie envisagée, on estimerait les populations riveraines des infrastructures de transport (voirie rapide urbaine, gares ferroviaires, aéroports) et le volume des émissions des principaux polluants. Afin de parvenir à des résultats comparables, on pourrait calculer aux heures de pointe, la quantité (en kilogrammes) de chaque polluant émis rapportée au nombre de riverains concernés.

22 - Le bruit dû aux transports de personnes

La lutte contre le bruit est un des aspects majeurs des programmes visant à améliorer la qualité de l'environnement urbain. La réduction des nuisances acoustiques dues aux transports implique une série d'interventions soit "correctives" (à la réception) mais de plus en plus "préventives" (à la source). Aussi l'évaluation de stratégies de transport à moyen et long terme devra inclure des hypothèses sur les progrès réalisables en matière de construction de véhicules terrestres et aériens et qui se traduiront par une réduction des émissions de bruit dans différentes conditions de marche.

Les indicateurs d'environnement appliqués au bruit sont d'autant plus pertinents qu'ils expriment la gêne ressentie par les riverains à des périodes données de la journée. Ils peuvent être rapportés selon les cas à la population ou à la superficie concernée par telle ou telle plage de bruit. Comme pour la pollution atmosphérique, et pour les mêmes raisons, on introduira une distinction entre les transports urbains et les transports interrégionaux de personnes. Cette séparation se justifie en plus par la spécificité des transports aériens pris en compte dans le second cas.

221 - Les transports urbains

L'évaluation d'une politique de transports urbains dans une agglomération eu égard à ses effets sur le bruit est réalisable à partir d'une part de la mesure des niveaux de bruits à une période de référence, d'autre part des estimations sur les niveaux de bruit une fois cette politique mise en oeuvre. La comparaison entre les deux situations permettra de déterminer les variations d'exposition au bruit de la circulation de la population répartie en zones ou quartiers.

A l'heure actuelle, on est en mesure, pour une agglomération donnée, en distinguant le centre de la périphérie, de déterminer le nombre d'immeubles, d'établissements scolaires et hospitaliers, riverains des voies urbaines, exposés à différentes plages de bruit (1). Par ailleurs, l'exploitation de photographies aériennes permet d'obtenir une

(1) Le SETRA (Service d'Etudes Techniques des Routes et Autoroutes) a réalisé une étude de ce type pour 1973 sur un échantillon d'agglomérations comprenant Paris, une partie de son agglomération, et huit villes de province. On estime, d'après ces résultats, que 5 à 10 % des logements en zone urbaine sont situés dans la plage "68 à 73 dB(A)" et 2 % dans la plage "73 à 78 dB(A)". Cf. Ministère de la Qualité de la Vie. Environnement et cadre de vie. Dossier statistique. Tome 1. La Documentation française. 1974. p. 332.

cartographie du bruit, à l'heure de pointe du son, pour les différents et principaux tronçons de voirie d'une agglomération.

S'agissant des prévisions, le CERN de l'IRT, dans l'étude citée plus haut, a mis au point une méthode déterminant, en fonction de plusieurs hypothèses, les niveaux de bruit auxquels sera soumise la population entre 1975 et 1985 avec application à trois villes françaises et extrapolation des résultats obtenus à l'ensemble de la population française. Il ne nous appartient pas ici d'exposer ou de reprendre cette méthode pour le cas de l'évaluation d'une politique de transport mais de souligner les possibilités réelles d'obtenir des données comparatives et significatives dans le cadre de cette évaluation.

Pour la période initiale et les différentes stratégies envisagées, un tableau de ce type établirait la population exposée à diverses plages de bruit. L'indice acoustique retenu est le Leq, préféré au décibel. Le Leq, exprimé en ddB(A) est le niveau de bruit équivalent correspondant à l'énergie moyenne émise (ou reçue) pendant une période donnée (de 8 à 22 heures).

Exposition des populations riveraines au bruit de la circulation urbaine

Quartier ou zone	Niveaux de bruit		
	$\text{Leq} \leq x_1$	$x_1 < \text{Leq} \leq x_2$	$x_2 < \text{Leq} \leq x_3$
	Population %	Population %	Population %
1			
2			
⋮			
i			
⋮			
n			
Ensemble	Total 100	Total 100	Total 100

Note : Dans l'étude du CERN de l'IRT, les Leq ont la valeur suivante : x_1 : 66,5 ; x_2 : 66,5 ; x_3 : 77.

Il peut être également intéressant de retenir un indice acoustique supplémentaire. Le L_1 (niveau sonore atteint ou dépassé pendant un certain pourcentage du temps) qui est en assez bonne corrélation avec la gêne ressentie en soirée ou de nuit (1).

L'intérêt des différents tableaux est de faire ressortir que, si globalement, les stratégies de transport envisagées peuvent améliorer le "confort acoustique" des riverains, des disparités peuvent persister, voire s'aggraver entre les quartiers ou zones d'une agglomération.

222 - Les transports interrégionaux de personnes

Le problème de l'évaluation se pose en ces termes : comparer les effets respectifs des stratégies concurrentes sur l'exposition au bruit des riverains des infrastructures routières, ferroviaires et aéroportuaires. Les indices acoustiques utilisés sont fonction de la nature du trafic et les plages de bruit définies doivent correspondre à des degrés de gêne pour les riverains (faible, moyen, élevé). On proposera deux approches différentes :

- On considère l'ensemble des infrastructures en service sans référence à la période initiale, la répartition du trafic interrégional étant différente d'une stratégie à l'autre. On estime l'exposition au bruit des riverains par rapport à la population ou aux logements concernés d'une part, aux superficies voisines des infrastructures exposées au bruit d'autre part.

- On distingue, pour chaque stratégie, les infrastructures en service au moment de la période de référence et les infrastructures nouvelles mises en service entre cette période et l'année pour laquelle sont évaluées les stratégies (1980, 1985, ...). Pour les premières on raisonne en termes de variations dans les surfaces ou les effectifs de logements ou de personnes exposées aux différentes plages de bruit ; pour les secondes, on reprend la première approche.

2221 - L'exposition au bruit pour l'ensemble des infrastructures de transport en service à l'horizon de la stratégie

La mesure du bruit le long et à proximité des infrastructures de transport est réalisée en prenant des indices acoustiques appropriés :

(1) Cf. J. LAMBERT, P. DREYER, M. MAURIN. Evolution de l'exposition des Français ... Op. cit. p. 25.

le Leq et le L_1 pour le trafic terrestre, l'indice psophique I pour le trafic aérien (1). Pour le trafic routier et autoroutier d'une part, le trafic ferroviaire d'autre part, des hypothèses sur la répartition de la population résidentielle le long des infrastructures seront nécessaires en distinguant les riverains situés dans les agglomérations de ceux résidant en rase campagne ; les superficies de zones soumises à différentes plages de bruit peuvent être déterminées à partir des formules acoustiques spécifiques de chaque catégorie de réseau (autoroute, route nationales et départementales) (2) : pour les aéroports, on distingue généralement trois zones A, B, C, pour lesquelles l'indice psophique est respectivement, supérieur à 96, compris entre 89 et 96, et compris entre 84 et 89 ; les superficies correspondantes de ces zones peuvent être calculées compte-tenu de la nature et de l'intensité du trafic aérien.

Effets d'une stratégie de transport interrégionaux sur l'exposition au bruit des riverains de l'ensemble des infrastructures en service

	Trafic routier et autoroutier		Trafic ferroviaire		Trafic aérien		
	Agglomération	Rase campagne	Agglomération	Rase campagne	A	B	C
Nombre de logements riverains concernés							
Population riveraine exposée au bruit							
Superficies des zones voisines des infrastructures soumises à un niveau "x" de bruit							

(1) En France, l'indice psophique est utilisé pour la circulation aérienne. $I = N + 10 \log (n_1 + 10 n_2)t - 32$ où N , exprimé en PNdB est la moyenne des niveaux de crête dus à l'ensemble des survols d'avions, t est le coefficient d'utilisation de la piste considérée, n_1 le nombre de passages dans la journée (entre 6 et 22 heures), n_2 au cours de la nuit (entre 22 heures et 6 heures). Cf. Traité de l'acoustique de transport. Note d'information n° 5 du CERN. Bron. septembre 1975. p. 4.

(2) Les superficies doivent être calculées en déduisant naturellement les emprises des chaussées. Pour des estimations en ce sens, cf. M. MAURIN. Qualité de l'environnement urbain. Etude de l'IRT citée p. 40-46.

Les effets d'une stratégie de transports interrégionaux sur l'exposition des riverains au bruit peuvent être regroupés dans un tableau établi pour l'ensemble du territoire ou pour chacune des régions considérées. Il faut établir autant de tableaux que de stratégies. Le décideur aura plusieurs critères d'évaluation des stratégies du point de vue des riverains victimes des nuisances acoustiques : par exemple on peut considérer uniquement l'exposition aux plages de bruit correspondant à une forte gêne pour les riverains en retenant :

- le nombre de logements résidentiels exposés,
- la population résidentielle gênée,
- la superficie concernée par un indice acoustique élevé.

On peut pondérer les appréciations des stratégies par la distinction entre agglomérations et rase campagne d'une part, par une ventilation des logements, résidents ou surfaces entre régions.

2222 - L'exposition au bruit en distinguant les infrastructures

Pour les infrastructures "nouvelles", mises en service après la période de référence, on établira le même tableau que précédemment. Pour les infrastructures "anciennes", on raisonne en termes de variations quant aux logements, résidents ou superficies exposés à telle ou telle plage de bruit. Les variations intervenues entre la période de référence et la période terminale s'expliqueront par différents facteurs : diminution ou augmentation de l'intensité du trafic interrégional, mise en service de déviations, abandon par les résidents de certains immeubles désaffectés ou convertis en bureaux, ... etc.

Infrastructures en service à la période de référence

	Trafic routier et autoroutier		Trafic ferroviaire		Trafic aérien		
	Agglomération	Rase campagne	Agglomération	Rase campagne	A	B	C
Variation du nombre de logements concernés par tel niveau ou telle plage de bruit							
Variation de l'effectif de la population exposée à tel niveau ou tel seuil de bruit							
Variation de superficie des zones voisines des infrastructures soumises à tel niveau ou à tel seuil de bruit							

Quelle que soit la méthode retenue, il sera nécessaire d'introduire des hypothèses sur le degré de réduction du bruit pour les véhicules en service à horizon de la stratégie et sur la réalisation d'ouvrages anti-bruit le long et à proximité des infrastructures.

Dans ce chapitre sur les indicateurs d'environnement susceptibles d'être retenus dans le cadre d'une évaluation de stratégies de transport, nous nous sommes efforcés de dégager plus des orientations que des propositions précises et opérationnelles. Les recherches sur les indicateurs de nuisances dues aux transports sont encore peu développées et il faut s'attendre au cours des prochaines années à un perfectionnement de ces outils indispensables pour l'évaluation de politiques de transport. A mesure que ces instruments se généraliseront il deviendra plus aisé d'intégrer ces considérations aux propositions des deux précédents chapitres qui s'appuyaient sur des concepts mieux éprouvés.

CONCLUSION

Bien qu'empruntant au calcul économique traditionnel certains de ses concepts, cet ouvrage présente une problématique radicalement différente. L'identification des "gagnants" et des "perdants" pour chaque stratégie, sur la base d'un double critère, spatial et social, implique le renoncement à l'utilité collective et à la définition d'un optimum propre au schéma rationnel classique.

La méthode d'évaluation suggérée se démarque également des méthodes d'analyse coûts-avantages en s'inscrivant dans le cadre plus large d'une analyse multicritères. Nous nous sommes efforcés de n'introduire dans nos propositions méthodologiques que des concepts opératoires, encore que beaucoup d'entre eux appellent une réflexion théorique plus approfondie tels le surplus et les indicateurs d'accessibilité. Cette réflexion doit s'enrichir d'études appliquées. A mesure que sera mieux reconnue la nécessité de prendre en compte les indicateurs d'environnement, il faudra bien que se développent les recherches qu'ils nécessitent encore. Enfin la porte reste ouverte aux points de vue que nous n'aurons pas cru bon de développer.

S'il peut être fait à cet ouvrage la critique de poser plus de questions qu'il n'en résout, les auteurs ne la tiendront pas pour un reproche.

Imprimerie JOUVE, 17, rue du Louvre, 75001 PARIS
Dépôt légal : 4^e trimestre 1976

Imprimé en France.

