

# **Une modélisation de l'arbitrage entre voiture particulière et transport collectif :**

**Par Kostyantyn KOMAROV**

Thèse de doctorat en Sciences économiques

*Mention économie des transports*

Dirigée par Alain BONNAFOUS

Présentée et soutenue publiquement le 19 juin 2001

Devant un jury composé de : Alain BONNAFOUS, Professeur à l'Institut d'Etudes Politiques de Lyon  
Yves CROZET, Professeur à l'Université Lumière Lyon 2 Philippe MATHIS, Professeur à l'Université  
de Tours Marc IVALDI, Directeur d'Etudes à L'EHESS



# Table des matières

<b>Avertissement . .</b>	<b>1</b>
<b>Introduction . .</b>	<b>3</b>
<b>Motifs et possibilité de la comparaison .</b>	<b>9</b>
<b>Chapitre I : Présentation de l'Ukraine, de la région de Kharkov et de la ville de Kharkov .</b>	<b>13</b>
1.1. Place de la région de Kharkov en Ukraine . .	13
1.2. Dynamique de la population . .	14
1.3. Situation du chômage à Kharkov . .	18
1.4. Economie . .	19
1.5. Budget de Kharkov (1998) . .	24
1.6. Revenus de la population (1998) . .	25
1.7. Conclusion du chapitre . .	30
<b>Chapitre II : Transports collectifs urbains en Ukraine .</b>	<b>33</b>
2.1. Politique : à la recherche d'un équilibre . .	34
2.2. Traits généraux : l'organisation du système de transport collectif urbain en Ukraine .	35
2.3. Rôle du transport collectif urbain pour les villes ukrainiennes .	36
2.4. Evolution des tarifs et des dépenses des usagers pour les déplacements urbains . .	41
2.5. Privilèges : pour qui ? . .	42
2.6. Mécanismes de paiement des déplacements . .	43
2.7. Situation financière, rentabilité et autofinancement : un mythe ou une réalité ? .	47
2.8. Concurrence : quels motifs et quels moyens . .	48
2.9. Perspectives . .	49
2.10. Marché des automobiles .	49
2.11. Carburants .	50
2.12. Conclusion du chapitre . .	52
<b>Chapitre III : Voiture particulière – transports collectifs : discussion .</b>	<b>55</b>
3.1. Un peu de “ philosophie économique ” .	55

Les notions “ d'objectivité ” et “de subjectivité ”. .	57
3.2. Homme – voiture .	59
3.3. Importance des transports collectifs urbains .	64
3.4. Politique de la ville par rapport aux déplacements urbains .	67
3.5. Coûts .	70
3.6. Voiture particulière – transports collectifs en milieu urbain : particularités . .	75
3.7. Conclusion du chapitre . .	80
<b>Chapitre IV : Voiture particulière – transports collectifs : théorie et dialectique du choix . .</b>	<b>83</b>
4.1. Phénomène du choix .	83
Le problème de la prise des décisions .	84
Le principe d'optimum .	85
4.2. Voiture particulière – transports collectifs : optimum .	87
4.3. Facteurs influençant le choix VP – TC . .	89
Facteurs externes .	92
Facteurs internes . .	93
4.4. Formalisations mathématiques .	94
4.5. Critiques . .	98
4.5.1. Problèmes liés à l'agrégation . .	101
4.5.2. Modèles désagrégés .	102
4.5.3. Critiques théoriques sur la formulation des modèles logits .	106
4.5.4. Conclusion . .	127
4.6. Conclusion du chapitre . .	128
<b>Chapitre V : Modèle .</b>	<b>129</b>
5.1. Formalisation théorique .	129
5.2. Avantages de Kharkov . .	140
5.3. De la formalisation aux données empiriques . .	144
1. <i>La définition de l'équation de la valeur du temps pendant le processus du choix entre les modes de transports collectifs. ....</i> .	144
2. <i>La définition de la part modale entre une voiture particulière et des transports collectifs . .</i>	146

3. La construction du modèle classique du choix modal “ voiture particulière – transports collectifs ” .	147
5.4. Influence relative des facteurs : conditions de circulation C et composante psychologique M . .	149
4. La définition de l’influence relative des facteurs formant le choix modal “ voiture particulière – transports collectifs ” .	149
5.5. Pourquoi $\Delta t$ et $\Delta p$ peuvent être considérés comme les composantes du facteur de conditions C ? .	155
5.6. Cas de décomposition de la composante psychologique, cas de plusieurs modes en concurrence et cas de chaîne des déplacements . .	157
5.7. Conclusion du chapitre . .	158
<b>Chapitre VI : Résultats . .</b>	<b>159</b>
6.1. Revenus monétaires .	159
6.2. Possession d'un permis de conduire .	163
6.3. Taux de motorisation .	165
6.4. Répartition modale . .	167
6.4.1. Répartition modale de toute la population . .	168
6.4.2. Répartition des modes de transport pour les déplacements des personnes possédant une voiture particulière . .	171
6.4.3. Répartition des déplacements entre les différents modes de transports collectifs . .	173
6.5. Valeur du temps . .	176
6.6. Composante psychologique (valeur absolue) .	183
6.6.1. Toute la population .	184
6.6.2. Personnes possédant une VP . .	186
6.7. Conclusion du chapitre . .	189
<b>Conclusion générale .</b>	<b>191</b>
<b>Bibliographie . .</b>	<b>193</b>
Articles : .	193
Rapports : .	195
Ouvrages : . .	196
Communications : .	197

Thèses et mémoires : .	197
<b>Annexes . .</b>	<b>199</b>
<b>Annexe I : Taux de change . .</b>	<b>199</b>
<b>Annexe II : Division administrative et population des régions de l'Ukraine et de Kharkov<sup>80</sup> .</b>	<b>200</b>
Annexe III : Schéma des transports collectifs à Kharkov .	202
<b>Annexe IV : Liste des catégories de la population ayant des privilèges (gratuité) pour des déplacements en transport électrique de surface .</b>	<b>203</b>
<b>Annexe V : Activité de la société du transport électrique de surface de Kharkov<sup>81</sup> . .</b>	<b>205</b>
1. <i>Traits généraux</i> .	205
2. <i>La structure d'organisation du TEU</i> . .	206
3. <i>La situation financière</i> .	206
<b>Annexe VI : Activité de la société du métro de Kharkov<sup>83</sup> . .</b>	<b>214</b>
<b>Annexe VII : Autobus à Kharkov .</b>	<b>215</b>
<b>Annexe VIII : Taxi et déplacements par auto-stop à Kharkov . .</b>	<b>216</b>
<b>ANNEXE IX : Formes des enquêtes . .</b>	<b>217</b>
Annexe X : Questionnaire pour le lecteur français .	221
<b>Annexe XI : Revenus monétaires de la population de Kharkov . .</b>	<b>224</b>
<b>Annexe XII : Taux de possession d'un permis de conduire et taux de motorisation . .</b>	<b>225</b>
<b>Annexe XIII : Répartition modale . .</b>	<b>226</b>
<b>Annexe XIV : Valeur du temps . .</b>	<b>229</b>
<b>Annexe XV : Composante psychologique (valeur absolue) .</b>	<b>232</b>
<b>Annexe XVI : Distribution des lignes d'indifférence du choix VP-TC .</b>	<b>235</b>
<b>ANNEXE XVII : Estimation des paramètres du modèle . .</b>	<b>236</b>

<sup>80</sup> Source : Annuaire statistique de la Région de Kharkov, 1999.

<sup>81</sup> Source : Rapports annuels de la société des transports électriques de surface de Kharkov, 1996 - 1999.

<sup>83</sup> Source : Rapports annuels de la société de métro de Kharkov, 1997-1998.

## Avertissement

Tout d'abord l'auteur prie de l'excuser pour le style d'écriture, les formulations simples (ou lourdes ?) impliquées. Le français n'est pas sa langue maternelle et le manque de bonne connaissance de celle-ci ne lui permettait pas d'utiliser toute la richesse de cette langue. Mais ce qui est plus important (dans ce cas) c'est de faire comprendre au lecteur le sens du travail, la signification de la pensée.

***“ - Pourquoi vous êtes en retard sur votre lieu de travail ? - J'ai acheté une voiture. - Donc, vous devriez même arriver en avance. - Mais le garage se trouve hors de ville ! ” Anecdote***





# Introduction

“ C'est un petit bonheur ” : la phrase par rapport à l'usage d'une voiture particulière qui était prononcée par une propriétaire d'un appartement où l'auteur louait une chambre. “ *Je m'en fiche de l'argent quand il s'agit du gain de temps en utilisant ma voiture. La vie est trop courte pour perdre du temps en économisant de l'argent.* ” En même temps, elle suivait très attentivement, par exemple, le nombre et la puissance des ampoules éclairées pendant le soir en n'économisant que des centimes et perdant la santé en ayant diminué la qualité d'éclairage (l'auteur ne l'a jamais vue sans lunettes). Si nous regardons plus profondément cette histoire, nous pourrions constater un paradoxe : l'usage de l'automobile a surmonté le bon sens, qui est, quand même, bien exprimé dans les autres domaines de l'activité quotidienne. Quelles sont les explications de ce paradoxe, c'est-à-dire pourquoi l'usage d'une voiture, ainsi que la voiture elle-même, occupe une place avantageuse dans la mentalité humaine par rapport à beaucoup d'autres choses matérielles ou spirituelles de notre vie ? Cette question sera centrale dans notre recherche. Par ailleurs, les paramètres quantitatifs de l'influence des facteurs irrationnels semblent aussi très importants à étudier, puisque seuls, le temps et le coût des déplacements ne peuvent pas décrire, dans certains cas, le comportement des usagers des transports.

Cette recherche est consacrée aux problèmes des déplacements des personnes en milieu urbain. La question est envisagée du point de vue de la politique de la ville, dans les pays développés, exposée au fait que les usagers utilisent leurs voitures particulières dès qu'ils en ont la possibilité. L'usage du transport individuel - automobile - a pris des proportions quasi exclusives des autres moyens de déplacement. En ce qui concerne les

pays en développement, cette perspective ne semble pas si loin maintenant, comme on l'a pensé au début des années 1990. Les attitudes des responsables politiques locaux dans ce domaine étaient bien souvent ambiguës, mais, actuellement, elles tendent à être plutôt favorables à l'usage des transports collectifs. Cet usage semble nécessaire pour assurer, en premier lieu, la fluidité du trafic urbain et trouver, en second lieu, des solutions possibles à un grand nombre de problèmes liés à l'utilisation de l'automobile. La nécessité d'une nouvelle orientation politique des transports urbains s'impose tant du strict point économique que de celui des conditions de vie urbaines.

A priori, la possession et l'usage de l'automobile dans une forme quasi exclusive des transports en commun sont souvent conditionnés par les priorités économiques de l'Etat. L'utilisateur d'une voiture dépense plus de moyens, donc il rapporte plus à l'économie nationale que l'utilisateur des transports collectifs. Nombreux sont des milieux industriels ayant des intérêts bien définis dans le développement des ventes et de l'utilisation de l'automobile. Les dépenses excessives relatives à l'énergie, " c'est trop global ". D'autre part, l'automobile exprime le désir (et souvent non pas uniquement le besoin) pour un individu d'appartenir à la catégorie du plus haut niveau de consommation (ce qui est plus clairement vu dans les sociétés où il y a une différence importante dans les revenus des ménages, et un peu escamoté dans les pays ayant une moyenne élevée des revenus). Alors, les conditions objectives sont plus que favorables au développement de l'automobile. La prise de mesures de transport dans ces conditions suppose l'application d'efforts considérables au niveau de l'individu comme au niveau des pouvoirs publics.

L'aire géographique sur laquelle porte la recherche est la ville de Kharkov en Ukraine, est l'aire géographique de comparaison est la ville de Lyon en France. Puisque le travail sur cette thèse est effectué en France, où, actuellement, l'on trouve un certain déficit d'information sur l'Ukraine, et, donc, plutôt pour un lecteur français, nous avons pensé qu'il était plus logique de présenter l'Ukraine du point de vue de l'objectif de la recherche.

L'Ukraine - république de l'ex Union Soviétique - est un pays indépendant depuis 1991. Cette période, à partir de 1991, est marquée par une politique de transition de l'économie planifiée vers l'économie de marché.

Actuellement l'Ukraine connaît une crise économique profonde. Les questions centrales sont comment stabiliser la situation économique, quelles sont les méthodes pour normaliser l'inflation, inverser la tendance de chute constante du produit intérieur brut, etc.

Le système de transport se développe aussi sous l'influence des changements structurels dans l'économie ukrainienne. Il est évident que la situation actuelle exerce une influence importante sur l'évolution de ce système faisant apparaître des particularités que l'on ne retrouve pas dans d'autres pays.

Dans le cas des transports urbains on peut remarquer les particularités suivantes :

- une activité séparée et un manque de subordination commune des entreprises de transport desservant les lignes de transport en commun dans une même ville (tramway et trolleybus - métro - bus) ;
- la conséquence de l'activité séparée est que, si une personne a besoin d'effectuer un

déplacement en utilisant les différents moyens de transport elle est obligée de payer ce déplacement dans tous les moyens utilisés, même si le changement se passe entre “ tramway - tramway ”. Par contre, l’usage d’un même moyen de transport ne dépend ni du temps de déplacement, ni de la distance à parcourir ;

- la privatisation de la plupart des entreprises d'autobus urbains ;
- le retour de receveurs dans les tramways, trolleybus et autobus ;
- des prix plus élevés pour les autobus que pour d’autres modes de transports collectifs urbains (idem pour le trafic interurbain à l’exception des prix d’avion) ;
- l’augmentation considérable du taux de motorisation malgré la diminution des revenus officiels de la population.

Toutes les branches de transport, y compris le transport collectif urbain, sont partagées entre secteur public et secteur privé. Ainsi, les services de transport collectif urbain peuvent être rendus soit par une entreprise publique, soit par une entreprise privée. Cela conduit souvent à doubler des itinéraires. La question d’actualité en ce moment dans les grandes villes de l’Ukraine, en dépit de l’augmentation sensible du nombre d’automobiles au cours de la dernière décennie, est plutôt le partage du marché des déplacements entre des sociétés publiques de transport électrique (tramway, trolleybus et métro) et celles privées d’autobus.

On peut remarquer quelques phénomènes qui sont, soit en contradiction avec des logiques reconnues du développement et de l’activité économique et sociale de la société, soit ils ne sont pas retranscrits par les données statistiques officielles en Ukraine. En premier lieu cela concerne la baisse sensible du niveau des revenus réels des ménages, qui se produit en même temps, que l’augmentation du nombre d’automobiles. Notamment à Kharkov, au cours des 8 dernières années (1992 - 1999) le nombre de voitures particulières a doublé et, en 1999 a atteint plus de 200 000, ce qui donne près de 13 voitures par 100 habitants. Il faut dire que le coût minimal d’achat d’une voiture (d’occasion) est de 30 à 40 fois supérieur au salaire moyen officiel, et de 60 à 80 fois supérieur au coût d’utilisation d’une voiture, dans le cadre d’un usage normal (sans réparation quotidienne). Si on ajoute des coûts d’exploitation, on s’aperçoit du paradoxe fourni par les données de la statistique officielle.

L’autre phénomène est le retour d’une grande partie de la population urbaine à l’usage du sol pour subvenir à ses besoins (culture de pommes de terre, de tomates, etc.). Le sol est utilisé hors des villes, ainsi que dans les villes, dès la moindre possibilité (espace disponible).

L’impossibilité du pouvoir d’Etat, d’une part, d’assurer un revenu officiel à un niveau satisfaisant pour la plupart de la population et, d’autre part, la nécessité de maintenir un contrôle de la situation, oblige les organes du pouvoir à utiliser les services publics comme un des moyens pour “ exprimer ” sa politique sociale. Ainsi, concernant le transport collectif public, “ grâce à ” cette politique, la partie des usagers qui se déplacent officiellement gratuitement a été considérablement augmentée. En 1997, 42 catégories des usagers disposaient de ces privilèges. Mais l’absurde apparaît dans cette répartition quand, par exemple, un chômeur est obligé de payer son déplacement en transport

collectif alors qu'un député se déplace gratuitement.

L'autre retour à la pratique oubliée depuis 30 ans concerne la réintroduction du service des receveurs dans les transports collectifs urbains, qu'ils soient publics, comme privés. Parallèlement, dans les lignes publiques de tramway et de trolleybus, il existe un contrôle des usagers (des voyageurs qui fraudent) et du travail des receveurs.

Le subjectivisme de l'estimation des données statistiques et le manque de recherches sur le contenu qualitatif de l'activité quotidienne de la population (y compris sa mobilité) ne permet toutefois pas d'avancer des conclusions certaines. C'est pourquoi il faut analyser certains chiffres avec prudence.

En France, le pays caractérisé, en tout cas jusqu'à présent, par une politique du libre choix, en développant parallèlement deux directions. D'un côté, l'achat et l'usage de la voiture favorisés par une importante industrie d'automobile. De l'autre côté, l'usage des transports collectifs urbains est conditionné par la situation actuelle dans les villes. Cela domine l'idéologie du libre choix, basée sur les principes de la démocratie. Donc, ici on peut voir une impasse dont l'issue se trouve dans le changement de la politique bien orientée vers l'amélioration des conditions de vie des habitants des villes.

La problématique : reste banale mais toujours d'actualité. Il est constaté que “ *a priori, une rationalité de l'usager en fonction du temps de déplacement est souvent postulée dans le champ des transports... Voici plusieurs décennies que les pouvoirs publics et les exploitants de nombreuses villes européennes tentent de maîtriser la croissance du trafic automobile urbain en améliorant les performances des réseaux de transports publics de façon à les rendre concurrentiels en termes de durées de déplacements. Or, l'expérience démontre que la mise en service de nouvelles offres de transport public n'amène pas de report d'usage significatif de l'automobile vers les transports publics.* ” <sup>1</sup> KAUFMANN donne deux interprétations possibles à ce constat général : “ soit les transports publics restent trop lents par rapport à l'automobile, soit les usagers fondent leur choix modal sur d'autres critères que celui de la rapidité comparée des moyens de transport. ” La mise en évidence de l'influence des facteurs économiquement non rationnels nécessite de développer une approche systématique des facteurs explicatifs du choix modal et des arguments corrects pour des mesures à prendre pour la stimulation directe ou indirecte d'une préférence pour l'utilisation prioritaire des transports collectifs urbains dans les grandes villes et dans les agglomérations.

L'objectif principal de cette recherche est d'élaborer un mécanisme d'étude, sur la base des données de la ville de Kharkov, de la possibilité et de la nécessité de mieux expliquer les facteurs influençant l'évolution du processus d'arbitrage “ *voiture particulière - transports collectifs* ” dans le domaine de la mobilité urbaine. Dans le système dialectique assez compliqué de l'évolution de la société urbaine, le transport a une place comme moyen nécessaire pour satisfaire ou exprimer, premièrement, certains besoins et désirs (rationnels ou irrationnels, considérés comme normaux ou au-delà des normes etc.) des individus et, deuxièmement, des formes collectives de l'organisation de l'activité des individus dans la communauté urbaine. Dans ce mécanisme nous essaierons de

---

<sup>1</sup> KAUFMANN V. "Mobilité quotidienne : le plus court est-il le mieux ?" 8<sup>th</sup> WCTR, Anvers, Belgique, 1998.

révéler les valeurs de l'influence de deux facteurs principaux sur la préférence (sur le choix) d'usage d'un certain mode de transport : les conditions de circulation, exprimées par l'influence de la valeur du temps (temps et prix d'un déplacement), et la composante psychologique.

La méthode : la base de l'information s'appuie sur l'élaboration d'une enquête (les détails sont présentés dans l'annexe IX) et la réalisation d'un sondage, permettant d'effectuer les études qualitatives – mais uniquement pour l'objectif de cette recherche – sur les déplacements urbains à Kharkov. Le questionnaire est construit d'une manière très simple, sans aucune lettre à écrire (anonyme), puisque certains sujets concernent les thèmes “ tabou ” pour la population de l'Ukraine, notamment les revenus officiels, ainsi que non officiels des habitants de Kharkov. Ce problème est observé non pas seulement en Ukraine, mais aussi dans tous les pays de l'ex bloc soviétique : une indignation et une très mauvaise volonté de répondre sincèrement à certaines questions posées. La délicatesse des questions et le besoin d'obtenir les données authentiques ne nécessitent pas un sondage direct, c'est-à-dire avec un contact entre l'agent et un répondeur. Les questionnaires étaient distribués parmi quelques groupes d'étudiants jouant les rôles intermédiaires entre l'agent et des répondeurs, et, ensuite, collectés dans leur ensemble, donc une manière, plus ou moins anonyme, était respectée. Les données de la statistique officielle, concernant le problème qui nous intéresse, ne comprennent pas souvent des critères qualitatifs, et en plus, ceux-ci peuvent être mis en doute. Ceci est confirmé, par exemple, par le phénomène mentionné plus haut, celui du paradoxe pendant la période à partir de 1991, entre la baisse des revenus de la population de Kharkov (division par quatre selon les données les plus optimistes), et la diminution du nombre d'habitants de la ville d'un côté, et l'augmentation des prix sur le marché de l'automobile ainsi que le doublement du nombre de voitures particulières à Kharkov, de l'autre côté. Ou l'autre fait, exposé devant toute l'Europe – le taux officiel d'inflation en Ukraine (que le lecteur nous excuse pour cette longue digression, mais il est important de lui expliquer pourquoi les chiffres officiels sont souvent loin de la réalité) : il faut noter que des intérêts du MinStat de l'Ukraine sont dans la diminution du taux d'inflation officiellement publié. Deux possibilités de calcul de ce taux sont utilisées en Ukraine : soit par rapport à l'évolution des prix, soit par rapport au cours d'échange hryvna/US dollar. Il n'est pas difficile de voir que MinStat de l'Ukraine choisit toujours, selon la période, la moindre variation de l'évaluation. Un exemple clair peut confirmer cette conclusion : selon MinStat de l'Ukraine le taux d'inflation évaluait comme il est présenté dans le tableau suivant.

**Tableau 1 : Taux officiel d'inflation en Ukraine**

1992	1993	1994	1995	1996	1997
2100 %	10255 %	401 %	182 %	40 %	10 %

Or, si nous calculons l'indice de l'inflation pendant toute la période 31.12.1992 – 31.12.1997 nous accepterons indice suivant :  $I = 22,0 \square 103,55 \square 5,01 \square 2,82 \square 1,4 \square 1,1 = 49566$ . Donc, si l'on prend même 50 000 fois de l'augmentation des prix selon la statistique officielle, il sera très difficile de trouver même un seul produit (sauf de l'alcool forte – notamment la vodka, dont le prix était très élevé vers 1991 pour des raisons de politique de lutte contre l'alcoolisme dans la seconde moitié des années 80) ou service,

dont les prix ont augmenté moins ou au même rythme que cet indice pendant cette période. L'écart peut être très significatif (notamment pour l'eau potable des consommateurs domestiques— plus de 12 fois, pour le transport urbain – 4 fois, le pain – plus de 2 fois, la viande – en moyenne 2 fois, les œufs – plus de 2 fois, les fruits et légumes— 2-3 fois, les vêtements – à partir de 1,5 fois, etc.) mais jamais en faveur des chiffres officiels. De plus, si l'on envisage la période comprenant des années 1991, 1998 et 1999, c'est-à-dire plus longue, cet écart devient encore plus considérable. Dans ce cas la statistique officielle est, donc, vraiment fragile. Mais, malgré la fragilité des chiffres officiels, nous sommes obligés de les utiliser, en premier lieu pour la comparaison et, en outre, puisque les données ne sont pas souvent couvertes que par la statistique officielle.

Nous revenons au questionnaire. Les conditions de l'inflation en Ukraine limitent souvent le temps de réalisation du sondage – la valeur absolue du hryvna peut changer très rapidement, selon les périodes. La durée du sondage a alors été réduite à huit mois : du mois d'avril 2000 jusqu'au mois de janvier 2001. Les paramètres quantitatifs du sondage (le nombre représentatif de réponders, leur structure selon l'âge, le statut social, etc.) seront envisagés dans les chapitres suivants.

## Motifs et possibilité de la comparaison

Même si la comparaison "France - Ukraine" n'est pas l'objectif principal de cette recherche, nous essaierons de faire des comparaisons là où il est possible. Notamment nous tenterons de comparer l'évolution de la situation dans le domaine des prestations de transport offertes par les différents modes de transports urbains (nous allons mettre l'accent sur le transport collectif urbain) entre la France, constituant un pays économiquement développé, et l'Ukraine, étant actuellement un pays en transition vers l'économie de marché. A ce sujet, on peut aussi parler de pays en développement, tout en considérant qu'il n'y a pas plus de dix ans, la république la plus riche de l'ex-Union Soviétique - empire qui, à l'époque, ambitionnait une concurrence économique avec les pays capitalistes. Dans ces deux pays nous avons choisi deux villes : la ville de Lyon en France et la ville de Kharkov en Ukraine.

Pourquoi avons nous fait ce choix ? En premier lieu, du fait que l'auteur est de nationalité ukrainienne - à qui l'occasion a été donnée de faire ses recherches en France - et habitant de la ville de Kharkov. Ces raisons donnent et simplifient la possibilité de faire des enquêtes et ainsi d'accumuler des statistiques nécessaires sur le sujet de recherche. Il est vrai qu'actuellement en France il manque de l'information sur le déroulement de la situation socio-économique dans les pays de l'Europe de l'Est, et surtout dans ceux qui appartenaient, à l'époque, à l'Union Soviétique.

Deuxièmement, les deux pays choisis se rassemblent, du point de vue de l'auteur, au regard de critères quantitatifs : notamment géographiques, démographiques... Les pays sont proches aussi par l'importance de l'agriculture (pas par rapport à l'industrie, ce qui

n'est pas moins important - plutôt par rapport aux autres pays, en tous cas l'image mondiale de ces deux pays permet de faire cette conclusion).

Pour rendre la comparaison géographique plus évidente, on peut placer l'Ukraine sur la place de la France. On observerait alors que, du nord au sud, l'Ukraine se situerait entre la ville de Birmingham en Angleterre et celle de Bordeaux en France. La distance de l'ouest à l'est est équivalente à celle entre les villes de Paris et de Varsovie en Pologne.

Le tableau suivant fournit des renseignements d'ordre général sur les deux pays à la date du 01. 01. 1999.

Indice	France	Ukraine
1. Superficie, km <sup>2</sup>	550,0	603,7
2. Ordre de grandeur, km <sup>1</sup>		
- Nord - Sud	1100	890
- Est - Ouest	900	1300
3. Nombre d'habitants, millions	58,3	50,1
4. Densité moyenne, hab / km <sup>2</sup>	105	83
5. Pourcentage des habitants, % <sup>2</sup>		
- urbains	75	68
- ruraux	25	32
6. Division administrative	22 régions	25 régions

*Tableau 2 : Caractéristiques générales de la France et de l'Ukraine*

source : Tableaux de l'économie française, 2000, MinStat Ukraine

On peut remarquer que les deux pays sont relativement proches quant au partage de l'espace géographique. Mais il faut noter que les tendances d'évolution du nombre d'habitants pendant la dernière décennie divergent : en France la tendance est positive (la population a augmenté de 55,1 millions d'habitants en 1991 à 58,3 millions d'habitants vers 1999) alors qu'en Ukraine elle est négative (la population a diminué de 52,1 millions d'habitants en 1991 à 50,1 millions d'habitants vers 1999). Les raisons de ce processus seront traitées ultérieurement, mais le fait principal influençant ce processus est la supériorité du taux de mortalité sur le taux de natalité en Ukraine, conduisant à une diminution naturelle de la population.

Pourquoi le choix des villes de Lyon et de Kharkov ? Parce qu'elles sont de grandes agglomérations urbaines ; l'agglomération lyonnaise est la deuxième en France (après agglomération parisienne), l'agglomération de Kharkov est la deuxième en Ukraine (après celle de Donetsk). De plus, la ville de Kharkov est la deuxième ville en Ukraine en nombre d'habitants (après Kiev - la capitale actuelle, mais il faut noter qu'en dépit d'une grande importance relative, concernant le nombre d'habitants - 2,627 millions - il n'existe pas d'agglomération de Kiev<sup>2</sup>) et la première ville industrielle. Il en est pour l'agglomération de Lyon qui se situe à la deuxième place démographique de même population, suivie par Marseille et Lille. En Ukraine, Kharkov est appelée la "première capitale" (Kharkov était la capitale de l'Ukraine depuis 1917 jusqu'à 1934), ainsi que Lyon était la capitale des Gaules.

<sup>2</sup> D'après les règles administratives ukrainiennes.



Les paramètres quantitatifs comparatifs des deux villes sont représentés dans le tableau suivant :

Indice	Communauté urbaine de Lyon	Kharkov
1. Nombre d'habitant, millions dont Lyon - Villeurbanne	1,3 0,81	1,51 -
2. Superficie, km <sup>2</sup> dont Lyon - Villeurbanne	670 71,3	306,0 -
3. Densité en moyenne, hab./km <sup>2</sup> dont Lyon - Villeurbanne	1940 9555	4915 -
4. Division administrative	neuf arrond. + 54 communes	neuf arrond.

Tableau 3 : Caractéristiques générales des villes de Lyon<sup>3</sup> et de Kharkov

Un coup d'œil sur ce tableau est suffisant pour constater que les deux villes (comme les deux pays) se ressemblent du point de vue quantitatif, ce qui peut nous permettre de réaliser une analyse comparative de l'utilisation de l'espace. Mais les difficultés peuvent apparaître quand on commence à faire la comparaison des caractéristiques qualitatives. Tout d'abord, surgit le problème suivant : comment décrire, et ensuite chiffrer la structure qualitative de ces deux espaces ? Il faut dire que le temps et l'histoire ont changé les deux pays et les deux villes de telle manière qu'au moment qui nous intéresse les conditions qualitatives d'utilisation de l'espace sont différentes. Bien sûr, les lois de l'évolution naturelle demeurent ; il existe toujours des rythmes temporels, les hommes naissent, grandissent, forment des couples (des ménages), font certaines activités, deviennent vieux, et enfin, la vie se finit. Les parents aiment leurs enfants et à l'inverse. La plupart de la population active travaille pour gagner sa vie et entretenir sa famille... Mais des caractéristiques économiques et sociales, le niveau des besoins et des désirs, les mentalités, le mode de penser et d'interpréter des choses, l'aptitude à percevoir des changements, les traditions, les habitudes etc. façonnent les espaces et les différencient.

Nous avons consciencieusement attribué l'index " nombre d'habitants " aux caractéristiques quantitatives (d'espace) quoique, normalement, cela puisse appartenir aux paramètres qualitatifs d'occupation de l'espace. Cette modification a été faite consciemment dans le but de bien présenter les conditions de départ de la recherche, les bases thématiques à partir desquelles nous pourrions ultérieurement développer une comparaison des deux espaces choisis.

<sup>3</sup> RAUX C. et al. "Développement d'un modèle stratégique de simulation des déplacements. L'agglomération lyonnaise."  
Rapport d'étape (1976-1986-1995). Lyon. LET. 1996.



# Chapitre I : Présentation de l'Ukraine, de la région de Kharkov et de la ville de Kharkov

## 1.1. Place de la région de Kharkov en Ukraine

L'Ukraine est un pays de l'Europe de l'Est, ex-république de l'Union Soviétique, l'Etat est officiellement indépendant depuis le 24 août 1991. La superficie de l'Ukraine est de 603 700 km<sup>2</sup>. La population au 1<sup>er</sup> janvier 1999 est de 50,106 millions d'habitants. La capitale de l'Ukraine est la ville de Kiev qui compte 2,627 millions d'habitants. En Ukraine, il y a 24 régions (oblast') et une république autonome - la Crimée. Toutes les régions, y compris la Crimée, sont divisées en " régions de campagne " (l'équivalent approximatif en France des départements), il y en a 479 en Ukraine. La division administrative et la population des régions de l'Ukraine au 1<sup>er</sup> janvier 1999 sont présentées dans l'annexe n<sup>o</sup> II.

La région de Kharkov se situe dans la partie nord-est de l'Ukraine à la ligne de partage des eaux de deux rivières - Dniepr et Don. La région de Kharkov a une frontière commune avec les régions de Soumy, Poltava, Dniepropetrovsk, Donetsk et Lougansk en Ukraine et avec celle de Belgorod en Fédération de Russie. La région a été créée le 27

février 1932. Le territoire de la région s'étend de l'ouest à l'est sur 225 km et du nord au sud sur 200 km. La superficie est de 31 400 km<sup>2</sup>. La population au 1<sup>er</sup> janvier 1999 est de 2 997 900 d'habitants. La division administrative au 1<sup>er</sup> janvier 2001 est de 27 régions de campagne, 17 villes, 60 unités administratives du type ville (la traduction littérale en ukrainien) et 1694 villages. La capitale de la région est la ville de Kharkov. La division administrative est donnée dans l'annexe n° II.

Le découpage de la région en fonction de la densité de la population permet de révéler géographiquement l'agglomération de Kharkov. Cette agglomération est formée notamment par la ville et par des régions de campagne voisines : de Kharkov, Chougouev, Zmiev et Dergatchi. La superficie de cette zone est de 5166,7 km<sup>2</sup>. La population au 1<sup>er</sup> janvier 1999 est de 1 993 400 d'habitants où la part de la ville de Kharkov est de 76 % (soit 1 510 200 d'habitants). L'agglomération compte sept villes : Kharkov, Chougouev, Zmiev, Dergatchi, Lubotine, Méréfa, Youjny. La densité moyenne de population de l'agglomération est de 386 hab./km<sup>2</sup>. La population se distribue inégalement, avec une concentration plus forte à Kharkov même. Elle diminue ensuite graduellement sur l'agglomération vers ses limites. A partir de maintenant, nous focaliserons notre attention sur la ville de Kharkov.

## 1.2. Dynamique de la population

Une des questions d'actualité en Ukraine concerne la reproduction de la population.

La situation démographique en Ukraine est fortement marquée par une évolution négative. On peut voir ce pays parmi ceux figurant dans l'INSEE. Là, l'Ukraine occupe l'avant-dernière place (devant la Russie) selon l'écart entre le taux de natalité et le taux de mortalité en 1994. A partir de la seconde moitié des années 90 elle passe derrière la Russie, ainsi que derrière tous les autres pays. En 1998, selon les données de l'INSEE, l'Ukraine se place à la dernière position de ce classement.<sup>4</sup>

A Kharkov, comme dans la plupart des villes et des régions de l'Ukraine, à cause de la crise socio-économique, pendant les huit dernières années continue l'aggravation générale de la situation démographique.

A partir de 1991, on observe chaque année une diminution graduelle du nombre d'habitants, comme résultat de la baisse de la natalité et du solde négatif de migration. Les faits sont le dépassement stable du niveau de natalité par celui de mortalité et le processus général de vieillissement de la ville. Pendant cette période, le nombre d'habitants de Kharkov a diminué de plus de 114 000.

La détérioration rapide des conditions de vie et la difficulté d'élever un enfant ne favorisent pas la reproduction de la famille.

En 1998 le nombre de nouveau-nés a été de 9 691, alors que le nombre de morts a été de 18 282. Le coefficient de mortalité est ainsi 1,9 fois supérieur à celui de natalité

---

<sup>4</sup> INSEE, 1996-1997, 2000.

(respectivement 12,0 et 6,4). Le tableau 1.1 présente la dynamique de la population de Kharkov.

**Tableau 1.1 : Nombre d'habitants de Kharkov en 1991-1999, au 1<sup>er</sup> janvier (en milliers de personnes) <sup>5</sup>**

1991	1994	1996	1998	1999
1622,8	1598,6	1555,1	1521,4	1510,2

Les données sur la natalité et la mortalité dans la ville sont présentées dans le tableau suivant.

**Tableau 1.2 : Natalité et mortalité sur Kharkov en 1990-1998 (en personnes)**

Années	Nombre de naissances	Nombre de décès	Ecart absolu
1990 1995 1997	18131 11052 9727 9691	17027 21955 19435	1104 -10903
1998		18282	-9708 -8591

L'information relative à la région de Kharkov est présentée dans le tableau 1.3.

**Tableau 1.3 : Variation annuelle de la population de région de Kharkov en 1990-1998, (en milliers d'habitants)**

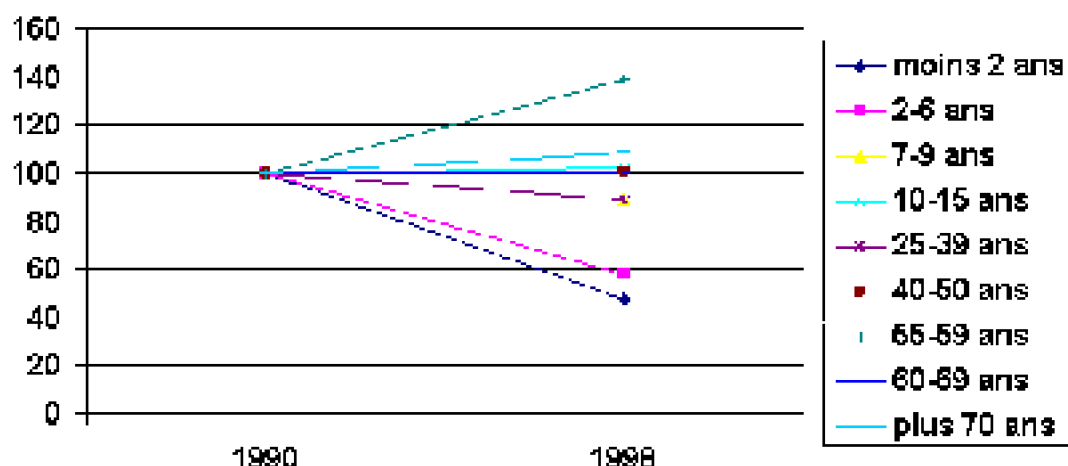
6

Années	Nombre d'habitants		Augmentation (diminution) totale	Dont	
	Début d'année	Fin d'année		Diminution naturelle	Solde migratoire
1990 1993	3196,6 3182,1	3194,8	-1,8 -23,9 -34,9	-4,7 -19,5	2,9 -4,4 -8,5
1995 1997	3123,3	3158,2	-30,7 -26,5	-26,5 -25,6	-5,1 -3,1
1998	3055,1 3024,4	3088,4 3024,4 2997,9		-23,4	

L'analyse des groupes de population de différents âges pendant la période 1990 - 1998 montre que, avec une diminution générale du nombre d'habitants à Kharkov de 6,1 %, on observe une augmentation de la population, surtout dans les classes d'âge suivantes : " 10 - 15 ans " (nés pendant la hausse de natalité dans les années 80) avec + 2,4 %, " 40 - 50 ans " avec + 0,5 %, " 55 - 59 ans " (nés pendant la hausse de natalité dans la période avant la deuxième guerre mondiale) avec + 38,9 %, " 70 ans et plus " avec + 8,2 %. La part de la classe " 60 - 69 ans " reste presque sans changement. En ce qui concerne les autres classes de population on constate la diminution de leurs parts, surtout dans la classe " jusqu'à 2 ans " (avec -52,4 %), " 2 - 6 ans " (-42,2 %), " 7 - 9 ans " et " 25 - 39 ans " (-10,7 %). Les tendances des changements structurels des parts de la population de différents âges sont montrées dans le graphique suivant :

<sup>5</sup> Source : Annuaire statistique de la région de Kharkov, 1999.

<sup>6</sup> Source pour les tableaux 1.2 et 1.3 : Annuaire statistique de la région de Kharkov, 1999.



Graphique 1.1 : Changements de la répartition de la population selon les différents âges pendant la période 1990 – 1998, en % <sup>7</sup>

On peut voir que le processus de vieillissement de la population de la ville se compose de la baisse sensible de la part des classes des générations montantes. Notamment, la part de classe d'âge " jusqu'à 2 ans " a baissé à partir de 1990 de 2,56 % à 1,3 %, celle du groupe " 2 - 6 ans " de 6,72 % à 4,13 % et du groupe " 7 - 9 ans " de 3,85 % à 3,66 %.

Le résultat de ces changements de structure en 1999 par rapport à 1990 est une diminution de la part de la population âgée de moins de 16 ans de 20,8 % à 17,44 %. En revanche, la population âgée de plus de 59 ans pour les hommes (et plus de 54 ans pour les femmes) a augmenté de 18,41 % à 21,22 % et celle des actifs <sup>8</sup> a progressé de 60,79 % à 61,34 %.

En 1998 pour 1000 hommes actifs il y avait 630 hommes non actifs, notamment des enfants (284) et des personnes plus âgées que des actifs (346). Au 1<sup>er</sup> janvier 1999 à Kharkov les catégories de citoyens, ayant besoin de l'assistance sociale, ont été les suivantes :

- les retraités - 381 777 hab. ;
- les enfants-orphelins et les enfants privés du soin de parents - 1 401 hab.;
- les familles nombreuses - 3 847 hab. ;
- les mères seules - 14 938 hab. ;
- les liquidateurs de la catastrophe de Tchernobyl et les égaux - 13 726 hab. ;
- les réhabilités et des membres de leurs familles - 600 hab.

<sup>7</sup> Source : Annuaire statistique de la région de Kharkov, 1999.

<sup>8 5</sup> En Ukraine, la population active est constituée par : les hommes de 16 à 59 ans, les femmes de 16 à 54 ans. Ici on n'ajoute pas les élèves et les étudiants qui font leurs études avec l'abandonnement de l'exercice de leur profession scolaire, ceux qui font leur service militaire à terme, les femmes en congé de maternité (selon la législation) et les étrangers.

La proportion entre les hommes et les femmes en 1998 par rapport à 1990 reste presque au même niveau. La part des hommes dans la population globale est maintenue au niveau de 1990 - 45,7 %. Les données sur la répartition du nombre d'hommes et de femmes sont présentées dans le tableau 1.4. En même temps la part des hommes âgés moins que des actifs dans le nombre total d'actifs a diminué de 23,17 % à 19,44 %, celle des actifs a augmenté de 65,18 % à 67,07 % et la part des hommes âgés plus que des actifs - de 11,64 % à 13,49 %.

Années	Population constante, en milliers	Total		%	
		Hommes	Femmes	Hommes	Femmes
1991	1506,8	794,7	872,1	45,7	54,3
1994	1582,0	725,1	857,5	45,8	54,2
1995	1579,1	702,8	831,3	45,8	54,2
1998	1505,4	688,4	817,0	45,7	54,3
1999	1511,2	682,9	811,3	45,7	54,3

Tableau 1.4 : Nombre d'hommes et de femmes à Kharkov au 1<sup>er</sup> janvier (entre 1991 et 1999)<sup>9</sup>

Les facteurs importants socio-démographiques, influençant l'évolution de la population, sont des mariages et des divorces.

En 1998 à Kharkov ont été enregistrés 10 373 mariages et 7 146 divorces, soit des proportions pour 1000 habitants de 6,8 et 4,7. Respectivement avec cela le taux de mariages officiellement enregistré est de 4,8 % inférieur à celui de 1997, l'année quand on constatait l'augmentation de leur quantité après l'année bissextile. Le nombre de divorces en 1998 a diminué de 0,6 % par rapport à 1997.

En même temps, à partir de 1990, le nombre de mariages a baissé de 1,6 fois, et celui de divorces de 1,2 fois, et pour 1000 habitants - respectivement de 1,5 et 1,2 fois. La part la plus importante des divorces est entre 26 - 40 ans, c'est-à-dire la période de l'âge de procréation, ce qui exerce donc une influence très négative sur la reproduction de la population.

La dynamique mensuelle des mariages en 1997 et 1998 montre une augmentation pour les mois de février, avril, juin et octobre, et une diminution en janvier, mars, mai et décembre (à cause de la signification relativement importante pour la population des restrictions religieuses concernant les mariages pendant les grands carêmes chrétiens). On observe par ailleurs une augmentation des divorces en mars et une diminution au mois d'août.

La situation économique et les lourdes conditions de vie, l'incertitude quant à l'avenir, le chômage, surtout parmi la jeunesse ne favorisent pas la création des familles par des jeunes gens. En même temps, la hausse des difficultés en maintien individuel de la

<sup>9</sup> Source : Annuaire statistique de la région de Kharkov, 1999.

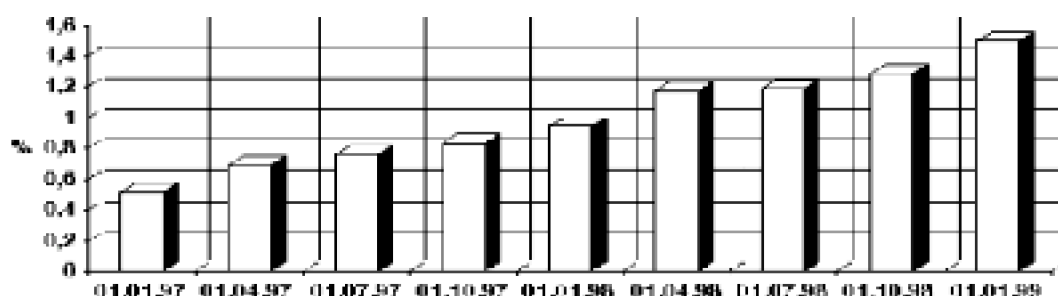
famille, surtout avec des enfants, retient beaucoup de personnes des divorces.

La détérioration de la situation démographique dans les dernières années est beaucoup liée aux conditions de reproduction de la population. Sa normalisation sera possible seulement avec des changements fondamentaux positifs dans l'économie de l'Ukraine, qui doivent entraîner une amélioration du niveau de vie de la population.

### 1.3. Situation du chômage à Kharkov

La structure du marché de travail en 1998 a connu les changements dans les branches de production publique, les changements des formes de propriété des entreprises, de leur réorganisation. Cela étaient accompagné, en général, d'une réduction du nombre de postes de travail, d'une baisse du besoin de main-d'œuvre et d'une hausse de la tension sur le marché de travail.

L'utilisation non effective des capacités de production des entreprises renforçait les conditions d'une sous-utilisation de la main-d'œuvre. Dans la ville, le chômage caché était ainsi de 53 700 personnes (10,6 % du nombre total de cadres du personnel, en 1998). De 1997 à 1999 on remarque une tendance à l'augmentation du taux officiel de chômage, comme le montre le graphique suivant :



Graphique 1.2 : Evolution du taux officiel de chômage à Kharkov<sup>10</sup>

Le nombre de personnes sans emploi fixe en 1998 a été de 32 300 dont 24 800 avaient le statut de chômeur, ce qui est supérieur à 1997 respectivement de 1,4 et 1,5 fois (23 800 et 16 300).

A une place vacante de travail, donnée au service de l'occupation de population par des entreprises, prétendaient, en moyenne dans la ville, 8 personnes. Le principal employeur de la population non occupée reste le secteur public de l'économie.

En 1998, 17,4 % des chômeurs (soit 4 313 personnes) ont été placés dans des entreprises. Et 12 300 ont été rayés du registre du service de l'occupation sans placement.

Le nombre de personnes sans emploi enregistré par le service de l'occupation au 1<sup>er</sup>

<sup>10</sup> Source : Annuaire statistique de la région de Kharkov, 1999.



janvier 1999 a été de 14 100 personnes, dont 13 700 ont été enregistrés comme des chômeurs, les niveaux respectivement de 1,5 et 1,6 fois supérieurs à ceux de l'année précédente (9 300 et 8 600).

Dans la ville habitent 68 600 invalides (au 1<sup>er</sup> janvier 1999), dont 10 400 travaillent, soit 15,2 %.

## 1.4. Economie

La question de la dégradation de la situation économique pendant les dix dernières années en Ukraine n'est pas mise en doute par les différentes branches des pouvoirs publics. Mais l'estimation des indices économiques par différents types de " spécialistes " n'est pas égale, et de plus, l'écart entre ces indices est très important, même pour les estimations du Ministère de l'Economie et du Parlement (le Conseil Suprême de l'Ukraine). Mais en dépit de cet écart, la chute des indices économiques (publiés officiellement) est impressionnante.

Voici une traduction d'un petit article présentant deux types d'estimation des indices économiques de l'Ukraine, qui a été publié dans le but de comparer l'information émise par deux sources différentes (exprimant plutôt des intérêts différents politiques, celui du Ministère et celui du Conseil Suprême ou Parlement) :

***“ Le service de presse du Ministère déclare “ l’altération considérable ” des indices économiques du développement de l’Ukraine pendant les années de l’indépendance, publiées dans un appel du Conseil Suprême du 16 juillet (1999) aux organisations internationales, à l’opinion publique de l’Europe et au monde. Pendant les dernières sept années le volume du produit intérieur brut (PIB) a diminué de 55 % et non de deux tiers, la production industrielle de 49 % et non de trois quarts, la production agricole de 40 % et non plus de la moitié. Les revenus monétaires réels de la population ont été divisés par 3,4 fois et non par 8 fois. Si on prend en considération le changement du pouvoir monétaire d’achat en 1998 par rapport à 1991 (avec le déficit total), on peut constater que la baisse est bien moindre. Dans l’appel, il est mentionné que 41 % de la population se trouve à un niveau inférieur au seuil de pauvreté.<sup>11</sup> En réalité seulement 28,5 % de la population se trouve en deçà de ce niveau. Dans l’appel il est indiqué que le dépassement de la mortalité sur la natalité a commencé à partir dès le début des réformes, alors que cette tendance a débuté en 1991. La natalité a diminué depuis 1984 et la mortalité a augmenté encore plus tôt - du début des années 70. Il faut remarquer que dans les dernières années on observe une certaine atténuation de la situation. Ainsi, la mortalité de la population pour 1000 habitants est passée de 15,2 en 1996 à 14,9 en 1997 et à 14,3 en 1998. On observe aussi la diminution de la mortalité des enfants : en 1996 - 14,3 pour 1000 nouveau-nés, en 1997 - 14,0, et en 1998 - 12,8, ce qui correspond à un niveau de 1990. ”<sup>12</sup> Les chiffres sont impressionnants !***

<sup>11</sup> La limite officielle de pauvreté en Ukraine correspond à 74 hryvnas par mois (1999).

En quelques mots une opinion d'auteur sur la situation économique générale en Ukraine. L'Ukraine expérimente encore la déséconomie. Elle souffre en effet de faibles ressources en matières premières et en ressources énergétiques ce qui l'oblige à s'approvisionner à l'extérieur, aux prix du marché mondial. La question des approvisionnements énergétiques constitue un défi fondamental pour l'Ukraine. En effet, l'économie ukrainienne est particulièrement vorace en énergie, à la fois dans le secteur industriel mais aussi dans les foyers où il est habituel de laisser brancher le gaz ou l'eau pour éviter une rupture du flux ! L'Ukraine ne produit en effet que 73 millions de tonnes équivalent pétrole (tep) par an alors que sa consommation s'élève à 161 millions de tep. La différence, soit 55 % de sa consommation, provient des importations de pétrole (24 millions de tep) et de gaz (64 millions de tep) qui doivent évidemment se payer au prix fort en provenance de la Russie et du Turkménistan (9 milliards de dollars en 1996). Une réforme est en cours. Le choix d'une réorientation vers une régulation "à la britannique", c'est-à-dire vers un marché libre de l'énergie - séparation des fonctions de réglementation, de production, de distribution et de commercialisation - s'est avéré mal adapté à la situation ukrainienne (de Laroussilhe). Cette organisation très libérale a entraîné une hausse des prix qui a débouché sur des impayés généralisés de la part des consommateurs et a compromis l'équilibre du système. Les investissements nécessaires ont ainsi été retardés. Une voie médiane doit ainsi être privilégiée. Au niveau du charbon, une restructuration indispensable est à l'œuvre avec l'aide de l'Union Européenne et de la Banque mondiale.

La transition économique en Ukraine doit emprunter les trois phases : une stabilisation macro-économique (stabilisation prix, monnaie et déficit budgétaire), une libéralisation micro-économique (fin du contrôle des prix, des échanges, suppression des obstacles à l'initiative privée) et enfin une restructuration de l'économie. Sur le premier point, l'Ukraine a plutôt bien réussi avec l'introduction d'une nouvelle monnaie en 1996. Néanmoins, le déficit public a été maintenu grâce au soutien du FMI et au non-paiement des factures publiques et des salaires. La libéralisation micro-économique est à l'œuvre mais elle est encore partielle et l'Ukraine a du mal à désengager l'Etat de l'économie. La taxation reste élevée, les logiques de corruption et de prélèvement de la mafia<sup>13</sup> rendent les conditions de développement du secteur privé très difficile.

En ce moment l'économie interne de l'Ukraine peut être représentée comme un cercle vicieux, dont tous les éléments sont liés et forment un système interne de la " stabilité négative ". Ce système est très bien fort puisque sa base s'appuie sur les intérêts à court terme des pouvoirs. Le schéma ci-dessous montre des liaisons entre les éléments principaux de ce système. Ce schéma (page suivante) est simplifié pour des raisons de compréhension, puisque, a priori, on peut ajouter jusqu'à l'inconnu des structures de l'influence des éléments moins principaux.

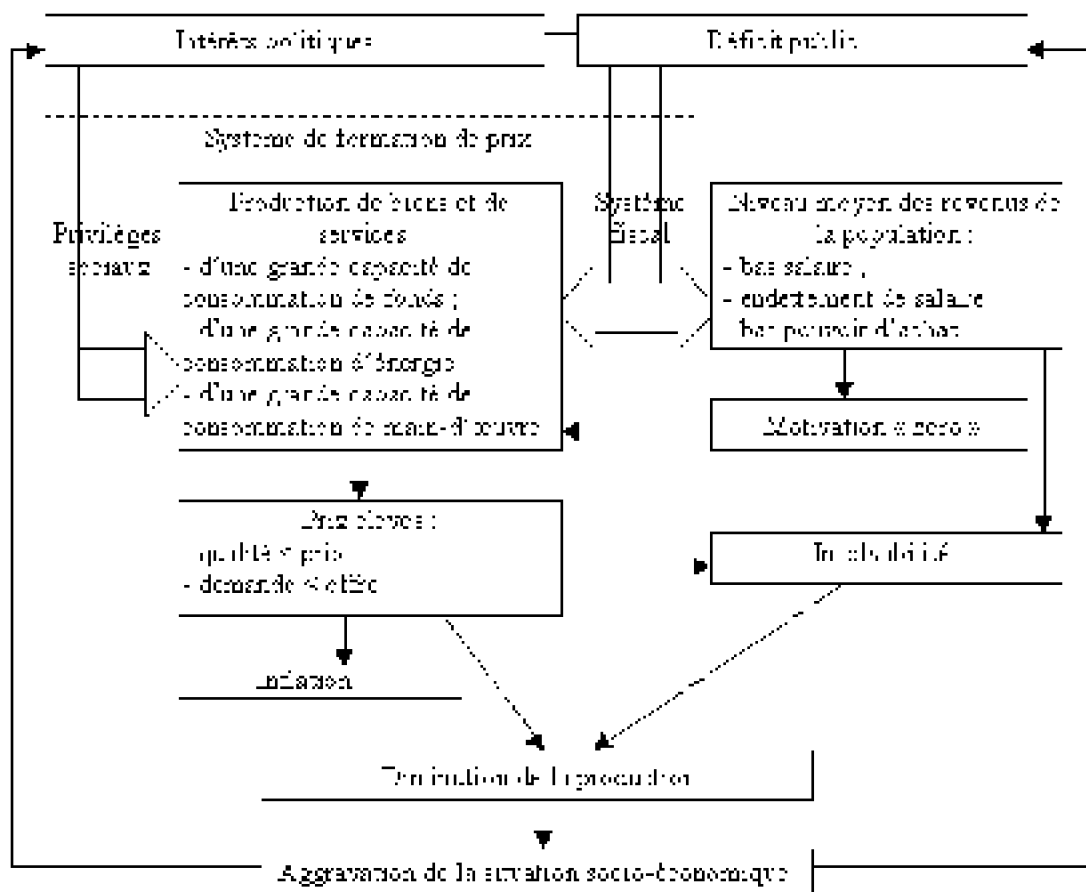
Proprement dit, selon le point de vue de l'auteur, la dégradation de la situation

---

<sup>12</sup> Le journal " Kharkov de soir ", n° 83 du 29 juillet 1999.

<sup>13</sup> - les prélèvements de la mafia sont ainsi élevés à 11 % des bénéfices selon une institution internationale (de Laroussilhe, 1998, p. 107).

économique a presque atteint ses limites en l'an 2000. Donc, si l'on n'observe pas de changements structurels, la situation toucherait presque ces limites, qui peuvent avoir, néanmoins, un scénario avec deux directions d'influence considérable.



*Schéma 1.1 : Economie de l'Ukraine : principales interdépendances*

La première direction, positive, concerne l'amélioration de certains indices économiques provoquée par le refus de la plupart de la population de consommer les produits importés (majoritairement d'origine polonaise, turque et chinoise), dont la grande quantité est apparue à partir de 1990. Le choix sera fait en faveur des produits nationaux, qui tendent à devenir relativement moins chers. A l'heure actuelle, on ne voit pas sur le marché de prédominance des produits importés. En effet, près de 80 % de produits du textile et de l'alimentation sont faits en Ukraine, donc, il est plus avantageux d'organiser la production en intérieur que de recourir à l'importation. Il est évident l'apparence d'une tendance favorable à l'augmentation de la production nationale.

La seconde direction d'influence, négative, concerne l'appauvrissement de la majorité

de la population, la limitation de l'assortiment des produits et des services consommés. Plus d'efforts, moins de gains pour des producteurs bornés par le marché national. En gros, l'impossibilité de dépasser un certain taux de croissance de la production, bien plus bas que le taux de la plupart d'autres pays européens.

L'an 2000 est marqué par la détérioration de la situation, surtout en ce qui concerne le niveau de vie de la majorité de la population. La vie quotidienne est caractérisée par :

- la diminution du salaire moyen mensuel officiel jusqu'à \$30-35 par personne, ce qui entraîne une insolvabilité généralisée de la population, et un retour à l'exploitation du sol. De plus, le salaire n'est souvent versé que quelques mois (même quelques années !) après la date de sa mise en compte et cet endettement augmente toujours<sup>14</sup> ;
- l'augmentation des prix, dont le niveau est comparable, sauf pour les produits de première nécessité (pain, lait, services de transport, etc.), à celui des pays développés. Les raisons de ce phénomène seront présentées par la suite ;
- les coupures des services communaux : de l'eau et de l'énergie électrique<sup>15</sup> ;
- l'impossibilité d'effectuer un grand nombre d'activités économiques ou sociales, etc. sans le versement de pots de vin. Ici nous pouvons nommer cette situation comme le "phénomène de queue" ou le "phénomène d'attente".<sup>16</sup> Outre cela des "bakchichs" sont habituelles dans les domaines de l'éducation, de la santé publique, de la jurisprudence, etc. Le pire est dans le fait que les bakchichs, habituellement, ne sont pas honteux, bien au contraire nous pouvons appeler cette expérience comme l'art de communication entre les deux participants augmentant souvent le prestige de deux parties.

Nous reprenons la question du niveau des prix. En premier lieu il faut trouver des raisons d'un niveau des prix bien plus élevé que celui du salaire moyen, et ensuite évaluer ce ratio. Nous pouvons trouver les réponses dans le mécanisme de formation des prix. Deux éléments principaux, à notre avis, font considérablement augmenter les prix et souvent sans possibilité de les baisser. Le premier est la formation, sur la base des privilèges sociaux, des tarifs pour les services publics (l'approvisionnement en eau potable, gaz, énergie électrique, etc.) dont le volume du chiffre d'affaire est estimé, par l'auteur, à près

<sup>14</sup> L'endettement total pour les frais de personnel (l'annuaire statistique de la région de Kharkov, 1999) vers 10 janvier 1999 était égal à 416 720 000 hryvnas, ce qui correspond à 642,8 hryvnas par un employé. L'exemple de l'auteur est impressionnant : il n'a touché son salaire pour 4 mois de 1996 qu'en 1999 (avant les élections présidentielles). Le salaire réel, donc, était diminué en 3 fois. **de 15 % du PIB. Le second élément est le système fiscal. L'existence des privilèges sociaux, comme l'expression de la politique sociale, y compris dans le domaine des transports collectifs urbains, traduit plutôt un moyen des pouvoirs pour se tenir à leurs places, les conséquences économiques restent souvent hors des intérêts plus proches – ceux du carriérisme.**

<sup>15</sup> A la fin de 1999 les manifestations et les soulèvements de la population de la région de Kherson contre les coupures constantes de l'énergie électrique durant souvent plus de 12 heures par jour ont entraîné la démission du premier ministre de l'Ukraine. A Kharkov les coupures régulières d'électricité pendant l'hiver 1999-2000 étaient en moyenne 6 heures par jour.

<sup>16</sup> C'est dans les conditions de la formation d'un point de vue propre. **En suite de conclusion sur l'analyse de la petite histoire économique de l'indépendance de l'Ukraine, nous allons présenter des tableaux synthétiques des gains et des pertes généraux des ukrainiens au début de l'année 2000 issus de la période de l'indépendance, premièrement du point de vue de l'Etat et ensuite de celui d'un ukrainien. Il est évident que ces tableaux ne sont pas complets, donc pour le lecteur est laissée la possibilité de les continuer selon un point de vue propre.**

**Tableau 1.5 : Dix ans d'indépendance : gains et pertes pour l'Ukraine**

Gains pour l'Etat	Pertes pour l'Etat
<p>L'indépendance politique. Les élections démocratiques alternatives.</p> <p>L'égalité des formes différentes de la propriété.</p> <p>L'écartement du déficit matériel total.</p> <p>Un certain degré de la liberté de la presse, de l'information, etc.</p>	<p>La chute de la production (du PIB). Le surplus de la mortalité sur la natalité. Le solde négatif de la migration. L'opposition constante entre l'est et l'ouest, exprimée par la confrontation entre le Parlement et le président. L'augmentation des affaires criminelles, surtout dans le domaine économique. L'installation des douanes à la frontière avec les pays de la CEI. La corruption généralisée. Le marché noir estimé parfois davantage en terme de chiffre d'affaire que l'économie officielle. L'augmentation de l'appareil bureaucratique. La diminution de la qualité de l'éducation comme dans les écoles secondaires, et supérieures. Le chômage. L'inflation élevée et son potentiel important. La dette publique composant la plus grosse partie des dépenses du budget d'Etat. L'insolvabilité généralisée et l'endettement. L'instabilité de la législation.</p>

Et ensuite les gains et les pertes au niveau d'un individu.

**Tableau 1.6 : Dix ans d'indépendance : gains et pertes pour les ukrainiens**

Gains pour un individu	Pertes pour un individu
<p>Une moindre pression en terme d'idéologie dominante. Accroissement d'accession à la propriété (la plupart des ménages ont en possession leurs logements - ils sont privatisés). Une forte hausse de l'offre de biens et de services (y compris de technologie moderne), dont la diversité est à un niveau satisfaisant pour tous. L'accès à l'information politique, économique, etc. à partir de sources alternatives. Une plus grande facilité pour voyager à l'étranger (sauf dans les pays de la CEI – après l'instauration de douanes aux frontières). La possibilité (pour la partie dynamique de la population : 5 – 10 %) de monter sa propre affaire, avec plus ou moins d'efficacité.</p>	<p>L'absence d'idée forte sur un objectif global : incertitude dans l'avenir, méfiance de la politique dominante, manque d'optimisme. La diminution des revenus monétaires réels, selon différentes sources de 3,4 à 8,0 fois. De 28,5 % à 41,0 % de la population n'ont plus que 74 hryvnas par mois – le seuil officiel de pauvreté en Ukraine. L'impossibilité, dans la plupart des cas, d'effectuer une activité sociale et économique à un niveau financier satisfaisant en utilisant les voies officielles (y compris les domaines de l'éducation et de la santé publique). La nécessité, pour la majorité de la population, de recourir à des travaux complémentaires pour se pourvoir en produits alimentaires. L'absence de certitude de ne pas se trouver au chômage, surtout pour la jeunesse.</p>

Malheureusement, les gains dans leur majorité ne sont que des possibilités offertes, alors que les pertes reflètent des faits réels. Quels peuvent être les conseils pour inverser les tendances et améliorer la situation ? Ils peuvent être très différents, sur la base des exemples des pays développés ou bien spécifiques, mais, à notre avis, l'importance du

moment consiste dans la manifestation d'une sagesse et d'un courage politique plus marqués pour interrompre le cercle vicieux de l'économie intérieure ukrainienne.

L'Ukraine à une position neutre, du point de vue de la politique extérieure, mais présentée une économie sagace par rapport à ses partenaires stratégiques. Une des solutions pour l'Ukraine consiste dans un partenariat accru avec la Russie, en partie pour lever cette dépendance énergétique, sans abandonner pour autant son indépendance.

Le passage rapide de l'état de la domination d'une idéologie à l'état individuel libre exprimé par la phrase d'un ancien philosophe chinois : “ Ne pense pas à tout le monde, pense à toi-même, et cela rapporte plus de bénéfice au monde ”, mais dans une acception vulgaire, - a changé les fondements de la perception de réalité et le mode de penser des ukrainiens. Les changements sont, évidemment, réversibles mais, dans le sens inverse cela nécessite de doubler, voir tripler les efforts. La mentalité est une chose très fine, s'appuyant, entre autre, sur les relations familiales, l'éducation, la religion, etc. donc sur la culture générale spécifique à son entourage. Les directions positives, semble-t-il, sont à rechercher dans les puissances de ces éléments, commençant de la plus jeune génération.

## 1.5. Budget de Kharkov (1998)

Le budget de Kharkov est composé de ceux de neufs arrondissements de la ville et du propre budget à la ville. D'habitude ces dix budgets réunis sont considérés comme le budget commun de la ville.

Les revenus du budget de la ville de Kharkov en 1998, prenant en considération la somme reçue du budget d'Etat, s'élèvent au total à 465,9 millions de hryvnas.<sup>17</sup>

En 1998 à Kharkov ont été accumulés 1175,8 millions de hryvnas des impôts et des paiements spéciaux dans les budgets de tous les niveaux. De cette somme, le budget de Kharkov s'est monté à 338,4 millions de hryvnas, soit 28,8 %.

La répartition des revenus (recettes) du budget de Kharkov est présentée dans le tableau suivant :

Tableau 1.7 : Répartition des recettes du budget de Kharkov

Recettes du budget	%
Impôt sur le profit des entreprises Impôt sur le revenu des citoyens	52,10 13,00
<i>Paiement pour l'utilisation des ressources de la nature</i> Impôts locaux	12,19 8,53
Impôts intérieurs pour les services rendus Paiements et autres revenus de type “ non impôt ”	6,30 6,03
Impôt sur les propriétaires des moyens de transport motorisés Fonds spéciaux d'Etat	1,75 0,10

<sup>17</sup> Le cours officiel du change de la hryvna (jusqu'à 1992 - le rouble de l'Union Soviétique, de 1992 à 1996 -le karbovanets) par rapport au dollar des Etats Unis était le suivant (pendant l'existence de la hryvna) : du 1 septembre 1996 au mois d'août 1998 près de deux hryvnas pour un dollar, à partir d'août 1998 jusqu'au juillet 1999 près de quatre hryvnas pour un dollar.

Les dépenses du budget de Kharkov en 1998 ont représenté 465,7 millions de hryvnas. La répartition des dépenses est présentée dans le tableau ci-dessous.

**Tableau 1.8 : Répartition des dépenses du budget de Kharkov**<sup>18</sup>

Dépenses du budget	%
<b>Assurance sociale de la population</b> Education Santé	22,06 17,92 17,32 9,36 9,30
publique Services communaux et de logement Transports,	3,17 2,35 1,06 0,96 0,71
routes, communications Investissements capitaux	15,79
Entretien des pouvoirs locaux <i>Culture et média</i> Police	
municipale Sport Autres dépenses	

Les frais du budget compte l'entretien de 1 148 des agents de police.

Pour l'entretien des établissements d'éducation ont été assignés 83,5 millions de hryvnas. De cette somme les salaires composent 51,1 %. Le salaire moyen dans la ville pour une personne titulaire dans un établissement d'éducation s'élève à 105,07 hryvnas par mois (1998).

Les dépenses moyennes pour la nourriture d'un enfant par jour dans les écoles maternelles ont représenté 1,10 hryvnas (1,36 hryvnas ont été planifiés).

Les dépenses pour l'entretien des établissements de santé publique ont atteint 80,7 millions de hryvnas, dont les versements de salaires se sont élevés à 46,5 millions de hryvnas. Le salaire moyen mensuel pour une personne est de 110 hryvnas.

Pour l'organisation des services municipaux (la réparation des routes de la ville, l'éclairage, l'aménagement d'espaces verts, l'entretien des cimetières et des fontaines) 14,9 millions de hryvnas ont été dépensés. Pour la réparation du matériel roulant des transports électriques (tramways et trolleybus) la somme de dépenses s'élève à 1,3 millions de hryvnas.

Les subventions pour des entreprises de transport, dans le but de la régulation publique des prix pour leurs services, ont atteint 43,3 millions de hryvnas : pour des entreprises de tramway et trolleybus - 42,0 millions de hryvnas et pour le métro - 1,3 millions de hryvnas.

Les dépenses pour des mesures écologiques ont été de 147 500 de hryvnas.

## 1.6. Revenus de la population (1998)

Cette partie a été faite sur la base d'un sondage officiel dans la région de Kharkov. Près de 1300 ménages ont été observés. Ces observations étaient effectuées chaque mois sur une base constante et concernaient des ménages de la population travaillant dans le

<sup>18</sup> Source pour les tableaux 1.7 et 1.8 : Annuaire statistique de la région de Kharkov, 1999.

secteur public de l'économie, ainsi que des ménages d'agriculteurs, de coopérateurs artisanaux, de militaires et de retraités.

L'observation des budgets de ménages est la source de base de l'information sur le niveau de vie de la population et ses caractéristiques. Grâce à cela, nous pouvons analyser la structure du nombre de personnes dans le ménage, des revenus et des dépenses, de la consommation des produits alimentaires, des services rendus selon le niveau des revenus, etc.

Le revenu total, en moyenne par habitant de la région de Kharkov en 1998 a été de 124,8 hryvnas par mois. Le revenu des résidents en milieu urbain a été de 128,8 hryvnas et de ceux en milieu rural de 119,2 hryvnas.

Entre 1997 et 1998 on observe des changements dans la structure des revenus totaux d'un ménage. La part du salaire s'est accrue de 44,3 % à 48,9 % pour l'ensemble des ménages, de 59,2 % à 60,6 % pour les ménages urbains et de 28,5 % à 31,5 % pour les ménages ruraux.

Une part importante de la structure des revenus relève de l'économie auxiliaire. En 1998 cette part s'est réduite de 26,5 % à 18,4 % par rapport à 1997, respectivement pour les ménages urbains de 5,1 % à 3,9 % et pour ceux ruraux de 49,0 % à 40,2 %.

La part des ressources des ménages provenant des retraites, des bourses, des subventions, etc. a légèrement augmenté, de 9,3 % en 1997 à 10,3 % en 1998.

La tendance à l'augmentation d'autres sources d'argent dans le revenu des ménages se poursuit (de 19,9 % à 22,4 %). Les autres sources d'entrée d'argent sont composées, en général, de l'aide monétaire et matérielle des parents et de la famille.

Du point des dépenses, on observe également des changements de structure, qui montrent une diminution du bien-être matériel de la population de la région de Kharkov. Plus de la moitié des dépenses totales des ménages est consacrée à l'achat de produits alimentaires (non compris l'alcool). Ainsi, cette part a augmenté de 47,8 % en 1997 à 48,9 % en 1998 pour la population urbaine et de 61,7 % à 70,5 % pour la population rurale.

Une hausse continue des prix des services communaux a joué dans l'augmentation de leur part dans les dépenses des ménages - de 13,2 % en 1997 à 14,8 % en 1998. Les ménages urbains dépensaient pour ces services 19,6 % environ de leur budget, les ménages ruraux 7,7 %.

A cause de la croissance constante des prix des produits alimentaires et des services communaux, il reste relativement peu d'argent pour les achats de produits non alimentaires. Entre 1997 et 1998 cette part a augmenté pour les habitants ruraux de 15,1 % à 16,8 %, et pour les habitants urbains elle est restée au même niveau, soit 17,7 %.

Le salaire nominal des employés de la région de Kharkov pendant la période 1996 - 1998 a augmenté de 25,3 % (159,4 hryvnas par mois environ). Selon les différentes branches de l'économie, le salaire moyen est très variable. Les données sont présentées dans le tableau suivant :

**Tableau 1.9 : Salaire moyen mensuel des employés de la région de Kharkov selon les différentes branches de l'économie, hryvnas**<sup>19</sup>



Branches	1996	1997	1998
Total, Y compris : Industrie Agriculture Transport	127,2	148,7	159,4
Service des communications et transmissions	133,2	165,2	177,3
Construction Commerce Services communaux (eau, gaz, électricité) Santé publique et sport d'amateur	87,5 150,5	106,4	109,0
Education Culture Art Sciences et services	160,6	155,0	181,5
scientifiques Finances et assurances Gestion publique	152,6 91,3	188,4	198,5
	140,1	177,0	200,4
	120,4	112,9	126,7
	131,5	166,8	182,9
	104,6	118,1	120,9
	129,8	140,9	142,1
	141,6	94,6	101,4
	252,4	118,1	131,5
	169,5	175,3	192,5
		292,3	327,8
		205,8	219,3

Cependant, il est important de souligner que certains employés ne touchent pas régulièrement le salaire. Ainsi, la somme totale d'endettement en terme de salaires dans le secteur public au 10 janvier 1999 par rapport au 10 janvier 1998 a augmenté de 29 %. Pendant 1998, on observe une hausse de l'endettement dans toutes les branches de l'économie.

La somme totale d'endettement à cette date avec le calcul des dettes des années précédentes (75 millions de hryvnas) s'élève à 416,7 millions de hryvnas, ce qui correspond à trois mois de frais de personnel de tous les employés de la région de Kharkov.

L'état de l'endettement est présenté dans le tableau suivant.

**Tableau 1.10 : Etat de l'endettement des frais de personnel de la région de Kharkov selon les branches de l'économie au 10 janvier 1999**

<sup>19</sup> Source pour les tableaux 1.9 et 1.10 : Annuaire statistique de la région de Kharkov, 1999.

## Une modélisation de l'arbitrage entre voiture particulière et transport collectif :

Branches	Somme totale d'endettement, milliers de hryvnas	Dont		Pour un employé moyen, hryvnas
		Pour les années précédentes	Pour 1998	
Total, y compris :	416720,0	74978,6	341741,4	642,8
Industrie	168662,9	41554,2	127108,7	824,1
Agriculture	96713,0	11035,1	85677,9	744,8
Transport	22685,2	1729,3	20955,9	489,5
Service des communications et transmissions	25,1	-	25,1	545,7
Construction	42102,3	6563,3	35539,0	1097,3
Commerce	6127,0	687,0	5440,0	365,1
Services communaux	15015,3	384,6	14630,0	548,7
Santé publique et sport d'amateur	10024,5	173,7	9850,8	181,2
Education	22628,9	6166,9	16462,0	265,8
Culture	1239,4	71,7	1169,3	196,9
Art	143,6	7,7	135,9	357,2
Sciences et services scientifiques	25496,6	5717,9	19778,7	1075,7
Gestion publique	1222,5	103,4	1119,1	1092,8

Il est évident qu'une bonne partie de la population ne paie pas régulièrement les services publics (le logement et les services communaux). En revanche, s'il s'agit d'un service dont le mécanisme de coupure pour non-paiement est relativement simple (par exemple, le téléphone), alors la population paie exceptionnellement bien.

En 1998, la population de la région de Kharkov a payé pour les services publics 48,4 % de la somme mise en compte pour cela (51,0 % en 1997, 52,2 % en 1996, 65,2 % en 1995).

L'endettement pour les services publics pendant la période du 10 janvier 1998 au 10 janvier 1999 est de 398,6 millions de hryvnas, soit une augmentation de 10,5 % par rapport à la période précédente et 19,3 fois de plus qu'en 1995.

Mais les causes de l'endettement de la population pour ces services ne sont pas toujours le niveau de pauvreté ou le non-paiement du salaire. Depuis la dernière décennie, les écarts de revenu des différents groupes de la population ont considérablement augmenté. Il est évident que les dépenses des ménages disposant d'une voiture sont nettement supérieures à celles des ménages sans automobile. De plus, si l'on compare les coûts d'achat et d'entretien d'une voiture avec ceux des services communaux et du logement (pendant la période analysée) on peut voir que, par exemple, le coût de deux litres d'essence (près de \$0,5 le litre d'essence de qualité inférieure au "super") est égal au prix de l'eau potable qu'il faut payer par mois pour une personne (il n'y a pas de compteurs d'eau pour les ménages à Kharkov). Ainsi, un appartement de trois pièces d'une surface de près de 70 m<sup>2</sup> coûte, y compris tous les services communaux (sauf le téléphone) pour une famille de quatre personnes, 100 hryvnas en moyenne par mois (\$22). L'entretien d'une automobile coûte évidemment beaucoup plus cher. Mais une bonne partie des propriétaires de voitures particulières préfère payer des

sommes considérables pour son automobile et, simplement, "oublie" payer les services communaux.

Vers 1999 à Kharkov on compte près de 200 000 automobiles (on compte même des ménages ayant plus d'une vingtaine de voitures). Le tableau suivant présente l'endettement (plus de 200 hryvnas - \$44), occasionné par la consommation d'eau potable, pour les ménages habitant à Kharkov et étant motorisés.

**Tableau 1.11 : Endettement des propriétaires d'automobiles pour l'eau potable à Kharkov, au 10 août 1999** <sup>20</sup>

Nombre de voitures par ménage	Nombre de ménages ayant un endettement supérieur à 200 hryvnas pour la consommation d'eau potable	Somme totale d'endettement, hryvnas
1 2 3 4 5 6 7 8	13290 3811 1312 480 190 90 48 31 18 15 8	4941259,00
9 10 11 12 13	6 6 7 2 2 2 2 1 2 1 1	1422474,19
14 15 16 18 19		486628,08
20 21 33 35		166153,66 69839,78
		33424,83 16948,62
		12564,29 7475,38
		5591,30 3807,75
		1987,18 2014,76
		3203,85 540,76
		856,48 828,96
		1078,44 362,09
		654,67 312,66
		207,05

On voit que, outre les raisons objectives liées au faible niveau de revenu de la population de Kharkov, il existe une autre raison importante d'endettement, celle de ne pas payer des services publics, qui, en réalité, ne font pas l'objet de sanctions efficaces pour le non paiement et pour le remboursement des dettes.

L'image de la vie quotidienne à Kharkov ne peut pas être complète sans une petite analyse du niveau des prix d'achat des produits et services de base rendus en ville. Depuis la libéralisation des prix en 1992, le déficit total en produit a disparu et le marché a été approvisionné par des produits de qualité très variable. Les prix pour certains produits alimentaires à la fin de juin 1999 sont présentés dans le tableau suivant (les prix peuvent varier selon le marché), en hryvnas (1 hryvna = \$0,25).

**Tableau 1.12 : Prix pour certains produits à Kharkov** <sup>21</sup>

<sup>20</sup> Source : "Kharkov de soir", 1999.

<sup>21</sup> Source : "Courrier de Kharkov", 1999.

Produits	“ Marché central ”	“ Marché de chevaux ”
Le bœuf, kilo Le porc, kilo Le lard, kilo Les œufs, pour dix	5,0-7,5 7,5-8,0 3,0-4,0 1,6-1,8 2,5-3,0 2,5-3,0	5,0-7,5 7,5-8,0 3,0-4,0 1,5-1,7 2,5-3,0 2,5-3,0
Le fromage blanc, kilo La crème fraîche, litre Les pommes de terre, kilo Le chou pommé, kilo Le chou-fleur, kilo La betterave, kilo Les carottes, kilo Le poivron, kilo Les courges, kilo Les concombres, kilo Les tomates, kilo La fraise, kilo La cerise, kilo Les abricots, kilo Le sucre, kilo La farine, kilo	1,2-3,0 1,0-1,2 1,5 2,0 2,0 5,0 2,0 1,0-1,3 3,3-3,5 4,0-7,0 2,0-5,0 3,5 1,5-1,6 0,8-1,0	0,9-2,2 0,9-1,0 1,3 2,0 2,0 5,0 1,8 0,9-1,2 3,0-3,5 3,5-5,0 2,0-3,5 3,5 1,5-1,7 0,8-0,9

Il faut ajouter, que les prix pour la plupart des produits alimentaires dépendent considérablement de la saison et de la récolte. Traditionnellement, ils sont moins élevés en fin d'été et au début de l'automne. Les prix du pain sont stables depuis 1997 - 0,7 hryvna pour une miche de 800 grammes.

Outre l'alimentation, les ménages connaissent un problème pour payer le logement. Les tarifs pour les services publics sont les suivants (en hryvnas/mois, la colonne gauche - pour 1999, la colonne droite – au 1<sup>er</sup> janvier 2001)<sup>22</sup> :

Tableau 1.13 : Coût de logement à Kharkov

Le logement (un appartement), hryvnas/m <sup>2</sup> de surface L'eau potable et l'assainissement, hryvnas/personne L'eau chaude, hryvnas/personne Le chauffage, hryvnas/m <sup>2</sup> de surface (toute l'année) L'électricité, hryvnas/ kWh Le gaz, hryvnas/personne	0,19 4,24 5,95 0,49 0,13 1,04	0,37 7,99 6,58 0,62 0,156 1,86
---	-------------------------------	--------------------------------

Les prix des déplacements en transports collectifs urbains seront envisagés dans le chapitre suivant. Nous soulignons seulement les prix pour un déplacement dans la ville par les différents modes de transport au début de l'automne 1999. Le métro, les tramways et trolleybus - 0,30 hryvna, les autobus - de 0,25 à 0,50 hryvna selon les différentes lignes. A partir du mois de mars 2000 : le métro coûte 0,50 hryvna, les tramways et trolleybus – 0,40 hryvna, les autobus - de 0,25 à 0,60 hryvna.

## 1.7. Conclusion du chapitre

Les points essentiels de ce chapitre sont les suivants :

<sup>22</sup> Estimation de l'auteur.

- 
- l'Ukraine, un pays de l'Europe de l'Est, est officiellement indépendante depuis le 24 août 1991. Cette période (1991 - 2001) est une période transitoire vers l'économie de marché. Actuellement l'Ukraine connaît une crise importante : une baisse du PIB (-50 - 60 % sur la période de 10 ans), une inflation (1600 % en moyenne par an en 1992 - 1999), une baisse des revenus réels de la population (3,4 - 8 fois), une diminution de la population (- 4 % en 1991 - 2000)... ;
  - la ville de Kharkov est la deuxième ville (en nombre d'habitants) de l'Ukraine. La ville se situe à l'est de l'Ukraine, à 40 km de la frontière avec la Russie. Le nombre d'habitant est d'environ 1,5 millions de personnes (en 1999), la baisse de la population s'élève à 7 % sur la période de 1991 - 2000. La raison principale de la diminution de la population à Kharkov, ainsi qu'en Ukraine, est la supériorité du taux de mortalité sur le taux de natalité.



## Chapitre II : Transports collectifs urbains en Ukraine

La période transitoire dans la vie économique et sociale de l'Ukraine n'a pas laissé à part un secteur comme le transport collectif urbain. La profonde crise économique, qui est probablement plus clairement exprimée en Ukraine que dans d'autres pays en transition de l'Europe de l'Est, est aussi observable dans le transport urbain. Le problème essentiel pour les entreprises de transport réside, d'une part, dans le manque constant des moyens financiers pour assurer le fonctionnement normal du réseau urbain. En conséquence on observe une diminution du parcours total (en voiture-km) d'année en année ; les dépenses ne sont pas toujours couvertes par des revenus (y compris toutes les sources), il existe toujours un arriéré d'endettement pour des fournisseurs, pour le salaire et pour le budget. D'autre part, le transport collectif urbain, comme les autres services publics, est considéré comme le domaine d'application donnant la possibilité directe aux pouvoirs publics (probablement une possibilité parmi d'autres, mais c'est le seul moyen qui peut être si bien mis en évidence pendant la crise économique) de révéler la "tendance sociale" dans sa politique. C'est dans ces conditions qu'évolue le système des sociétés de transport urbain qui cherchent toujours, sous l'influence de certains facteurs, à trouver un équilibre entre deux pôles : la satisfaction des besoins économiques et sociaux en même temps.

## 2.1. Politique : à la recherche d'un équilibre

*Equilibre social.* La baisse sensible du pouvoir d'achat de la majorité de la population ukrainienne pendant la période 1991-2000 <sup>23</sup> a mis en évidence le problème de non-paiement des services de transport urbain. Déjà la première hausse des tarifs (le 2 avril 1991 : de cinq à quinze kopecks) a bien montré l'impossibilité des sociétés de transport de maintenir des indices économiques au niveau de l'année précédente : par exemple à Kharkov (à l'époque 1,62 millions d'habitants) le nombre quotidien d'usagers payant le déplacement a diminué, en 1991 par rapport à 1990, de 3,13 à 2,48 millions. Cette baisse touchait tous les types de transport collectif, mais surtout la société de transport électrique de surface (tramway et trolleybus). La diminution des recettes (dans les prix comparables) devient très sensible, mais cela n'était que le début des problèmes. L'apparition d'un grand nombre des catégories des usagers des transports collectifs urbains ayant le droit de se déplacer gratuitement, ainsi que l'augmentation constante des tarifs dans la première moitié des années 90 minimisent le nombre d'usagers payant, en conséquence minimisent des recettes jusqu'à ce que leur valeur devienne si négligeable (moins de 10 %) que certaines villes (par exemple, Dniepropetrovsk – 1,2 millions d'habitants) prennent la décision de rendre gratuit le réseau de transport collectif pour tous (avec un mécanisme de remboursement par des entreprises industrielles). Mais cette expérimentation n'a pas donné les résultats attendus : toujours le manque des moyens financiers, aucune motivation des employés (surtout des conducteurs) et le surremplissage des transports. Cette expérimentation n'a duré donc que quelques mois. La détérioration des conditions économiques et l'augmentation du déficit public ne permettaient pas aux pouvoirs des villes de poursuivre sur cette voie. Mais, l'autre extrémité commence à exercer une influence plus importante : les privilèges de se déplacer gratuitement. C'est vraiment utile et nécessaire pour certaines catégories de citoyens ayant les faibles ressources financières (surtout avec le manque de possibilité physique, etc. d'avoir les revenus satisfaisants), mais que cherche un député, relativement bien payé, en introduisant ce privilège pour lui-même ? Comme conclusion on peut constater que les années 90 furent l'ère des privilèges, clairement exprimée dans une phrase d'un adjoint du ministre de service public du logement : *vous comprenez que nous ne pouvons pas supprimer les privilèges, parce que nous sommes toujours devant les élections*. Tout de même, à la fin des années 90 les villes commencèrent à annuler certaines catégories, puisque la situation financière des transports collectifs ne permettait plus de les exploiter comme des moyens de la " politique sociale ".

*Equilibre économique.* Déjà envisagés plus haut, les problèmes financiers des sociétés de transport collectif nécessitent la mise en évidence de deux tendances polaires observées pendant la période 1991-2000 : le "tout subvention ou le "tout recette". Le premier stade – "tout subvention" - a disparu vers la fin des années 90 (avec l'annulation de certains privilèges, la réintroduction du service des receveurs et de fréquent contrôle),

<sup>23</sup> Selon les différentes sources cette baisse est estimée de quatre à huit fois.



donc c'est l'autre stade – le "tout recette" – dont la viabilité et la rentabilité probable seront vérifiées dans les années qui viennent. La diminution sensible des subventions a commencé durant la seconde moitié de cette décennie et, en 1999, par exemple, aucun dépôt de la société de transport électrique de surface de Kharkov n'a reçu de subvention pour couvrir les coûts de fonctionnement.

*Déréglementation partielle.* Une particularité du système de transport collectif urbain en Ukraine (par exemple, par rapport à celui de France) est l'absence d'intégration entre les différentes sociétés de transport. Cela a permis d'effectuer la privatisation des sociétés de bus (1993-1995). Ce fait a provoqué une augmentation importante des dessertes par bus. Actuellement certaines lignes de bus ne sont pas figées, donc ces sociétés privées sont toujours à la recherche de lignes plus rentables, en doublant souvent celles de tramway et de trolleybus. La question ici peut être posée d'un point de vue financier : à Kharkov, par exemple, certaines sociétés de bus déclarent des pertes, mais les tarifs sont très variés selon les lignes de bus (25-50 kopecks en 1999). A Dniepropetrovsk, la ville qui a expérimenté la gratuité, le 1<sup>er</sup> avril 1999, les tarifs pour le transport électrique de surface ont été augmentés de 30 à 40 kopecks, le même jour les sociétés de bus ont diminué leurs tarifs jusqu'à 25 kopecks (de 30), donc, le transport électrique dans cette ville a perdu les derniers usagers payant les déplacements. Les raisons qui expliquent cette déclaration des pertes sont, probablement, dans le certain avantage de les déclarer ainsi que dans l'organisation de la perception des recettes.

## 2.2. Traits généraux : l'organisation du système de transport collectif urbain en Ukraine

Comme tous les pays, l'Ukraine a ses particularités dans l'organisation du système de transport dans les villes. Nous allons les présenter par comparaison avec les villes de France, si cela semble nécessaire. Le réseau du transport collectif urbain des grandes villes se compose des lignes de bus de trolleybus et de tramway. Trois villes ukrainiennes ont le métro : Kiev – la capitale (2,6 millions d'habitants), Kharkov et, depuis 1998, Dniepropetrovsk. Mais, si à Kiev et à Kharkov le métro est une composante importante du système de transport urbain, à Dniepropetrovsk une ligne de métro (trois lignes à Kiev et à Kharkov) donne plutôt un sentiment de prestige pour cette ville, puisqu'elle a été construite à part des principaux flux des passagers.

La première particularité, déjà mentionnée, est l'absence d'intégration entre les sociétés de transport collectif : le système peut être divisé en trois sous-systèmes, financièrement indépendants (en ce qui concerne la perception des recettes) et ayant de différentes subordinations. Le métro est subordonné au Ministère des voies de communication (le financement provient du budget d'Etat et de ville). La société de transport électrique de surface (toujours une par ville) – de tramway et de trolleybus – est subordonnée aux pouvoirs de la ville et le financement ne dépend que du budget de ville. Enfin, l'activité de plusieurs sociétés de bus, qui sont devenues des sociétés anonymes, est formellement contrôlée par une organisation supérieure (pour Kharkov, par

exemple, c'est " Kharkovautotrans "), qui est subordonnée aux pouvoirs de la région. Donc les recettes, ainsi que leur disposition, sont complètement indépendantes pour les sociétés. Par contre, le financement des investissements et même des coûts de fonctionnement peut provenir de la même source – du budget de la ville.

La deuxième particularité, regroupant quand même le système de transport collectif urbain des pays de l'Europe de l'Est, est le mode de paiement des déplacements indépendamment du temps ou du kilométrage (zonage) du trajet, mais en fonction des changements du moyen de transport : il faut payer le déplacement toutes les fois que l'on monte dans un moyen de transport collectif (sauf le changement de lignes de métro). Cela entraîne certaines difficultés pour la définition du nombre de déplacements (sortant de la notion d'un déplacement) et pour la comparaison de cette valeur avec le nombre d'usagers utilisant les transports collectifs.

Outre ces deux principales particularités dans l'organisation des dessertes par le transport collectif urbain, il existe un grand nombre de particularités moins importantes, qui sont le fruit des pratiques de la vie quotidienne. Certaines d'entre elles seront envisagées à mesure du développement de notre présentation.

## **2.3. Rôle du transport collectif urbain pour les villes ukrainiennes**

Le rôle du transport collectif pour les villes ukrainiennes reste très important : le moindre dysfonctionnement, partiel ou non, paralyse la vie urbaine. Si, en France, cela est bien net pendant des grèves, en Ukraine, ce sont plutôt les conditions météorologiques qui paralysent le fonctionnement des transports de surface (le verglas ou une chute de neige importante) ou des coupures d'électricité, touchant parfois le transport électrique de surface. Tout le système de transport à l'époque de l'Union Soviétique était organisé selon les principaux flux de passagers. Actuellement de nouveaux centres d'attraction pour la population (de nouveaux marchés – des " bazars " - dans la plupart des cas) se sont construits sur la base du réseau de transport déjà existant. Il est très difficile de constater en fin de compte l'augmentation ou la diminution de la mobilité générale de la population des villes ukrainiennes (absence d'études quantitatives sur cela), ainsi que du nombre réel de personnes transportées par le transport collectif (l'importance des déplacements gratuits). Mais, en ce qui concerne la saturation des moyens de transport, cela dépasse souvent les limites acceptées habituellement pour les français. Il est probable, que ni les conditions économiques et sociales (la hausse du chômage, les semaines incomplètes de travail – 3-4 jours), ni l'âge (à Kharkov plus de 50 % des usagers de certaines lignes ont plus de 60 ans) n'influencent pas la diminution de la mobilité, C'est plutôt le contraire : les lourdes conditions de vie obligent la majorité de la population à se déplacer constamment.

L'alternative de l'automobile aux transports collectifs n'a pas encore pris des dimensions comparables avec la situation des pays de l'Europe de l'Ouest, bien que

l'évolution du taux de motorisation des ukrainiens, vu la dégradation économique et démographique<sup>24</sup> de la situation, soit impressionnante. A Kharkov, comme nous l'avons déjà mentionné, à partir de 1991, le nombre de voitures particulières a doublé et a atteint 200 000 en 1999 (ce qui donne près de 13 véhicules pour 100 habitants). Donc, la dépendance entre les trois principales composantes du processus de motorisation – l'accroissement de la population (la perte de 120 000 personnes à partir de 1991), l'évolution des revenus des habitants (la diminution du pouvoir d'achat pour la majorité de la population) et le prix des voitures (l'augmentation sensible pour les voitures neuves issue d'une production nationale ou de la Russie) – est contradictoire. D'autre part, le marché européen des voitures d'occasion est devenu plus accessible pour les ukrainiens. Actuellement, des centaines de milliers d'automobiles européennes, japonaises ou américaines, âgées plus de 10 ans (donc, relativement peu chères), ont comblé le déficit observé dans les années 80. La production nationale des voitures personnelles a reculé devant cette *invasion*.<sup>25</sup> Ni les mesures prises pour défendre la production de l'automobile ukrainienne (l'adoption de la législation ne permettant pas d'importer des véhicules que de plus de cinq ans d'âge), ni la fusion du producteur principal ukrainien – AutoZAZ – avec la firme sud-coréenne DEWOO n'ont pu rétablir la compétitivité de l'automobile nationale capable d'effectuer la concurrence.

Mais, malgré la vitesse impressionnante de l'augmentation du taux de motorisation des ukrainiens, la voiture particulière n'est pas encore un concurrent réel pour les transports en commun en ce qui concerne la répartition modale des usagers. Le partage d'espace entre l'automobile et les transports collectifs de surface pose néanmoins certains problèmes dans les pôles principaux d'attraction de la population.

Les déplacements par le vélo sont, malheureusement, considérés comme anormaux par la plupart de la population. Pendant des années aucun vélo (comme moyen de déplacement) n'a observé par l'auteur près des établissements d'éducation supérieure, ni même près des écoles secondaires. Parfois le vélo est utilisé par certains habitants des villes, qui sont rurale d'origine et cultivent des cultures agricoles (pommes de terre) dans l'espace urbain. Les déplacements en moto, répandus dans les zones rurales et dans les villes relativement petites (moins de 100 000 habitants), ne touchent presque pas les grandes villes.

La marche à pied reste le mode prépondérant de déplacement dans les quartiers (0-2 km). Elle est souvent utilisée pour atteindre une ligne de transport collectif donnant la possibilité d'effectuer le trajet sans changement de moyen de transport (l'économie du coût de déplacement). Concernant les déplacements plus longs, la marche à pied se substitue par le mode motorisé. De plus, une des particularités de la plupart des villes ukrainiennes consiste dans l'existence de relativement grands espaces non bâtis entre les

---

<sup>24</sup> La situation démographique en Ukraine est marquée si fort par ce phénomène négatif qu'on peut voir ce pays parmi ceux figurant dans la dernière issue de l'INSEE (1999-2000), où l'Ukraine occupe, selon l'écart entre le taux de natalité et celui de mortalité, la dernière place.

<sup>25</sup> Selon " Kievskie Vedomosti " (30 mai 2000), les pertes sur le budget de l'Ukraine, dues à l'importation illégale de voitures s'élève à plus de \$20 millions, depuis 1998.

quartiers ou entre les périphéries et le centre-ville. Donc, le rôle des transports collectifs urbains en Ukraine ne peut pas être sous-estimé, puisqu'il n'existe pas encore d'alternative réelle.

Revenons à Kharkov. En 1998 à Kharkov le nombre total de déplaçants utilisant les moyens de transport collectif urbain s'élève à 713,7 millions d'usagers payant le déplacement. La tendance générale relative au nombre d'usagers payant dépend de la politique des pouvoirs publics par rapport aux transports collectifs. Un coefficient du rapport entre des usagers non payant et payant dans le transport collectif urbain, a été établi selon la lettre du service officiel de statistique dans la région de Kharkov du 27 octobre 1998 : " Sur sanctionnement du coefficient du rapport entre des usagers non payant et payant pour les transports collectifs " 2,37 - pour le transport urbain, 3,95 - pour le transport suburbain.

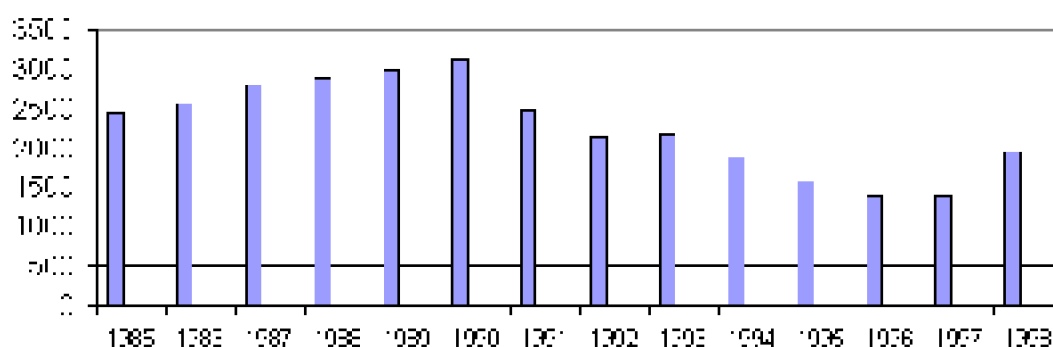
Selon le type des transports en commun le nombre d'usagers est réparti de la façon suivante (le tableau et le graphique ci-dessous). Ces données sont collectées par la Municipalité de Kharkov et, d'après l'auteur, s'écartent de la réalité pour des raisons qui seront envisagées par la suite.

**Tableau 2.1 : Répartition du nombre quotidien moyen d'usagers des transports collectifs urbains (payant les déplacements)** <sup>26</sup>

	Nombre quotidien moyen d'usagers des transports collectifs urbains								
Ans	Métro		Tramways et trolleybus		Autobus		Transport commercial		Total, en milliers
	En milliers	%	En milliers	%	En milliers	%	En milliers	%	
1985	641,3	26,1	1285,0	52,3	529,7	21,6	- - - - -	- - -	2456,0
1986	674,7	26,5	1332,0	52,2	543,2	21,3	- - - - -	- - -	2549,9
1987	721,4	25,8	1505,0	53,9	566,9	20,3	11,0	- - -	2793,3
1988	735,0	25,5	1604,0	55,6	547,0	18,9	40,0	- 0,7	2886,0
1989	744,7	25,0	1646,0	55,2	589,9	19,8	110,0	2,8	2980,6
1990	776,6	24,8	1706,0	54,5	647,4	20,7	197,2	7,8	3130,0
1991	683,0	27,6	1285,0	51,9	507,2	20,5		10,1	2475,2
1992	693,6	32,4	1030,0	48,1	417,3	19,5			2140,9
1993	694,3	32,0	1033,0	47,5	445,2	20,5			2172,5
1994	697,5	37,3	756,0	40,4	417,7	22,3			1871,2
1995	587,6	37,1	619,0	39,1	365,6	23,1			1583,2
1996	682,8	48,4	470,0	33,4	217,8	15,4			1410,6
1997	621,5	44,2	575,0	40,8	101,9	7,2			1408,4
1998	605,7	31,0	1042,0	53,3	110,4	5,6			1955,3

Le graphique suivant illustre les tendances de l'évolution du nombre quotidien de passagers des transports collectifs.

<sup>26</sup> Source : Rapports annuels de la société des transports électriques de surface de Kharkov, 1987 - 1999.



Graphique 2.1 : Evolution du nombre d'utilisateurs des transports collectifs, payant les déplacements, en milliers

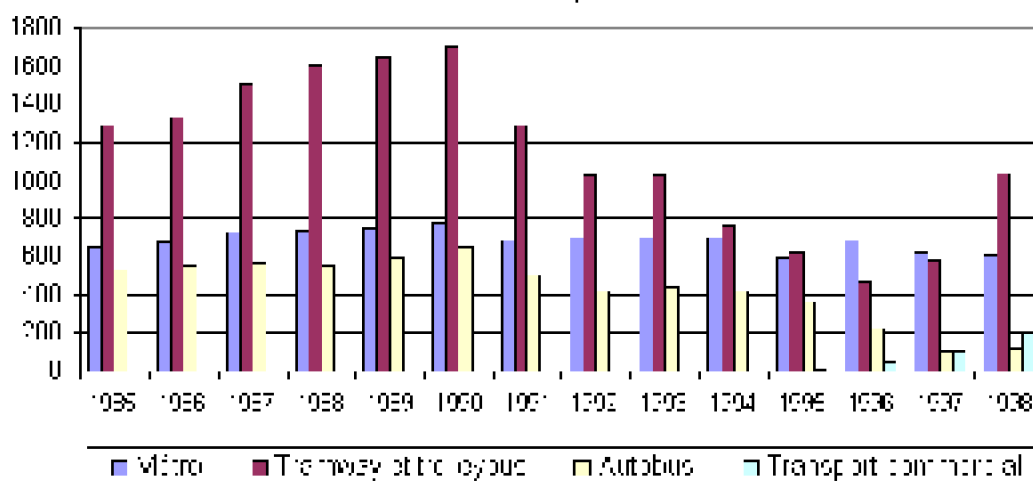
Tout d'abord, il faut constater qu'il ne s'agit ici que des usagers payant le déplacement. De plus, un déplacement observé en Ukraine ne correspond souvent pas à celui observé en France. Notamment, les chiffres figurant dans ce tableau ne reflètent qu'une somme de nombre d'usagers déplacés par tous les modes de transports collectifs confondus. Ainsi, souvent, un déplacement réel (par exemple, un trajet " domicile – travail " nécessitant l'usage d'une ligne de trolleybus et d'une ligne de métro : deux déplacements seront enregistrés) est enregistré comme deux ou trois déplacements. Mais la statistique officielle en Ukraine ne s'appuie que sur ces chiffres, ce qui explique les changements considérables de tendance, ainsi que les différences entre les valeurs observées.

Une première baisse du nombre de passagers dans les transports en commun est remarquée en 1991. Le fait expliquant cette diminution fut l'augmentation des tarifs du transport collectif le 2 avril 1991 (il faut noter que ce fut la première hausse officielle, " hausse de Pavlov " pour quasiment tous les produits et services pour la population de l'URSS). Concernant les transports collectifs, le tarif pour un déplacement a triplé (de 5 à 15 kopecks). Pour cette période, on n'a pas encore commencé à introduire de privilège pour certaines catégories d'usagers pour se déplacer gratuitement. L'influence de ces privilèges sur le nombre d'usagers payant un déplacement sera sensible seulement plus tard. La perte plus de 600 000 de passagers quotidiennement en 1991 par rapport à 1990 peut être expliquée par l'augmentation des fraudes pour des raisons de hausse des tarifs. Les symptômes du " chaos " économique à la veille de la désagrégation de l'Union Soviétique ont aussi bien stimulé le manque de la responsabilité et, donc, l'opportunité des fraudes.

La poursuite de la diminution du nombre d'usagers jusqu'à 1997 (le point le plus bas de la période observée) est bien expliquée par l'introduction des privilèges (avec un sommet – 42 catégories de privilèges - observé vers 1997), ainsi que par la poursuite de l'influence de facteur comme la fraude : la falsification des tickets, le manque du contrôle régulier. Pour un contrôleur (et un receveur plus tard) il fallait être dynamique, intelligent et, en plus, courageux pour déchiffrer un grand nombre de certificats (valables et non ou probablement falsifiés) donnant le droit de se déplacer gratuitement. Mais cette année (1997) était marquée par l'introduction complète du service des receveurs, dont le travail permettait de renverser la tendance dans la seconde moitié des années 90. De plus, les

autorités des villes ont réduit graduellement le nombre de catégories possédant des privilèges (1998 – 28, 1999 – 24). A partir de 1996 les tickets deviennent plus sophistiqués et, petit à petit, on s'est opposé à la réalisation des tickets par le réseau des commerces (maintenant, on ne peut les acheter que dans un moyen de transport - tramway, trolleybus ou bus – soit chez un receveur soit conducteur. Comme facteur de l'augmentation du nombre d'usagers payant, il faut ajouter la stabilité des tarifs pour le transport électrique de surface à partir de 1997 – 30 kopecks, donc, dans les conditions d'inflation, ces 30 kopecks avaient plus de valeur réelle en 1997 qu'en 1999.

La répartition quotidienne des passagers entre les différents modes de transport collectif pendant la période 1985-1998 est présentée sur le graphique ci-dessous.



Graphique 2.2 : Répartition modale des usagers des transports collectifs à Kharkov, en milliers

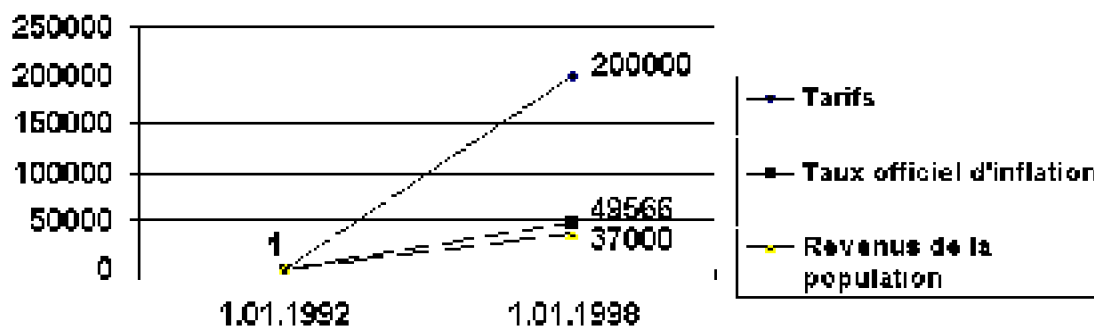
Ce graphique reflète la situation des usagers des transports collectifs payant les déplacements. Les variations les plus fortes par rapport aux changements structurels dans l'économie et la politique de l'Ukraine pendant la période de l'indépendance concerne le transport électrique de surface (tramways et trolleybus). A partir de 1990 jusqu'en 1996-1997, le nombre d'usagers (payant) de ces services de tramways et trolleybus a été diminué plus que divisé par trois. Si l'on regarde les autres modes de transport collectif, on peut constater une stabilité relative du nombre d'usagers du métro. Cette stabilité par rapport aux changements importants du nombre de passagers des transports électriques de surface peut être expliquée par le mécanisme du paiement des déplacements. Dans le métro l'on n'a pas besoin de tickets pour effectuer un déplacement, il n'y pas de contrôle dans les rames, le paiement se fait à l'entrée dans la station de métro. Cela simplifie les efforts pour lutter contre la fraude. Ces efforts sont concentrés sur le point d'entrée dans le métro ; ainsi, dans le métro, le mécanisme de paiement est plus difficile à contourner par rapport à celui des transports électriques de surface. Cela minimise la possibilité des fraudes, ainsi les fraudes comme les recettes versées directement dans la poche du conducteur ou du receveur des transports de surface. La liste des catégories de citoyens ayant le droit de se déplacer gratuitement est la même, comme pour le métro et les transports électriques de surface (sauf quelques détails qui n'ont pas l'influence significative). De plus, toutes les entrées dans les stations

de métro sont équipées de postes de la police. Il existe un autre facteur important : l'usage des transports collectifs urbains à Kharkov suppose souvent des déplacements en métro après ceux effectués en transports de surface. Cela signifie que les lignes du réseau de transport de surface sont souvent les lignes terminales après les stations de métro. Au fur et mesure que les lignes de métro se prolongent, les connexions terminales des transports de surface changent de lieu et se concentrent autour des stations terminales du métro (mais il n'y a toujours pas d'intégration entre les sociétés de transport, même entre celles qui sont publiques).

La diminution du nombre d'usagers des autobus à la fin de la période observée s'explique par la privatisation des entreprises exploitant les lignes de bus. Ainsi, les données de nombre d'usagers des bus deviennent peu à peu celles du transport commercial. Il faut dire qu'entre les bus commerciaux, comme entre les sociétés différentes, de même qu'entre les bus de la même société et de la même ligne, on observe une lutte pour l'usager, qui est considéré souvent comme une source de revenu non officiel pour les conducteurs et les receveurs (les recettes allant dans leurs poches). Une bagarre entre deux conducteurs de bus desservant la même ligne, observée par l'auteur, confirme bien ce fait. La raison de cette bagarre était le non-respect de l'horaire de départ de la gare terminale (pour trois minutes seulement), ce qui entraînait un gain en terme de nombre de passagers d'un bus et, en conséquence, de recettes et une perte de passagers pour l'autre bus et, évidemment, une perte de recettes potentielles.

## 2.4. Evolution des tarifs et des dépenses des usagers pour les déplacements urbains

La période transitoire en Ukraine est une période d'inflation importante. Ni les prix, y compris les tarifs pour les transports en commun, ni les revenus de la population, ne sont stables. Mais les proportions dans l'augmentation des trois indices (les prix en général, les tarifs pour le transport urbain et les revenus monétaires de la population) sont bien différentes. Le graphique ci-dessous montre l'évolution relative de ces trois facteurs à Kharkov (source pour le taux d'inflation : le Ministère de la Statistique de l'Ukraine ; source pour les revenus de la population : Annuaire statistique de la région de Kharkov, 1999).



Graphique 2.3 : Evolution des tarifs, du taux officiel d'inflation et des revenus nominaux de la population

Ici nous nous sommes limités à la période 1992-1998, puisque nous ne possédons pas d'information sur l'inflation en 1991 (bien que les tarifs en 1991 aient augmenté en trois fois). De plus, la valeur des tarifs pour le début de 1998 était la même pour tous les modes de transport collectif urbain. Mais l'analyse de cette période montre que le rythme d'accroissement des tarifs est bien plus supérieur que l'augmentation du taux général d'inflation et des revenus de la population. Le transport collectif devient donc plus coûteux pour les habitants de la ville. C'est pourquoi cette période est notamment marquée par la baisse considérable du nombre d'usagers payant le déplacement, surtout en transport électrique de surface, ce qui a été mis en évidence par les graphiques ci-dessus.

## 2.5. Privilèges : pour qui ?

Les années 90 ont été une époque de domination des privilèges dans le transport collectif urbain. Adoptés par le Parlement ukrainien, ils sont bien acceptés par les pouvoirs des villes. Si, jusqu'à 1991, il n'existait que douze catégories de citoyens ayant le droit de se déplacer gratuitement, dont cinq catégories concernent les invalides, à partir 1991, et presque tous les ans jusqu'à 1996, le Parlement adopte des catégories supplémentaires (1991 – huit, 1992 – deux, 1993 – sept, 1994 – dix, 1996 – trois). L'impact le plus négatif pour le transport urbain est l'insertion de catégorie telle que les *retraités selon l'âge* (femmes depuis 55 ans, hommes depuis 60 ans). Donc, en 1997 on compte déjà 42 catégories parmi lesquelles on trouve, par exemple, les *députés (candidats) de tous les niveaux de pouvoir*, les *membres du Cabinet des Ministres de l'Ukraine*, des *juges* et certaines d'autres. C'est-à-dire de catégories, qui sont relativement bien défendues socialement. Avec le slogan "*la population gagne peu, mais elle dépense peu en ayant les privilèges sociaux*", il existe une autre nuance : l'utilisation des postes occupés pour profiter de plus de bénéfices. D'autre part, plus on compte de catégories, moins fortes sont les recettes des sociétés de transport et relativement moins fortes sont les subventions du budget de ville (une hausse constante du déficit budgétaire limite les dépenses publiques, y compris celles pour le transport urbain). Il apparaît que les rares usagers dont les paiements vont directement aux recettes publiques doivent aussi payer indirectement les déplacements des usagers gratuits, ce qui stimule l'augmentation des tarifs. De plus, l'existence de dizaines de catégories de cette sorte augmente la possibilité de fraude et limite la visibilité des ayants-droits pour le receveur.

Les années 1998 et 1999 sont marquées par la diminution des catégories ayant des privilèges. En 1998 leur nombre total est réduit à 28 catégories et en 1999 à 24. Pour la ville de Kharkov, cette réduction a été accompagnée de la réduction considérable des subventions (0 en 1999). Ainsi, les pouvoirs publics, vu l'accroissement du manque des moyens pour les dépenses publiques, n'ont plus le choix, à moins de remettre en cause le fonctionnement satisfaisant des transports publics. Ainsi, la tendance à la réduction des privilèges devrait entraîner de bonnes conséquences pour le transport collectif, mais



seulement dans le cas où les pouvoirs de ville auraient le courage de continuer cette politique.

## 2.6. Mécanismes de paiement des déplacements

Il conviendrait mieux d'appeler cette partie : "*mécanisme de paiement et non-paiement* dans le transport collectif, puisque les privilèges, la hausse des tarifs et la baisse du pouvoir d'achat de la population ukrainienne suppose une situation où la moindre opportunité est utilisée pour éviter le paiement du déplacement. Donc, ce mécanisme est un des principaux phénomènes expliquant la baisse des indices de l'activité des sociétés de transport dans les années 90.

La détérioration de la situation financière des transports collectifs dans la première moitié des années 90 entraînait la renaissance du service des receveurs (après son annulation il y a plus de trente ans dans les années 60). Plus tard, vers la fin des années 90, certaines villes ukrainiennes, y compris Kharkov, ont refusé de vendre les tickets hors des moyens de transport (donc, leur vente est effectuée uniquement par le receveur), puisque le taux de falsification des tickets, en dépit de leur réalisation de plus en plus sophistiquée, devient très important. Les travaux de diplôme des étudiants de l'Académie de la Gestion Municipale de Kharkov, consacrés au problème de paiement (et à celui des relations receveur - usager) dans le transport électrique de surface permettent d'effectuer une analyse de ce problème. A Kharkov, le transport électrique urbain de surface occupe la première place pour le nombre d'usagers déplacés. Mais la baisse la plus sensible, surtout en ce qui concerne les passagers payant, est constatée notamment par rapport à la société des transports électriques de surface (de 1 706 000 quotidiennement en 1990 à 470 000 en 1996, donc une baisse de 1 236 000 passagers pendant sept ans). Laissons à part le respect des obligations des pouvoirs de la ville de subventionner les pertes entraînées par l'augmentation des catégories des passagers ayant le droit de se déplacer gratuitement (mais il faut noter que les subventions pour cela n'étaient jamais suffisantes pour couvrir ces pertes, de plus, les sommes reçues par les dépôts de tramway et de trolleybus devenaient de plus en plus basses d'année en année). L'on n'envisage ici que le mécanisme de paiement direct dans un moyen de transport. Le tableau ci-dessous regroupe les données d'observation du processus de paiement (ou non-paiement – les privilèges et les fraudes – les dernières sont évaluées au minimum) dans le transport électrique de surface selon le mode de relation entre l'utilisateur et le receveur.

Usagers selon le mode de paiement du déplacement	%							
	1996		1997		1998		1999	
	Total	d ou fraude	Total	d ou fraude	Total	d ou fraude	Total	d ou fraude
1. Payant directement une somme complète dans un moyen de transport et prenant un ticket du receveur sans le rendre (le ticket)	17		18		24		27	
2. Payant directement dans un moyen de transport une somme complète, prenant un ticket, mais le rendant au receveur en descendant	2	2	3	3	1	1	1	1
3. Payant directement dans un moyen de transport une somme complète ou non et ne prenant pas un ticket du receveur	3	3	4	4	3	3	3	3
4. Présentant un ticket au receveur	6	2	5	3	4	3	4	3
5. Présentant un abonnement mensuel	11	3	12	2	16	2	15	1
6. Déclarant oralement l'existence d'un abonnement ou d'un document (pour se déplacer gratuitement), mais ne les montrant pas	7	5	6	4	6	4	4	3
7. Présentant un document :								
- d'un retraité	29	5	30	5	27	2	26	2
- de service	11	3	11	3	8	2	7	2
- d'autre	2		2		1		1	
8. Passagers émettant par receveur	4	4	3	3	3	3	4	4
9. Refusant de payer (le manque d'argent)	8	8	7	7	5	5	4	4
Total	100	33	100	33	100	27	100	25

Tableau 2.2 : Estimation du taux de fraude à Kharkov en 1996 - 1999

Aucun pays de l'Europe de l'Ouest n'a probablement un taux de fraude aussi élevé. Bien que le pourcentage des fraudes diminue durant la période observée, il constitue une partie importante des recettes potentielles. Cette partie reste le plus souvent aux usagers ne payant pas les déplacements (19-30 %), mais elle est aussi partagée entre les receveurs et les conducteurs (5-6 %). Le contrôle *intensif* dans les lignes de tramway et de trolleybus, apparu dans la seconde moitié des années 90, a eu pour objectif la lutte contre les fraudes des usagers, mais aussi contre celles des receveurs. Le contrôle induit une partie très faible de recettes dans les revenus de la société du transport électrique de surface (les recettes des amendes composent moins de 0,5 % du total des recettes), mais il stimule indirectement le paiement de déplacement des usagers dans des moyens de transport.

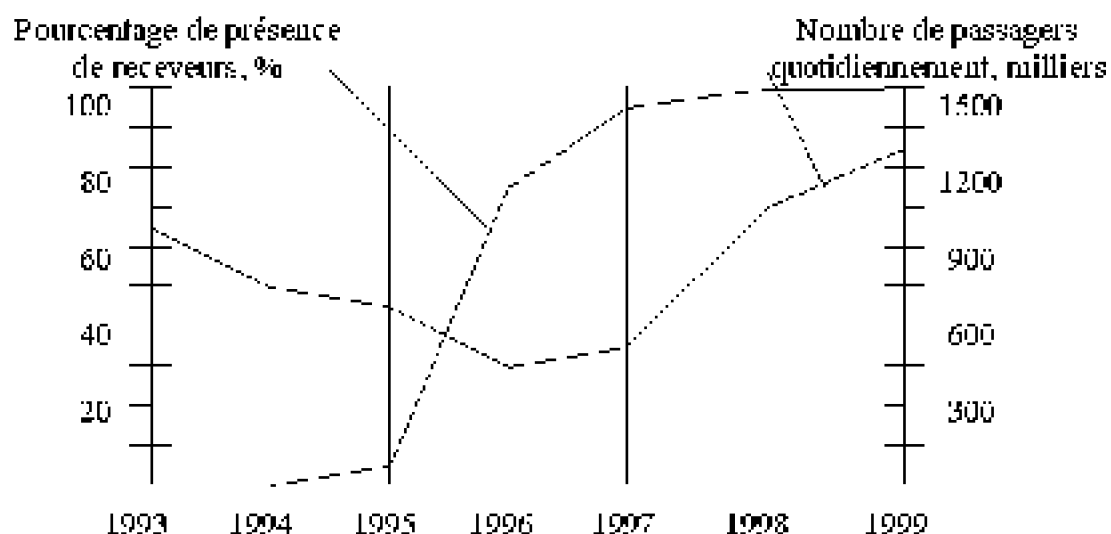
L'analyse des conditions de l'opportunité de fraudes représente un intérêt certain. Tout d'abord c'est l'existence d'un grand nombre d'instances émettant des documents ouvrant droit à des privilèges. Le marché noir propose presque tous ces types de

documents. Par exemple, un livret de retraite, le document le plus demandé, coûte près de \$40. Pendant deux semaines de contrôle intensif à Kharkov, en mars 1996, plus de 10 000 papiers falsifiés ont été révélés <sup>27</sup>. Le manque de moyens financiers ne permet encore pas d'introduire une carte unifiée bien protégée contre les falsifications pour toutes les catégories d'usagers. Les tickets simples sont aussi falsifiés. Leur vente (à un prix deux fois inférieures aux tarifs existant) est parfois effectuée aux bazars, mais le plus souvent par des *distributeurs* parmi les employés de certaines usines. Pour éviter ce problème, les sociétés du transport électrique de surface, ainsi celles de bus de certaines villes, ont refusé, vers la fin des années 90, la vente des tickets par le réseau commercial. Cela signifie, que dans ces villes les tickets sont vendus dans un moyen de transport. Mais, par exemple, l'utilisation des tickets en bobine (à Kharkov à partir de la fin de 1999) provoque une autre sorte de fraude – celle de receveur – qui ne donne souvent pas plus qu'à 60-80 % d'un ticket complet. Dans ce cas donc, en diminuant la possibilité des fraudes des usagers, celle des receveurs augmente. Il est probable que la mise en œuvre des abonnements mensuels devient graduellement un seul moyen plus ou moins efficace de lutte contre les falsifications (l'apparition des hologrammes). Mais il existe encore l'offre de ceux-ci par des firmes rendant des services de reprographie. Et enfin, des usagers refusant de payer le déplacement gagnent souvent leur confrontation avec le receveur (dans 80 % des cas, c'est une femme), mais parfois le principe du receveur oblige l'usager à quitter le moyen de transport ou à le payer (souvent seulement une partie de ticket).

En Ukraine, on donne souvent une explication à l'augmentation, en 1998 et 1999, du nombre d'usagers payant les déplacements et, en conséquence, à des recettes par la restauration du service des receveurs. C'est probablement un facteur important, mais il n'a eu une influence importante qu'à partir de 1998, donc à partir de l'année d'une crise financière <sup>28</sup>, bien que le service des receveurs ait été restauré en 1995-1996 (en au complet - vers 1997). Le graphique suivant montre l'évolution du pourcentage de la présence des receveurs dans les moyens de transport collectif et du nombre de passagers payant des déplacements (pour la société du transport électrique de surface de Kharkov).

<sup>27</sup> Le journal " Kharkov de soir ", 1996.

<sup>28</sup> En août 1998 la hryvna a été dévaluée en deux fois.



Graphique 2.4 : Evolution de la présence des receveurs dans les transports collectifs (tramways, trolleybus) et du nombre d'usagers payant des déplacements

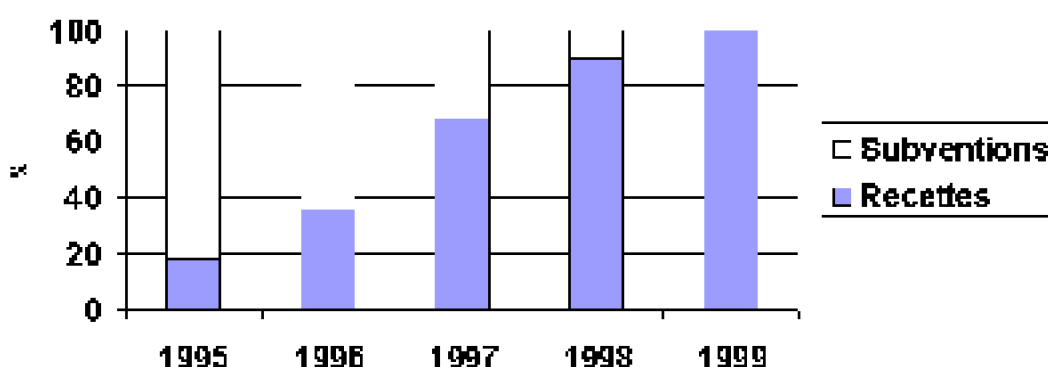
Le graphique montre que, malgré l'introduction des receveurs en 1995-1996, le nombre d'usagers continue à baisser pendant ces années et reste presque stable en 1996-1997. L'essor du nombre de passagers est observé en 1998 et ensuite le nombre continue à augmenter en 1999. Ce graphique est bien corrélé avec le tableau précédant où l'on constate la diminution des fraudes. Mais la raison principale, à notre avis, est la stabilité des tarifs à partir du mois de mai 1997 (30 kopecks). Par rapport à la hausse sensible des prix en général, la stabilité des tarifs stimulait le paiement plus réel des déplacements en transport collectif. Donc, la valeur monétaire du tarif devient graduellement plus négligeable dans les dépenses de la population. La crise des prix de carburants durant l'été 1999 a provoqué leur augmentation et, en conséquence, la hausse des tarifs dans les bus (de 40 à 50 kopecks). Cet été, les sociétés des bus ont perdu plus de 40 % d'usagers qui ont changé de mode en faveur des transports électriques. Il semble que la situation se soit bien améliorée, mais, pour l'accroissement sensible des recettes, seulement à partir de la seconde moitié de 1998. Les dépenses commencent à augmenter considérablement. De plus, la diminution des subventions budgétaires ne permet pas d'être optimiste. L'an 2000 porte la nécessité de l'augmentation des tarifs (Kiev, comme la capitale fut la première ville à augmenter les tarifs pour le transport électrique – en mars 2000). Probablement, cela suivra une spirale comme en 1991-1997 : l'instabilité des tarifs, la perte d'usagers payant les déplacements et la perte de recettes, donc une nouvelle dégradation de la situation. Les pronostics pessimistes peuvent être renforcés par l'aggravation de la situation économique générale en Ukraine, mais une part d'optimisme quand même est présente : c'est la bonne compréhension collective et individuelle du rôle et des problèmes des transports collectifs pour la ville.

## 2.7. Situation financière, rentabilité et autofinancement

## : un mythe ou une réalité ?

Bien privée du problème principal des entreprises communales ukrainiennes – l'endettement des consommateurs, - les sociétés de transports ne sont pas mieux placées pour des problèmes plus communs (le manque de financement pour les investissements) ainsi que pour ceux plus spécifiques (le remboursement des privilèges et les fraudes). Malheureusement, en introduisant des privilèges, les pouvoirs publics n'examinent pas le mécanisme de leur remboursement par des moyens budgétaires. Ils ne peuvent prévoir non plus les conséquences négatives pour le transport public. C'est pourquoi les pertes ne sont pas souvent couvertes par les subventions et ces dernières sont presque toujours inférieures aux sommes planifiées.

Les revenus des sociétés de transport collectif public sont composées de trois sources principales : les recettes, les subventions budgétaires et diverses recettes annexes (la publicité dans le matériel roulant, le bail des locaux disponibles, l'activité commerciale, etc.). La troisième source est souvent négligeable pour le transport de surface (moins de 1 %), mais elle est relativement importante pour le métro (à Kharkov près de 10 %). Le graphique suivant montre les proportions entre les recettes et les subventions pour la société du transport électrique de surface de Kharkov .<sup>29</sup>



Graphique 2.5 : Ratio "Subventions / Recettes" dans les transports collectifs (tramways, trolleybus)

L'on peut bien voir le changement de la politique du "tout subventions" vers celle du "tout recettes" durant la seconde moitié des années 90. Certains dépôts ont terminé l'année 1999 sans pertes (ils n'incluent pas les dépenses pour l'énergie électrique, qui sont généralisées). Ils n'ont pas reçu de subvention.

Prenant en considération le nombre d'usagers des transports collectifs dans les villes ukrainiennes, la possibilité de couverture des coûts de fonctionnement et même de légers investissements par des recettes ne semble plus irréalisable. Une part d'optimisme porte sur la tendance positive de réduction des privilèges et surtout sur le potentiel des recettes

<sup>29</sup> Source : Rapports annuels de la Société de Transport Electrique de Kharkov.

fraudées. Pour cela il faudra effectuer un gros travail de perfectionnement du mécanisme de paiement des déplacements. Mais il faut être très prudent par rapport aux tarifs, dont l'augmentation peut entraîner les tendances négatives. La rentabilité du service des transports collectifs publics en Ukraine est évidente jusqu'au moment où un seul concurrent véritable – l'automobile – commencera à prendre réellement une part de plus en plus importante dans le marché des déplacements urbains. Mais on sera alors dans une autre échelle de mesures à prendre en faveur des transports collectifs.

Concernant des investissements lourds, la domination des moyens budgétaires semble indiscutable pour les prochaines années.

## 2.8. Concurrence : quels motifs et quels moyens

Actuellement, dans les villes ukrainiennes, comme nous l'avons déjà mentionné, la confrontation de tels modes de transport typiquement concurrentiels dans les pays développés comme les transports collectifs et les voitures particulières, ne pose pas encore des problèmes considérables. Cela sera, selon toute probabilité, un gros problème dans les années à venir. Mais un autre type de concurrence, inconnue pour l'Europe, est apparu au moment de la déréglementation des sociétés de bus : la concurrence entre le transport collectif public et le transport collectif privé pour des usagers. Outre cela, les sociétés de bus se concurrencent entre elles et même entre une ligne de bus de la même société, on observe une "*lutte*" pour des passagers. Plus motivés, les bus réagissent vite aux changements des flux des passagers en fonction de l'heure journalière et de la distance. Les lignes de flux principaux des déplacements avec le changement du mode de transport (trolleybus - métro, par exemple, coûtant  $30+30=60$  kopecks pour un usager), sont doublées par une ligne de bus (tarif : 40-50 kopecks). Habituellement, les bus ne prennent pas de passagers non payants (surtout de retraités), c'est pourquoi ils sont plus rapides, donc plus attractifs pour les usagers payant. Le constat est qu'une part sensible de marché des déplacements payant est occupée par les transports collectifs privés. La progression du nombre de passagers déplacés quotidiennement par ce mode de transport à Kharkov (transport commercial) - passage de 11 000 en 1995 jusqu'à 197 200 en 1998 - confirme bien ce constat.

Ici, on retrouve une idée dite précédemment. Une "*lutte*" pour l'utilisateur, qui est considéré souvent comme une source des revenus non officiels des conducteurs et receveurs (les recettes allant dans leur poche), continue même au sens des lignes de bus de la même société. Une bagarre entre deux conducteurs de bus desservant la même ligne, observée par l'auteur, prouve ce fait. La raison de cette bagarre était le non-respect de l'horaire de départ de la gare terminale (pour trois minutes seulement), ce qui donnait un gain au nombre de passagers pour son bus et, en conséquence, des recettes et une perte de passagers pour l'autre bus et, évidemment, une perte de recettes potentielles. Il est évident, donc, que les motifs de la concurrence consistent traditionnellement en intérêts financiers, mais une manière "vulgaire" – la redistribution des recettes en faveur de la poche propre – ne permet pas de l'appeler la "*concurrence pure*".

Concernant la société publique du transport électrique de surface, le problème de base, souvent présenté aux pouvoirs de la ville, est celui de la limitation de l'espace pour les trolleybus aux arrêts. Ce problème est bien irritant pour des conducteurs des trolleybus. Il semble sans issue sans la coopération réelle entre tous les modes de transports urbains.

## 2.9. Perspectives

La période transitoire en Ukraine reste une période expérimentale pour les transports collectifs urbains. Les changements fondamentaux des tendances des indices principaux de leur activité (notamment le nombre d'usagers payant des déplacements et la proportion entre les recettes et les subventions) montrent bien la recherche d'un équilibre satisfaisant pour trois participants ayant leurs propres intérêts : les pouvoirs de la ville, les sociétés de transport collectif et les usagers. Il semble, alors, que cet équilibre soit réalisable avec un relativement grand degré de satisfaction pour les trois acteurs. Les objectifs principaux doivent être : la poursuite de la réduction des privilèges, la stabilité des tarifs (au moins une adéquation sur inflation doit être respectée) et la perfection du mécanisme de paiement pour diminuer le taux de fraudes. L'ensemble de ces mesures peut permettre de stabiliser le fonctionnement des transports collectifs et de donner des sources du financement supplémentaire avec la possibilité de couverture des coûts de fonctionnement par des recettes.

L'absence de concurrence réelle de la part de l'automobile – le problème principal des villes des pays développés – donne des atouts aux sociétés de transport collectif en Ukraine, mais il faut pour elles-mêmes, ainsi que pour les pouvoirs publics, qu'elles manifestent du bon sens pour profiter des avantages de cette situation.

Les indices principaux de l'activité des transports électriques de surface selon les dépôts pendant la période 1996 – 1999, ainsi que ceux du métro et des autobus, sont présentés dans les annexes IV - VI. La base de certains chiffres est le nombre d'usagers payant les déplacements. Il faut rappeler qu'en Ukraine, pour effectuer un trajet avec, par exemple, un changement (deux moyens de transport), on est obligé de payer le déplacement dans chaque voiture, ce qui dans la statistique est enregistré, bien entendue, comme deux déplacements.

## 2.10. Marché des automobiles

L'accessibilité d'acheter une voiture à un prix raisonnable pour un habitant forme la situation évoluée sous l'influence de ces facteurs. En Ukraine, jusqu'au début des années 1990, les prix pour les automobiles étaient relativement accessibles pour la plupart des ménages et, normalement, à partir de trois ans, ou un peu plus, du début de l'activité d'un employé et en touchant un salaire moyen, on pouvait acheter potentiellement une voiture.

Mais, officiellement, pour cela, il fallait faire la queue et, en réalité, ce processus pouvait durer des années. Par conséquent, un marché noir pour le numéro de rang dans la queue a été apparu.

Actuellement, en Ukraine domine une politique de protectionnisme en faveur de l'industrie d'automobilisme nationale. Cette politique concerne l'interdiction de l'importation des automobiles de plus de cinq ans d'âge, donc relativement moins chers et accessibles pour la majorité importante de la population. Sur le marché interne un seul modèle est proposé (il y a quelques modifications) de l'automobile nationale "Tavria", malheureusement avec des caractéristiques qualitatives plus basses que celles pour les automobiles importées. Le prix pour une "Tavria" reste, néanmoins, relativement élevé (à cause de l'utilisation d'une ancienne technologie, de l'organisation du processus de la production, du manque de la motivation du travail des ouvriers, etc.) pour le modèle de cette classe (environs \$4000, en 1998, pour une voiture neuve) et, par conséquent, peu accessible pour la plupart de la population ukrainienne. Le résultat en 1998 de cette situation est que la production annuelle des automobiles est trois fois supérieure que les ventes domestiques, d'où une accumulation importante des stocks.

## 2.11. Carburants

Concernant la question des carburants comme la matière première nécessaire pour le fonctionnement des transports, on peut révéler ici trois problèmes : le problème du coût (les prix), le problème de l'accessibilité aux différents types de carburants, c'est-à-dire la possibilité de s'en procurer pendant les périodes de déficit, et le problème de la correspondance du niveau de qualité d'essence vendue avec celle indiquée sur les panneaux.

Le problème de manque des carburants a presque disparu depuis 1992, mais seulement depuis, puisque de temps en temps, il a resurgi et on peut observer un manque d'essence, de gazol, de propane-butane aux postes à essence officiels. Le déficit d'essence était très sensible à l'époque du "déficit global" - à la fin des années 80 et au début des années 90. Maintenant, les causes du déficit ne peuvent pas être expliquées de manière économique. Il s'agit plutôt de raisons politiques. Pendant les crises de manque de l'essence aux postes à essence officiels, le commerce et la spéculation illégale s'épanouissent. Il est très difficile d'estimer le volume véritable de ce commerce non officiel. Pendant les périodes de déficit, on rencontre des vendeurs d'essence avec des jerricans qui font le commerce le long des rues dans les villes et le long des routes périphériques. Souvent la qualité d'essence est plus basse que celle déclarée, mais quand les automobilistes ne trouvent pas d'autre possibilité, ils sont obligés d'utiliser celle-ci. Les voies de contrebande sont connues : la frontière avec la Russie et les autres Etats de la CEI, mais aussi le système de la corruption généralisée crée les conditions stimulant le développement de cette situation.

La tendance de la dynamique des prix des combustibles est celle de l'approche graduelle des prix existants en Europe. Par rapport au US dollar, jusqu'à 1990, le prix d'un



litre d'essence était au niveau de \$0,1 - 0,2 conformément aux différentes estimations du cours du rouble relativement au \$<sup>30</sup>. Actuellement le prix d'un litre d'essence est au niveau de \$0,4 - 0,6.

On peut observer une liaison très étroite entre les périodes de hausse considérable des prix de l'essence et le chaos de la situation financière dans l'économie. Voici la traduction d'un article ("Kharkov de soir") sur la situation pendant la dernière crise des carburants en juillet - août 1999, définissant cette situation comme à la guerre. "Aujourd'hui, à cause de la hausse impétueuse des prix de l'essence et du gazol, la plupart des parcs d'autobus est simplement " tombés " économiquement, des autres, qui essayent de se tenir, bougent plutôt machinalement. Le carburant représente une très large partie des charges financières des entreprises de transport routier, ne laissant rien pour les salaires ni pour les pièces de réparation, ni pour les pneus. Et tout cela en dépit que les parcs d'autobus réussissent à acheter l'essence de marque A-76 à un prix " comparativement " bas - 2 hryvnas pour un litre (\$0,5). En plus il y a des aides par des subventions du budget de la région de Kharkov : le carburant acheté pour ces moyens est distribué entre les lignes de transport en commun à Kharkov et dans les grandes villes de la région - Koupyansk, Izume, Lozovaya.

L'impossibilité d'acheter de l'essence et du diesel à un volume suffisant nécessite la suppression du fonctionnement de beaucoup de lignes d'autobus entre les villes. La situation est partout la même en Ukraine. Les tarifs actuels des lignes entre les villes ne couvrent que le quart des dépenses réelles. Les calculs montrent qu'il faudrait augmenter les prix des tickets en quatre fois.

En ce qui concerne les lignes d'autobus dans la ville, sur la base de ce prix d'essence, le ticket doit coûter une hryvna (\$0,25). Les prix n'ont pas encore augmenté jusqu'à ce niveau, mais dans la plupart des lignes, ils ont augmenté de 0,5 à 0,6 hryvna ou de 0,3 à 0,5 hryvna. Certains parcs d'autobus ont augmenté de même que les tarifs sur les lignes entre les villes.

La crise de carburant, accompagnée de la hausse des prix de l'essence et son déficit, de la limitation de la circulation des automobiles, des énormes queues aux postes à essence et aux arrêts d'autobus, du blocage de fonctionnement des services de la police routière, des pompiers, des ambulances et des toutes entreprises de l'industrie pétrolière, se prolonge. Selon l'information du " Kharkov de soir ", cette semaine (août 1999) le prix d'essence de marque A-95 a augmenté de 2 à 4,5 hryvnas (\$1,1) pour un litre, ce qui est

---

<sup>30</sup> Selon le cours officiel dans les années 80, le \$ était presque stable et changeait relativement le rouble comme \$1 contre 0,6 rouble en moyen. Le cours réel du marché noir était beaucoup plus haut, notamment jusqu'à la fin des années 80, le dollar est évalué à 3 - 6 roubles, et vers 1991 à 10 - 18 roubles au début de l'année et près de 40 -50 roubles vers la fin. Dans les années suivantes le cours officiel était établi directement par la Banque Nationale d'Ukraine. Dans certaines périodes il était quelques fois moins que le cours du marché noir, qui définissait la demande réelle pour le dollar. Cette situation est restée jusqu'à l'organisation du marché des changes où se passaient des opérations avec les devises. Depuis sa création (du marché des changes) en 1993, le cours officiel se défini par des opérations au marché des changes. Le contrôle du cours se réalise par organisation d'un " corridor d'échange " par la Banque Nationale. Mais il y avait des périodes, pendant desquelles le cours réel était bien supérieur au cours officiel, par exemple, du septembre 1998 au février 1999 le cours de la bourse était limité de 3,5 hryvnas pour \$1, et en même temps, le cours réel des transactions d'achat et de vente était au niveau de 3,8 - 4,2 hryvnas pour \$1.

égal au prix en Suisse. Les marques A-80 et A-76 ont disparu de la vente. En rapport avec le déficit des carburants le transport électrique de surface est surchargé, les ordures ne sont pas enlevées pendant quelques jours.

Face à cette situation, les passagers, pour se déplacer de villes en villes, commencent, de plus en plus, à choisir le chemin de fer. Avec la hausse des prix de l'essence, on observe une augmentation sensible, par rapport à l'été précédant, du nombre de passagers en direction de la Crimée. Mais les flux des passagers se forment spontanément : si, avant, des trains partaient complets en fin de la semaine (avant le week-end), maintenant c'est le cas de n'importe quel jour. Pendant les dernières deux semaines, selon l'horaire, de Kharkov pour Simféropol sont partis quatre trains supplémentaires, et avec cela la longueur d'un train atteint 22 wagons. En plus on attache des wagons aux trains en transit.

La crise de carburants en Ukraine a provoqué l'augmentation considérable de l'essence de contrebande en provenance de la Russie.

Au propos, la crise en Ukraine donne la possibilité aux propriétaires des postes à essence de la région de Belgorod de spéculer. Ils vendent l'essence pour des automobilistes ukrainiens à des prix existant en Ukraine (5 - 6 fois supérieures à ceux pratiqués en Russie à cette date). Mais cette situation est aussi utilisée par des vendeurs illégaux qui vendent l'essence importée, par exemple, de la région de Koursk (bien plus loin par rapport à la frontière avec l'Ukraine), pour les automobilistes ukrainiens, pour des prix deux fois inférieurs à ceux indiqués sur les panneaux des postes à essence. Outre cela il y a, bien sûr, d'autres variantes d'utilisations de cette situation, avec des buts de spéculation sur la différence énorme des prix, ou, aux niveaux du pouvoir public - des spéculations politiques. ”

## **2.12. Conclusion du chapitre**

**Les points essentiels de ce chapitre sont les suivants :**

- l'évolution du transport collectif urbain est fortement liée avec l'évolution de l'économie de l'Ukraine. La politique face au développement des transports en commun connaît trois étapes dans la recherche d'un équilibre :
- équilibre social : "population gagne peu mais elle dépense peu" ;
- équilibre économique : "tout subventions ou tout recettes" ;
- déréglementation partielle : la privatisation des sociétés des autobus urbains ;
- l'importance des transports collectifs dans les villes ukrainiennes : à Kharkov la part de marché des transports en commun est proche de 80 % de tous les déplacements ;
- l'existence de la concurrence entre les différents modes de transports en commun (en terme des prix, qui varient selon le mode utilisé, ainsi qu'en terme de la vitesse) ;
- une augmentation sensible du taux de motorisation de la population : le doublement

---

sur la période de 1991 - 1999. La concurrence "voiture particulière - transports en commun", par contre, ne connaît pas encore les dimensions comparables avec celle des pays de l'Europe de l'Ouest.



## Chapitre III :Voiture particulière – transports collectifs : discussion

### 3.1. Un peu de “ philosophie économique ”

Quelles sont les forces motrices et les conditions qui stimulent le développement économique et plus précisément - ce qui n'est pas équivalent - le progrès technique ?

Il faut partir du fait que la force motrice et les conditions existantes sont en position de relations réciproques, on peut même dire en coopération. Nous définissons ces deux composantes comme un système ou, le plus souvent, comme un sous-système où nous envisageons la combinaison des cas particuliers. Mais il est nécessaire de noter que la force motrice (réelle ou potentielle) est prioritaire par rapport aux conditions. Ainsi, pour n'importe quel processus (mouvement économique ou social, activité plus appliquée d'un individu, etc.), il existe toujours une force motrice, mais les conditions peuvent, soit la stimuler, soit aller dans le sens envers. Et, donc, par la création des conditions convenues pour le processus désirable, on peut la favoriser ou au contraire la défavoriser. Si les objectifs désirables pour un élément d'un ensemble de l'activité de la société sont en contradiction avec l(es)'autre(s), les forces motrices “ entrent en concurrence ” et “ la victoire ” sera remportée, soit dans le cas pour lequel la force motrice est plus puissante,

soit les conditions sont plus favorables pour le déroulement de cette force.

Comme exemple on peut reprendre le cas du choix modal pour satisfaire le besoin de se déplacer. Dans ce cas, nous n'allons pas considérer l'usage d'une voiture particulière pour des buts irrationnels. On désigne ici les quatre issues de choix les plus répandus : la marche à pied ou le déplacement à l'aide des moyens de transport : voiture particulière, transports en commun ou deux roues. Pour quel choix optera un individu ou, en autres mots, quelle sera la coopération entre la force motrice et les conditions existantes dans chacun des cas possibles et quelle sera l'influence réciproque de ces sous-systèmes dans un système total reliant les composantes du choix individuel ?

La force motrice dans le cas du besoin de déplacement d'un individu est notamment ce besoin qui est, dans ce cas, un moyen pour satisfaire un autre besoin, une nécessité ou un sens mental conditionné soit par des raisons externes, soit par des raisons internes, souvent comme un dérivé des premières. En dépit du fait que le processus de déplacement n'est souvent qu'un des moyens dans la structure de la satisfaction d'un besoin, d'un désir ou d'un objectif plus marginal - le cas où les trois peuvent être considérés comme des synonymes les plus proches - d'un individu, nous distinguerons, quand même, dans cette recherche le besoin du déplacement lui-même. Parmi les composantes théoriques de la définition de base d'un déplacement on peut relever :

- un lieu d'origine et un lieu de destination dont on peut notamment déduire la distance du déplacement ;
- les motifs pour lesquels la personne se trouve en chacun de ces lieux ;
- le mode de transport utilisé ;
- l'heure de départ et l'heure d'arrivée dont se déduit bien entendu la durée du déplacement.<sup>31</sup>

Nous mettons l'accent sur le motif du déplacement. C'est notamment la force motrice qui fait bouger un individu, c'est une sorte d'esprit, le sens, la perception mentale de la réalité composant une partie nécessaire, relativement importante ou non, dans le processus de satisfaction d'un besoin. C'est la représentation qualitative (rationnelle ou irrationnelle) du phénomène de la mobilité ou, plus appliqué, du déplacement d'un individu. Les conditions existantes peuvent changer les autres composantes du processus de déplacement (même les supprimer), mais le motif, dans sa base, restera toujours, probablement exprimé et réalisé par une autre forme de l'activité humaine. On peut conclure que c'est le primat du motif qui exerce son influence et forme les autres composantes du déplacement.

Maintenant nous envisagerons l'usage de chacun des modes de transport, désignés plus haut, du point de vue du choix possible d'un individu pour satisfaire son besoin de déplacement comme la coopération de deux facteurs d'un système de relations réciproques de la force motrice et des conditions existantes. Ici nous prendrons le cas des déplacements urbains comme ce qui nous intéresse le plus dans cette recherche.

Un individu a comme objectif d'effectuer un déplacement pour satisfaire un certain besoin. Ici, comme nous l'avons déjà défini, le concept de besoin est équivalent à celui de

<sup>31</sup> Bonnafous A., Puel H., "Physionomie de la ville", Paris, Les Editions Ouvrières, 1983, 165 p.

motif. A première vue le motif est le facteur principal et, par conséquent, à l'aide de la construction d'une hiérarchie des besoins d'un individu, on peut construire une autre hiérarchie de l'usage de différents modes de transports, qui correspond à cette première. Le motif est, dans ce cas, la force qui pousse une personne à effectuer ce déplacement, bien entendu dans des buts différents. Mais en réalité un certain niveau des conditions d'offre des transports, ainsi que d'autres facteurs multiples plus ou moins importants exerçant leur influence sur le choix, sont souvent préférables pour des usagers et, donc, au niveau des pouvoirs à partir de la ville et plus haut il existe la possibilité potentielle de maîtriser la situation en créant les conditions en faveur du choix désirable.

### **Les notions “ d'objectivité ” et “ de subjectivité ”.**

---

Les notions “ objectivité ; objectif ” et “ subjectivité ; subjectif ” dans le contexte qui nous intéresse sont interprétées par Le Petit Robert (1986) comme suit :

- “ objectivité ” - qualité de ce qui existe indépendamment de l'esprit, et “ objectif ” - qui existe hors de l'esprit comme un objet indépendant de l'esprit ; se dit d'une description de la réalité (ou d'un jugement sur elle) indépendante des intérêts, des goûts, des préjugés de celui qui la fait ; dont les jugements objectifs, impartiaux, ne sont altérés par aucune préférence subjective, et “ objectivisme ” - attitude pratique qui consiste à s'en tenir aux données contrôlables par les sens, à écarter les données subjectives ;
- “ subjectivité ” - état de celui (de l'homme) qui considère les choses d'une manière subjective en donnant la primauté à ses états de conscience ; domaine des réalités subjectives, la conscience, le moi, et “ subjectif ” - qui concerne le sujet en tant qu'être conscient ; qui est du domaine du psychisme ; propre à un ou plusieurs sujets déterminés (et non à tous les autres) ; qui repose sur l'affectivité du sujet, et “ subjectivisme ” - attitude de celui qui ne tient compte que de ses sentiments et opinions individuels, que refuse, méprise ou ignore la réalité objective.

En ce qui concerne notamment le comportement personnel, déterminé soit par les facteurs objectifs, soit par les facteurs subjectifs, les notions “ objectif ” et “ subjectif ” sont en effet relatives à une position qui correspond, probablement, à une hiérarchie des acteurs de l'activité humaine (voire sociale), et possédant les différentes marges du pouvoir.

Il est clair qu'il est vraiment difficile de tracer une frontière précise entre l'objectivité et la subjectivité du comportement individuel ou collectif de différents niveaux de l'activité. En plus, on peut considérer les mêmes facteurs soit comme objectifs, soit comme subjectifs selon l'échelle des acteurs avec une différente marge du pouvoir correspondante. Schématiquement on peut représenter la corrélation entre l'objectivité et la subjectivité de la façon suivante (schéma 3.1).

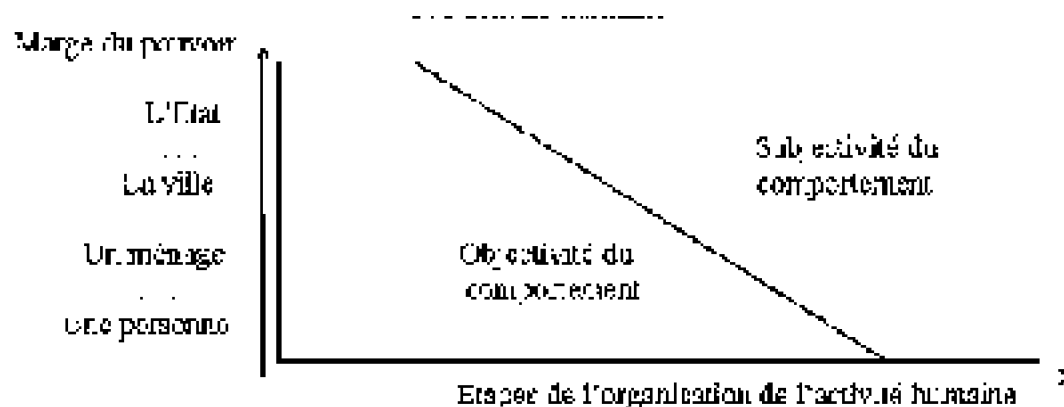


Schéma 3.1 : Objectivité et subjectivité par rapport à l'organisation de l'activité humaine

Si on peut représenter l'organisation de l'activité humaine comme un jeu d'acteurs, c'est sûr qu'il existe une hiérarchie de ceux-ci, c'est à dire qu'il y a des acteurs qui possèdent relativement plus de possibilité de créer des règles auxquelles doivent se subordonner, ce qui est plus ou moins évident et souvent pas clairement exprimé dans le comportement, les autres, qui se trouvent plus bas dans cette hiérarchie. Les acteurs sont des éléments de la société, en commençant par un simple individu (avec beaucoup de facteurs personnels dont l'influence sur la position dans cette pyramide est très importante) et finissant par un système d'organismes sociaux, politiques, économiques, militaires, religieux, etc. d'Etat ou internationaux. Et il existe vraiment la subordination des acteurs aux règles exprimées directement ou indirectement, sinon il n'y aurait aucun type d'organisation de l'activité humaine. Et il est clair qu'il y a plus de subjectivisme dans le comportement (exprimé en actions concrètes) des acteurs qui se trouvent plus haut dans cette hiérarchie par rapport au comportement de ceux dont la " place occupée " est plus bas. Mais cependant, il n'existe pas de cas extrêmes quand il n'y a que des facteurs objectifs ou subjectifs interprétant et explicitant un certain comportement, c'est toujours un système où les rôles de l'objectivisme et du subjectivisme sont relatifs. Dans cette hiérarchie on peut trouver, par exemple, la place occupée par le pouvoir de la ville (concernant la question de l'organisation du système de transport dans la ville) qui a la possibilité de créer certaines règles du fonctionnement de différents modes de transports urbains, influençant le comportement des citoyens (y compris le choix des modes de transports). Mais ce pouvoir est encadré dans ses actions par la réglementation des instituts d'Etat (la législation, l'institut d'élection etc.), par des organismes économiques (exprimé souvent dans le niveau du développement économique), par la pratique sociale attribuée à la nation en générale ou bien souvent aux différentes couches des habitants de la ville, etc. Et, de la position de fonctionnement satisfaisant du service des transports collectifs urbains, il est évident que les conditions créées par des acteurs qui se trouvent plus haut dans cette hiérarchie, et à qui ce service est soumis, peuvent, soit stimuler un développement économiquement et socialement positif, soit non. A son tour, ce service offre les conditions qui sont soit préférables, soit ne le sont pas (par rapport aux autres modes de transports) pour des usagers potentiels.

Il nous semble intéressant de donner ici un exemple avec le service de l'eau potable de la ville de Kharkov (le cas le plus frappant). L'économie de l'Ukraine se caractérise par



l'inflation. Beaucoup de mesures du gouvernement ukrainien, plus ou moins efficaces, sont consacrées à la stabilité monétaire. Le service de l'eau potable de la ville de Kharkov est assuré par une société publique, mais qui a un propre bilan commercial. Elle a donc le droit de disposer des recettes indépendamment du pouvoir de la ville. La seule chose contrôlée (en ce qui concerne la question financière) c'est le niveau (le taux) de rentabilité (la marge bénéficiaire - en %, c'est-à-dire le rapport entre le bénéfice brut et le coût de revient) - habituellement 30 % (1996 - 45 % - est-ce trop pour le service public ?), et les prix pour des ménages. Sur la base du taux de rentabilité est établi le prix moyen. Les dépenses de la société ne sont pratiquement pas contrôlées par le pouvoir de la ville. Le montant du bénéfice qui est supérieur au taux de rentabilité est automatiquement imputé pour le budget de la ville (le cas exceptionnel). Il faut ajouter que les compteurs pour les ménages (80 % de la consommation d'eau) ne sont pas installés et l'estimation de la consommation est très subjective : officiellement le chiffre (nombre de m<sup>3</sup> par mois et par habitant) est établi par la mairie, pratiquement il dépend de la volonté du chef du service. Les prix pour les industriels couvrent les pertes de l'approvisionnement en eau potable des ménages. Ces prix ne sont pas stables et augmentent en fonction de l'augmentation des dépenses totales. Donc, les conditions économiques sont les suivantes : s'il arrive que la consommation d'eau estimée très subjectivement et imposée par le service de l'eau potable, il faut augmenter les dépenses pour obtenir le bénéfice le plus haut possible (il ne faut même pas chercher les manières pour le faire), ce qui, du point de vue économique, est complètement illogique. Et vers 1998 (à partir de 1991), bien qu'à cause de l'inflation le salaire moyen en Ukraine ait progressé de 100 000 fois environ, les prix moyens ont augmenté de 200 000 fois environ, mais les tarifs de l'eau pour les ménages - de 700 000 fois (vers 2000 de 1 350 000 fois) et pour les industriels - de 2 000 000 fois (vers 2000 de 6 000 000 fois) environ, soit 40 fois supérieures que le taux officiel d'inflation (la hausse la plus forte des prix en Ukraine). Une question semble logique : pourquoi en Ukraine le produit intérieur brut chute depuis les dix dernières années ?

## 3.2. Homme – voiture

Nous commencerons par les questions qui sont assez loin des problèmes appliqués des transports mais qui aideront à l'avenir à définir la place du transport dans le mécanisme très compliqué et complètement relié qu'est la société humaine. Ce mécanisme inclut beaucoup de détails et de motifs mentaux, rationnels ou irrationnels dans le comportement prévu (ou imprévu) des acteurs de l'activité quotidienne.

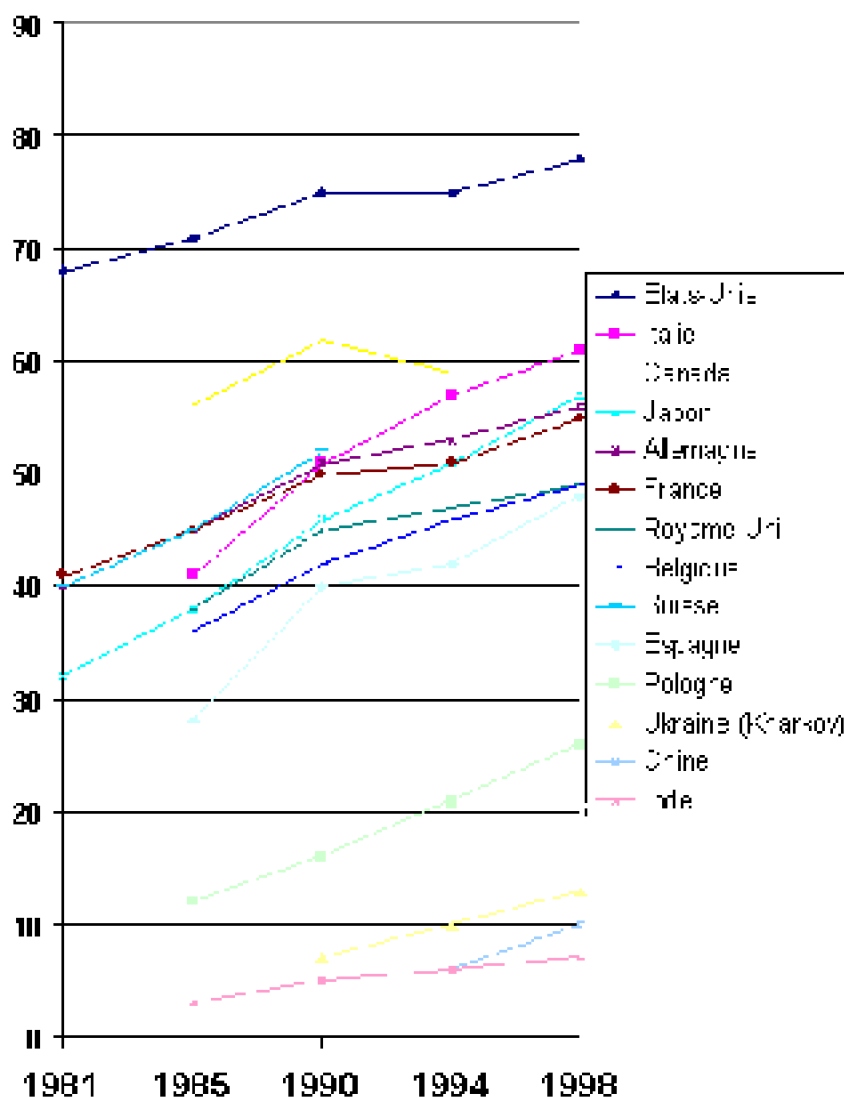
On peut constater, et cela devient de plus en plus évident dans le temps moderne pour un simple individu, qu'il y a des mouvements économiques et sociaux de l'humanité. Mais il est plus difficile à résumer et définir les caractères qualitatifs de ces mouvements et leurs directions : brièvement, c'est le progrès ou la régression. C'est vraiment une question qui touche plutôt le champ de pensée des philosophes et il existe beaucoup de points de vue sur celle-ci. On peut révéler trois grandes tendances ici : le monde humain se développe positivement, négativement ou il n'y a ni progrès ni régression. Nous

partageons le point de vue que l'humanité se développe, quand même, qualitativement positivement. Notre planète devient de plus en plus petite et étroite pour l'homme. Il va plus haut dans l'espace, plus profondément dans l'océan, le critère de la valeur du temps occupe souvent la première place dans la hiérarchie des valeurs, le développement des moyens d'information et de communication changent la vision de vie et les pratiques sociales pendant la durée de l'activité d'une génération. Pendant la période qui suit la deuxième guerre mondiale, la population possède et utilise de plus en plus de choses dans la vie quotidienne qui n'existaient même pas en nature dans la vie des générations des grands-parents. Ces choses-là transforment très vite les objets de luxe pour des familles relativement riches en objets de l'utilisation quotidienne pour la majorité de la population et changent radicalement le mode de vie. On peut remarquer plusieurs de ces biens de consommations transformés ou dans le cadre d'un processus de transformation : la radio, le téléphone, l'appareil de photo, le poste de télévision, l'ordinateur personnel, l'automobile...

Nous prendrons en considération le développement de l'automobile, lequel se présente comme un des plus importants phénomènes du XX-ème siècle et nous intéresse le plus au cours de cette recherche. Dans les pays industrialisés l'automobile s'est en réalité transformée d'un bien de consommation de luxe en un moyen pour satisfaire le besoin de se déplacer. La grande majorité de ménages possède actuellement une ou plusieurs voitures particulières. Il y a de plus en plus de familles ou de personnes qui disposent des moyens nécessaires pour l'achat d'une voiture particulière. La tendance à l'augmentation du nombre de voitures pour 1000 (100) habitants (le taux de motorisation) est positive partout dans le monde, mais dans les pays économiquement développés, ce taux a atteint un point tel que l'utilisation hypothétique en même temps, par exemple, de plus de 90 % de voitures particulières des habitants d'une agglomération pourrait bloquer le système de transports de surface avec les conséquences imprévues. Il est évident que l'indice de la croissance du nombre d'automobiles (voir le taux de motorisation) est supérieur à l'indice de la croissance de leur utilisation simultanée, mais puisque ce dernier est fonction du taux de motorisation dont la tendance est positive nous pouvons constater que la tendance à l'utilisation simultanée et absolue des voitures particulières est aussi positive. Dans cette recherche, nous allons faire une tentative pour trouver la corrélation entre le taux de motorisation et la fréquence de l'usage de l'automobile dans la ville. Les différents facteurs, actuellement réels ou imaginaires, influencent positivement ou négativement la courbe de l'utilisation. Bien entendu, l'espace disponible n'est pas égal selon les différentes villes. Les villes modernes de l'Amérique du Nord disposent de plus d'espace avec des rues plus larges que, par exemple, les villes plus anciennes de l'Europe ou celles du Japon, le pays qui possède une densité de la population très considérable. Mais la tendance de la courbe du taux de motorisation même aux Etats Unis ne s'approche pas encore de sa limite (graphique 3.1). *“ L'argument est souvent employé, qui consiste à faire observer que l'accroissement du taux de motorisation est très lié à l'acquisition d'une deuxième voiture par les ménages, voire d'une troisième ou d'une quatrième, et qu'une telle tendance devrait buter sur une certaine saturation, liée au nombre de titulaires d'un permis de conduire dans le ménage. Si l'existence théorique d'une telle asymptote est peu contestable, il est relativement délicat de la situer et plus difficile encore d'apprécier si nous en sommes très éloignés en ce début des années 90.*

*La première remarque qu'inspire le graphique (de la page suivante) est d'ordre subjectif : très peu de courbes suggèrent, par leur forme, qu'elles approchent une limite asymptotique. En tout état de cause, la position de la courbe relative à la situation américaine semble indiquer à celui qu'ont pu atteindre les pays européens.* »<sup>32</sup>

En prenant en considération les conséquences de l'augmentation du taux de motorisation, au niveau de la position du pouvoir de la ville de la société démocratique, il faut trouver les moyens adéquats (préférences aux moyens qui peuvent être utilisés sans recourir aux interdictions) pour répondre à l'influence de cette tendance.



Graphique 3.1 : Nombre de véhicules pour 100 habitants (sources : Union Routière de France, 1991, INSEE 1995-1996, 1999-2000 – sauf l'Ukraine)

L'augmentation du nombre et de la qualité de produits matériels et de services

<sup>32</sup> Bonnafous A., "La croissance du transport en question. 12e symposium international sur la théorie et la pratique dans l'économie des transports. Lisbonne, 4-6 mai 1992", Lyon, CEMT, 60 p.

consommés par la population (dans notre cas l'accroissement du taux de motorisation), caractérise le progrès constant de la société de consommation. Mais, premièrement, cela concerne le progrès technique<sup>33</sup> ou économique (qui est plus abstrait puisque avec l'augmentation de certains critères économiques quantitatifs, le niveau des critères qualitatifs et la situation économique en général peut se dégrader). S'il est possible de mesurer le niveau du développement social de la vie humaine par des critères économiques, on peut dire que le progrès social est entraîné par le développement économique et dépend complètement de celui-ci. Mais cela n'est pas évident puisque, de notre point de vue, la liaison n'est pas directe et en plus il existe de plus en plus de facteurs économiques qui exercent une double influence : positive et négative en même temps sur la qualité de vie (y compris le développement du transport). Voilà pourquoi nous voudrions distinguer le progrès technique du progrès économique. Le premier est la catégorie plus concrète et, probablement, la plus objective de tous les facteurs définissant l'évolution de la société humaine.

Nous voudrions distinguer notamment le progrès socio-économique. Il est difficile de le mesurer, et de le représenter en chiffres. C'est plutôt la possibilité pour un individu de satisfaire un certain niveau des besoins matériels quantitatifs, qualitatifs ou non matériels en utilisant les moyens accessibles. Il est intéressant de remarquer dans ce cas l'usage de l'automobile : le besoin de se déplacer pour toutes les personnes est de nos jours un besoin social, et la représentation de l'automobile et de son usage est fortement liée à des valeurs de liberté, de facilité, d'identification et de plaisir, mais souvent l'automobile, normalement aperçu comme un moyen de satisfaire le besoin de se déplacer, devient un besoin lui-même, l'objectif, le désir pour s'exprimer et satisfaire ses ambitions, faire une bonne apparence. Force est de constater que souvent les usagers utilisent leurs voitures particulières dès qu'ils en ont la moindre possibilité. Bien sûr, que les besoins d'un individu peuvent être positifs ou négatifs (par rapport à l'opinion de la majorité) et souvent au détriment des besoins des autres ou des intérêts communs, mais c'est un sujet d'une autre recherche.

Il est évident, qu'avoir essayé une fois quelque chose de plus haut niveau que l'habitude (selon l'opinion d'un individu), l'homme, s'il a le choix, préférera cette chose, souvent même subconsciemment, par sa physiologie. La possession d'une voiture particulière donne toujours la possibilité du choix entre les modes alternatifs de déplacements, et il semble absurde de persuader un usager que l'usage des transports en commun est objectivement meilleur que celui d'une automobile. Un pas en arrière, économiquement ainsi que socialement, peut être considéré comme le retour vers l'utilisation globale des transports collectifs, y compris les déplacements urbains.

Si l'on envisage l'opinion des individus dans leur majorité, il devient encore plus difficile d'effectuer ce pas du point de vue psychologique. Comment se forcer soi-même à refuser volontairement l'usage de l'automobile en faveur de l'usage des transports en commun ? Il faut trouver vraiment des raisons fortes pour le faire. Souvent par exemple,

---

<sup>33</sup> On peut ajouter ici le progrès scientifique ou intellectuel mais il faut dire qu'en dépit de la liaison très étroite et réciproque il existe la petite différence entre les forces motrices du progrès technique et celles du progrès scientifique, bien que la base soit la même, ce qu'on va voir par la suite.

pendant la réparation d'une voiture, c'est-à-dire durant la période d'impossibilité d'utiliser celle-ci, les utilisateurs ne se souviennent pas des moments négatifs, même des accidents, mais ils regrettent le manque d'usage de leur voiture, surtout quand l'offre de transports collectifs n'est pas suffisante d'après eux. En outre, la majorité des usagers de l'automobile ne se rendent pas compte des problèmes communs entraînés par leur usage, bien qu'ils puissent parler, par exemple, des problèmes écologiques, mais quand il ne s'agit pas de leurs voitures particulières. Donc, c'est la tendance lourde, objective et mondiale, selon toute probabilité, s'appuyant sur la mentalité des dernières générations – la préférence de l'utilisation de l'automobile s'il y a le choix entre les modes alternatifs de transports ainsi que le désir d'acheter une voiture pour des individus ou des ménages qui ne la possèdent pas encore (il semble même absurde de poser cette question : voulez-vous avoir une voiture ? – puisque la réponse est plus qu'évidente).

Pour les ukrainiens, la question “ qu'est ce que c'est l'automobile pour vous : un produit de luxe ou un moyen de déplacement ? ” ne trouve pas de réponse définitive. Les ménages ayant une automobile en leur possession (on omet ici les types de voitures, bien que ce fait ait aussi une influence importante) sont habituellement considérés comme aisés, même au niveau officiel. Ces ménages, par exemple officiellement, n'ont pas le droit d'avoir des subventions comme une aide publique pour le paiement du logement (il existe, évidemment, certaines nuances). Donc, à ce niveau-là, les pouvoirs publics déclarent indirectement que les dépenses d'entretien d'une automobile ne sont pas de première nécessité pour les habitants de la ville. Ce qui est intéressant dans ce contexte-là c'est que notamment la possession de l'automobile, mais non, par exemple, de l'ordinateur personnel ou du téléphone portable est devenue un point d'application. On peut, bien sûr, se référer au manque des moyens publics et au gros déficit budgétaire en Ukraine, mais la méthode pour économiser les dépenses budgétaires ne nous semble pas démocratique. Elle ne montre que, la faiblesse économique des pouvoirs publics.

Mais quand même, la possession et l'usage d'une voiture particulière, bien que, dans la plupart des cas, ces deux concepts soient en corrélation positive, sont les différentes composantes du système de transport. Bien sûr, la possession de l'automobile suppose son usage, mais, surtout dans les zones urbaines, cet usage est limité par les conditions de circulation. Donc, la possession d'une voiture ne donne qu'une alternative supplémentaire pour le choix modal d'un individu. Ceci dit, du point de vue théorique, l'usage de l'automobile est fonction de deux composantes : la possession (taux de motorisation) et les conditions de circulation combinant de nombreux facteurs, mais ayant une sortie finale exprimée par trois paramètres : le temps, le prix et la composante psychologique (souvent associée avec le confort des déplacements). L'exemple de la comparaison des différents pays, notamment de la France et de la Suisse, montre bien que le dépassement du taux de motorisation d'un pays sur l'autre (la Suisse sur la France) ne suppose pas toujours celui de l'usage (la part de marché des voitures particulières dans les villes françaises est supérieure à celle dans les villes suisses). La politique de la ville par rapport à l'usage de l'automobile dans les zones urbaines, définissant les conditions de circulation, limite donc cet usage en faveur de l'augmentation de l'utilisation des transports en commun par des habitants des villes, ainsi que par des étrangers.

Nous pouvons constater que l'usage de l'automobile est influencé aussi par le développement de l'industrie automobile et les industries liées : l'industrie des produits pétroliers, des pneus, etc. Il nous semble qu'il faut appeler ce fait plus correctement l'influence réciproque, puisque cette industrie s'appuie sur le sol abondant des désirs forts de l'homme pour la possession de sa voiture particulière, souvent en contradiction avec un besoin réel. Ce phénomène est bien confirmé par les indices économiques des corporations mondiales automobiles et pétrolières, qui occupent, depuis des années, les premières places dans une hiérarchie des grandes entreprises mondiales. Selon leurs chiffres d'affaires certaines d'entre elles dépassent même les PIB de la majorité des pays du monde (par exemple, en 1997 l'Ukraine, selon son PIB, est arrivée derrière une dizaine d'entreprises automobiles mondiales - INSEE, 1998).

En outre, le développement de l'industrie automobile est toujours stimulé par l'Etat pour des raisons économiques évidentes. En plus, l'existence du lobby ne permet jamais, dans l'immédiat, d'exercer une influence forte, de la part, par exemple des écologistes, sur le contrôle direct ou indirect de la production des automobiles dans sa quantité, ainsi concernant les paramètres qualitatifs. L'augmentation des revenus de la population et d'autres raisons couvrent toutes les tentatives du contrôle de la diminution du trafic automobile dans les zones urbaines (l'accroissement des prix pour des carburants et pour des places de parking, le péage, etc.). La solution de l'offre des transports en commun à un niveau comparable avec l'usage de l'automobile – vitesse, prix, fréquentation, etc. - (par exemple, la construction du métro) ne donne pas souvent des résultats considérables outre la nouvelle répartition des flux des usagers des transports collectifs. Il faut qu'il se passe vraiment des choses " très négatives " par rapport à l'usage des automobiles pour que le choix soit effectué en faveur des transports en commun.

### **3.3. Importance des transports collectifs urbains**

Maintenant, dans les villes des pays développés, la question du bon fonctionnement (au niveau des critères de l'offre et du financement, etc.) des services de transports collectifs ne peut être envisagée qu'avec l'usage des voitures particulières. " L'automobile et les transports collectifs entretiennent des relations complexes de concurrence mais aussi de complémentarité, par exemple : prendre sa voiture pour se rendre à la gare. " <sup>34</sup> L'augmentation constante du taux de motorisation, surtout ses rythmes accélérés dans les pays en développement – l'effet de retard, entraîne au total la diminution de la part de marché des transports en commun. La politique dominante dans un pays par rapport à l'usage des modes alternatifs de transports urbains est bien marquée par l'évolution de la part de marché des transports collectifs. Même parmi les pays développés cette évolution a des valeurs bien différentes : notamment pendant la période 1970 – 1983 la part de transports collectifs reste stable pour la France – 23 %, l'Italie – 29 %, le Danemark – 26,5

---

<sup>34</sup> MADRE J-L., "La voiture ou les transports en commun : comment se détermine le choix des usagers pour les déplacements locaux ?" Recherches. Transports. Sécurité, No 15, 1985, p. 37-45.

et 26 % respectivement, mais elle est réduite considérablement pour la Belgique – de 23,5 à 15 % et pour la R.F.A. – de 27,5 à 15,5 % (selon MADRE).

Peut-on poser la question du refus de services de transports collectifs en faveur des voitures particulières ? Evidemment, que non. La situation réelle des certaines périodes confirme souvent la nécessité du fonctionnement des transports en commun. “ *La paralysie de la circulation lors de grèves des transports urbains montre bien les inconvénients d’une substitution totale* ” (MADRE). En outre, il existera toujours une partie de population, qui, à cause des raisons différentes, n’a pas toujours ou dans certaines périodes, de l’accessibilité à l’automobile. Ces raisons n’ont presque pas changé selon les pays si on prend en considération, par exemple, le critère de l’âge ou d’autres critères sociaux, mais elles ont une influence très variée, selon les pays, si leur base est économique.

En outre, certaines situations de la vie quotidienne peuvent être interprétées d’une manière différente ; par exemple, la possibilité d’être au volant en état d’ivresse. Si, en France, les règlements de la circulation permettent d’utiliser l’automobile, comme conducteur, en état d’ivresse ce qui correspond, du point de vue d’un usager moyen, à deux verres de vin rouge, en Ukraine, par contre, même une petite gorgée de bière suppose l’impossibilité de l’usage d’une voiture comme conducteur pendant quelques heures. Ce facteur a une double influence : soit un conducteur refuse complètement la consommation de l’alcool <sup>35</sup>, soit il ne prend pas sa voiture, ce qui entraîne une certaine hausse (surtout pendant les périodes des fêtes et des jours fériés) de la part de marché des transports collectifs.

Un des plus importants facteurs de la nécessité du fonctionnement des transports collectifs urbains est la “ lutte ” contre la congestion. Il est évident, que, dans les conditions de la progression constante du taux de motorisation, ainsi que des déplacements motorisés, l’augmentation de la part de marché des voitures particulières provoque le problème d’encombrement des villes. Beaucoup de travaux scientifiques sont consacrés à ce problème, donc nous ne l’envisagerons pas spécialement ici. Une petite citation va conclure notre opinion (et l’opinion commune, selon toute probabilité) : “ *pour lutter contre la congestion du trafic, les collectivités locales doivent associer aux actions d’amélioration de l’offre, des dispositions permettant de mieux gérer la demande des déplacements. De tels objectifs requièrent la participation de tous les usagers, faute de quoi des mesures de limitation de la circulation deviendraient rapidement inéluctables.* ” <sup>36</sup>

Du point de vue écologique l’importance du développement des transports collectifs urbains n’est pas discutable. Car le problème de la congestion, les problèmes écologiques des villes (y compris l’influence négative de bruit, la défense du centre historique de certaines villes, etc.) sont bien présentés dans les ouvrages scientifiques. Ici nous ne voudrions que prendre en considération une nuance, selon nous très importante, exprimant la différence entre la compréhension et les actions par rapport à un problème

<sup>35</sup> Il faut noter que l’ivresse au volant est la plus punie de toutes les violations des règlements de la circulation, soit par une amende, soit par la privation de permis de conduire pour une durée de six mois (pour la première infraction).

<sup>36</sup> COHEN S., "Ingénierie du trafic routier. Eléments de théorie du trafic et application", PENPC, 1990, 250 p.

posé, reflétant probablement la position de la majorité de la population. Il s'agit du conflit éternel des intérêts communs et personnels au niveau d'un individu. Notamment une bonne compréhension des problèmes écologiques des villes, entraînés par l'usage excessif des voitures particulières, n'est pas niée par la plupart des habitants, mais à un "niveau global". En ce qui concerne personnellement la position de quelqu'un, cette personne se comporte peu probable conformément à ce point de vue général. Donc, la résolution de ce problème – du conflit entre le commun et l'individuel – suppose, dans ce contexte-là, une certaine portion de la volonté, combinée avec la sagesse et le courage, au niveau de la politique des pouvoirs de ville concernant les directions déclarées et, évidemment, les mesures accomplies par rapport au développement prioritaire de bonne alternative des transports collectifs en détriment de l'usage quotidien urbain des voitures particulières.

Les pays en développement (y compris l'Ukraine) n'ont pas encore atteint une phase comparable avec les problèmes posés par l'usage des automobiles en milieu urbain dans les pays développés. La question la plus prioritaire ici, est le fonctionnement satisfaisant des transports en commun pour assurer les déplacements de la majorité de la population des villes. La recherche des sources du financement des besoins des transports collectifs publics plutôt que l'attraction des passagers, dominant dans ces pays. En Ukraine, malgré le fait que les flux des passagers des transports en commun dans les villes sont considérables, ainsi que les tarifs ont progressé de 5 fois plus du taux moyen d'inflation (pendant la période 1991 – 1999), les budgets des villes manquent des moyens pour couvrir les pertes des sociétés publiques des transports urbains. Les recettes sont minimisées par la diminution (la gratuité et les fraudes) des usagers payant leur déplacement. De plus, il existe une situation propice aux fraudes puisqu'il est très difficile de contrôler une appartenance d'un passager à la catégorie quelconque donnant le droit de se déplacer gratuitement, même pour le receveur.

En conclusion, la priorité des transports en commun est justifiée par (avec une estimation selon P. MERLIN<sup>37</sup>) :

- l'accessibilité qu'ils sont seuls à ouvrir à tous les habitants (deux tiers au moins de ceux-ci ne disposent pas en permanence d'une automobile) ;
- le moindre coût d'investissement par rapport à la capacité offerte (surtout en heure de pointe) ;
- une consommation trois ou quatre fois plus faible d'énergie ;
- des nuisances (bruit, pollution de l'aire), au moins dix fois plus faibles ;
- une sécurité au moins dix fois plus élevée ;
- une consommation d'espace environ dix fois plus faible.

---

<sup>37</sup> MERLIN P., "Les transports urbains", Paris, Presses Universitaire de France, 1992, 128 p.



### 3.4. Politique de la ville par rapport aux déplacements urbains

***“ Les autorités locales disposent d’un pouvoir de réglementation important, à travers le pouvoir de police, leur permettant de gérer la circulation sur la voirie locale. Or, on sait que les transports en commun de surface souffrent de la congestion et des aléas de la circulation en général, qui leur imposent une vitesse commerciale obérant leur exploitation. Il y a donc des gains potentiels de productivité externe à réaliser en garantissant aux autobus, en particulier, un déclenchement prioritaire des feux tricolores et, surtout, des voies réservées. Les lignes en site propre sont en effet beaucoup plus productives et offrent un meilleur service à l’usager qui les emprunte donc plus volontiers. Cela peut avoir un effet “ boucle de neige ”, améliorant grandement les conditions de circulation pour tous les usagers de la voirie et donc la qualité de la vie dans les agglomérations (moins de pollution, moins de bruit, moins d’espace utilisé pour déplacer la même quantité de voyageurs). ”*<sup>38</sup> *“ Bien entendu, cette politique de nouvelle répartition de la voirie qui est dans la main des élus locaux doit être à la fois incitative et dissuasive. Elle doit donc comprendre un contrôle de la circulation de transit, qui doit être déviée, voire découragée. La politique de stationnement doit en outre être cohérente avec la politique de déplacements (parcs relais, modulation des tarifs de stationnement en centre-ville, possibilité d’une taxation du stationnement professionnel,...). Le tout doit être complété par une politique d’urbanisme visant à la maîtrise de l’étalement urbain, tâche difficile compte tenu du manque d’outils réglementaires appropriés. Cela passe notamment par la revitalisation des centres-villes. ”*<sup>39</sup>**

La question du choix des mesures à prendre au niveau des pouvoirs publics pour stimuler la population en milieu urbain à l’utilisation des transports en commun (ainsi qu’à la marche à pied et à l’usage des deux roues) est une question de discussion, puisque la définition de la direction de la politique n’est pas facile pour satisfaire en même temps les besoins individuels et collectifs. Surtout actuellement, puisque le pouvoir de la ville dispose toujours d’un budget limité pour l’investissement dans les transports en commun et dans la voirie. En outre, “ ... se pose toujours le problème du coût du fonctionnement du capital accumulé qui, pour être couvert par les recettes, suppose des mesures complémentaires dissuadant l’usage de l’automobile. A défaut, la courbe d’évolution des subventions de fonctionnement ne peut être qu’explosive. ... considérées globalement, les subventions n’ont pas permis d’agir efficacement sur la demande mais ont plus favorisé des diminutions de tarifs et... des baisses de productivité. ”<sup>40</sup> On peut voir qu’en dépit de

<sup>38</sup> *“Les transports et l’environnement. Vers un nouvel équilibre”, Dirigé par Bonnafous A., 1999.*

<sup>39</sup> *BONNAFOUS A., op. cit.*

<sup>40</sup> Bonnafous A., Puel H., *“Physionomie de la ville”, Paris, Les Editions Ouvrières, 1983, 165 p.*

“ l’explosion ” des investissements dans le domaine de l’offre des transports en commun, (y compris les caractéristiques qualitatives) les mesures n’étaient pas tellement efficaces comme on voudrait.

Cette question est bien discutée au niveau des prises de décisions par les pouvoirs publics, ainsi que dans les éditions spécialisées et dans le média. “ *Sur le strict terrain des déplacements, il faut convenir qu’une bonne part des mesures exposées dans les PDU (plans de déplacements urbains) - à quelques spectaculaires exceptions près-relèvent de ce qui l’on pourrait appeler l’accastillage : indispensable à l’efficacité des moyens mis en œuvre pour entraîner la mécanique du report modal, - toute une série de petites mesures cohérentes entre elles, convergentes et acceptables ne peuvent prétendre à l’efficacité de l’effet de levier que si, précisément, leur coordination est sans faille. Si l’on ne retenait que cela des PDU, leur bilan ne serait pas mince, même s’il faut garder présent à l’esprit que l’estimation des effets tangibles de ces mesures demeure la source de nombreuses interrogations. La finalité des PDU de seconde génération consiste à déplacer une part suffisante des déplacements automobiles vers d’autres modes de transport, pour faire baisser le trafic routier et inverser une tendance lourde confirmée par les toutes dernières enquêtes-ménages. Pour se mettre en route vers ce futur désigné par la loi, il n’y a pas d’autre voie que celle qui consiste à neutraliser la surattractivité relative de la voiture particulière par rapport aux modes alternatifs, en ne portant atteinte, comme on l’a dit, ni à l’efficacité économique, ni à une aisance de mouvement acquise grâce à la voiture particulière, et dont la réversibilité est socialement inimaginable.* ” <sup>41</sup> On peut voir que l’offre des transports en commun ainsi que d’autres modes de déplacements alternatifs à l’usage de l’automobile, pour l’instant, ne peuvent pas faire une bonne concurrence à la tendance de l’augmentation de l’usage de celle-ci (dans le cas général).

**“ Si l’on traduisait cet objectif de report modal par une politique destinée à en finir avec la “ voiture facile ”, on manquerait le principal : toute restriction dans l’usage de la voiture doit évidemment être plus que compensée par les modes alternatifs. En conséquence, on voit mal comment on pourrait réussir une politique de report modal sans offrir une alternative à la bonne hauteur, c’est-à-dire lourde. Prenons garde à l’insuffisance de compensation, qui dégraderait certes les conditions d’usage de la voiture, mais dégraderait aussi les conditions de développement urbain. Sans oublier que si les conditions qui seront faites à l’urbanisation périphérique - souvent en dehors des périmètres de transports urbains - reste celles d’aujourd’hui, il n’y aura rien à attendre, car le permis de construire demeurera le stimulateur le plus actif de l’usage du permis de conduire, et la balance des modes continuera de pencher du côté de la voiture. ”** <sup>42</sup>

Si on regarde de plus près le problème du choix des mesures possibles, A. Bonnafous désigne trois types de solutions. “ *Le premier consiste à modifier les termes de la compétition pour l’usage de la voirie entre les deux modes concurrents. Cela peut être*

---

<sup>41</sup> Beaucire F., “Comment réussir le report modal sans offrir une alternative à la bonne hauteur, c’est-à-dire lourde ?” Transports Urbains, No 100, juillet-septembre 1998, p. 1.

<sup>42</sup> Beaucire F., *op. cit.*

*obtenu par certaines mesures réglementaires : la création de voies réservées au seul usage des autobus, qui accroît leur vitesse commerciale, réduit du même coup l'espace viaire disponible pour les voitures et en ralentit ainsi la vitesse d'écoulement ; l'interdiction de l'automobile dans des zones centrales où les rues sont alors, pour partie, laissées aux transports collectifs et, pour partie, réservée aux piétons ; ou encore l'abaissement de la vitesse réglementaire à 30 km/h par exemple, d'où la dénomination internationale encore peu utilisée en France de " zones 30 ".*

Le deuxième type de mesures vise à *provoquer un transfert de la voiture particulière vers les transports collectifs par le jeu des prix relatifs*. Cette hypothèse est pertinente lorsque l'usage de la voirie par l'automobiliste a les apparences de la gratuité, c'est-à-dire lorsqu'il paie les seuls coûts de fonctionnement du véhicule. Dès lors qu'il doit acquitter un tarif pour son stationnement ou l'usage d'une infrastructure, un arbitrage prix-temps lui est imposé. " Mais " *aussi favorable qu'il soit pour la collectivité, le processus n'est pas parétien. Cela explique pourquoi les responsables politiques ont depuis longtemps privilégié une troisième voie qui a toutes les apparences du processus parétien et qui consiste à maintenir le libre usage de la voirie en la redoublant sous le sol : il s'agit de la solution bien connue du métro.* " Et les explications : " *Aucune catégorie d'usagers ne voit, alors, sa situation se dégrader : ceux qui passent de la voiture au métro le font parce qu'ils y trouvent leur compte, les anciens usagers des transports collectifs disposent d'un système plus performant et ceux qui continuent à utiliser leur voiture bénéficient du soulagement de trafic lié au transfert modal.* " <sup>43</sup> Peut-être, partiellement, à cause de l'ambiguïté de la politique publique on peut observer actuellement dans les pays développés la crise de l'encombrement de la voirie des zones urbaines ainsi que celle du financement des transports collectifs. Probablement ou même évidemment, que ce système n'a pas de bonne capacité d'autorégulation.

La politique du pouvoir de la ville, sa stratégie par rapport au marché des déplacements urbains sont exprimées par des mesures concrètes, visées à atteindre les certains objectifs. La politique peut être très différente selon les villes et surtout selon les pays. Dans le travail de P. BONNEL et al. <sup>44</sup> les auteurs désignent les types suivants de la politique (dans les villes étudiées) :

***" FRANCE : Offrir à l'usager le libre choix du mode de transport (Grenoble, Lyon, Montpellier) ; GRANDE BRETAGNE : Déréglementation des transports urbains (Cardiff, Liverpool) ; ITALIE : Interdiction d'accès en voiture au centre-ville (Bologne, Milan) ; NORVEGE : Péage urbain (Oslo) ; SUISSE : Maîtrise de la voiture et promotion des transports collectifs (Berne, Zurich) ".***

Et pour les objectifs des politiques, dans le même travail, on indique : " *Toutes les agglomérations entendent lutter contre la congestion, la pollution, améliorer le cadre de vie, .... Ainsi, elles veulent conserver une ville où l'on puisse assurer les principales fonctions urbaines et où il fasse " bon vivre ". Toutes veulent également promouvoir et développer les transports en commun. Mais des différences apparaissent entre l'importance effective que les responsables accordent à ces objectifs. Ainsi, la manière de*

<sup>43</sup> Bonnafous A., "Le système des transports urbains", Economie et Statistique, N° 294-295, 1996-4/5, -p. 99-108.

<sup>44</sup> Bonnel P. et al. "Politique de déplacements urbains en Europe. Analyse comparative", Lyon, LET, 1994, 49 p.

*répondre à ces objectifs généraux ou plus exactement à ces défis différents de manière très importante entre les agglomérations :*

- Norvège et la France : développer l'offre de transport individuel et collectif. Les deux pays ont une politique non restrictive vis-à-vis de la voiture, même si elles cherchent à maintenir une certaine fluidité du trafic grâce à des investissements de voirie, tout particulièrement pour dévier hors de la ville centre le trafic de transit. Aucune interdiction ou dissuasion forte n'est envisagée. ... Oslo s'est donnée les moyens financiers de cette politique, par l'introduction du péage urbain ;
- Italie : protéger les centre-villes historiques. L'Italie a adopté une politique d'interdiction vis-à-vis de la voiture dans les centre-villes. ... Cette mesure est complétée par la circulation alternée sur l'ensemble de l'agglomération qui est en vigueur aux périodes de risques accrus de pollution. C'est-à-dire que seuls les véhicules ayant une plaque minéralogique possédant un nombre pair peuvent circuler les jours pairs et inversement les jours impairs. Cette politique est complétée par une offre abondante de transport collectif à des prix très attractifs. Les élus souhaitent ainsi préserver les patrimoines historiques des centre-villes et réduire la pollution atmosphérique ;
- Barcelone se trouve dans une situation intermédiaire entre les deux premiers groupes cités. Elle associe des interdictions d'usage de la voiture, certaines périodes de l'année, avec des mesures visant à promouvoir les transports collectifs ;
- Suisse : maîtriser les déplacements urbains pour réduire la pollution et préserver ou améliorer le cadre de vie. ... Elles (deux villes) adoptent une politique très restrictive à l'encontre de la voiture particulière mais sans aucune interdiction de circuler. ... Les mesures visant à dissuader l'usage de la voirie portent sur le contrôle du stationnement public et privé, sur la diminution des capacités de voirie, la répartition de la voirie entre les modes de transport, la protection des zones résidentielles et la déviation des trafics de transit ;
- Grande Bretagne : améliorer l'efficacité du système de transport par la déréglementation. ... Certes, comme les autres pays, elle affiche une volonté de développer l'usage des transports collectifs et de réduire les nuisances occasionnées par l'usage de l'automobile. Mais pour cela elle s'en remet assez largement aux lois du marché, alors que tous les autres pays interviennent lourdement à tous les niveaux de ces marchés. ”

### 3.5. Coûts

On désigne les coûts suivants pour les usagers d'une voiture particulière.

Coûts supportés par les usagers de la route :

- les coûts d'amortissement du véhicule (achat) ;

- les coûts d'exploitation du véhicule (carburant, réparations, assurances, stationnement payant, péages et autres taxes) ;
- le temps de déplacement ;
- les coûts des retards (par rapport au temps ou à l'heure d'arrivée désirée) ;
- les accidents, le stress.

D'autres coûts sont partiellement supportés par les utilisateurs :

- les coûts des accidents non couverts par les assurances (coûts administratifs) ;
- l'offre de stationnement gratuit sur le domaine public ;
- la fourniture de services par les collectivités locales (police, information, assistance) ;
- les externalités environnementales (pollution, bruit).

Nous ajoutons aussi les coûts qui ne sont pas liés directement à ceux d'un usager d'une voiture particulière. Ce sont les coûts du gestionnaire de l'infrastructure (administration ou sociétés d'autoroutes) :

- le coût en capital de fourniture de l'infrastructure ;
- les coûts de réparation (réfection des voiries) à travers l'usure infligée par les véhicules et notamment les véhicules lourds mais cela dépend aussi grandement de la qualité elle-même de la couverture de la chaussée ;
- le coût d'exploitation (maintenance, assistance, fonctionnement des barrières de péages).

Par rapport aux coûts supportés par les usagers des voitures particulières on désigne ceux-ci supportés par les usagers des transports publics :

- le prix du ticket ;
- le temps de déplacement ;
- les coûts des retards (par rapport au temps ou à l'heure d'arrivée désirée) ;
- les coûts d'inconfort ou d'insécurité éventuels.

Et comme plus haut nous ajoutons aussi les coûts qui ne sont pas liés directement à ceux d'un déplacement d'un usager des transports collectifs, c'est à dire les coûts du gestionnaire de l'infrastructure (autorité organisatrice ou exploitant des transports en communs) :

- le coût en capital de fourniture de l'infrastructure, du matériel roulant et des équipements annexes (stations, arrêts de bus etc.) ;
- les coûts de réparation (réfection des voies) ;
- le coût d'exploitation (salaires des employés, maintenance) ;
- les coûts de congestion.

Coûts des modes de déplacements non motorisés (ici ce sont le vélo et la marche à pied) :

- les coûts d'amortissement (achat d'un vélo ou des chaussures) ;
- le temps de déplacement ;
- la fatigue physique d'une personne (bien qu'elle existe plus ou moins sensible dans tous les modes de déplacements).

Il nous semble indispensable pour le déroulement de la recherche de faire une tentative de la classification hiérarchique des coûts désignés. Si classer les coûts des déplacements (nous n'envisageons que le cas des déplacements urbains) pour un individu dans une hiérarchie selon l'évidence de la possibilité de les mesurer en terme financier ou monétaire (on peut dire de la rationalité à l'irrationalité), on obtient une hiérarchie suivante :

- les coûts mesurés automatiquement en terme monétaire. *L'usage d'une voiture particulière* : les coûts d'amortissement du véhicule (achat), les coûts d'exploitation du véhicule (carburant, réparations, assurances, stationnement payant, péages et autres taxes. *L'usage des transports en commun* : le prix du ticket. *Les déplacements non motorisés* : les coûts d'amortissement (achat d'un vélo ou des chaussures). Les enquêtes menées sur les coûts monétaires de la possession et de l'utilisation d'une automobile, ainsi que de l'utilisation des transports collectifs (on omet ici les déplacements non motorisés puisque les coûts réels pour ces modes de déplacements sont relativement négligeables et en plus la politique actuelle de la ville, du notre point de vue, doit être favorable par rapport à l'utilisation du vélo ou de la marche à pied, c'est-à-dire ces modes sont " en alliance " avec les transports collectifs) ramenés au budget d'un ménage ou au salaire moyen montrent que ces premiers sont bien supérieurs dans le cas où les usagers choisissent soit une voiture particulière, soit des transports en commun dans les mêmes conditions de départ. Le calcul très simplifié montre la proportion entre les dépenses des usagers pour l'achat et l'utilisation d'une voiture particulière et les dépenses de l'utilisation des transports en commun.

**Tableau 3.1 : Dépenses des usagers des voitures particulières et des motos en 1992 (Source : RAUX C. DESS Transports Urbains et Régionaux de Personnes 1998-1999)**

	Milliards de francs	%
Achat de véhicules Carburant	148 33 16 11 148 9 71 436	23,95 5,34 2,59
Assurance Péages autoroute		1,78 23,95 1,45
Réparation Flux divers Dépenses salariales Total hors taxes		11,49 70,55
Taxe sur assurance Taxe sur carburant Dont TVA Fiscalité Spécifique TVA Dont sur achats Total taxes	16 91 19 13 62 29 182	2,59 14,73 3,07 2,10 10,03 4,69 29,45
Total TTC	618	100

A la base de ce tableau nous proposerons un petit "modèle" très simplifié et arrondi (avec l'omission de beaucoup d'autres facteurs) des dépenses annuelles des usagers de l'automobile ( D ) avec une variable - le prix d'achat d'une voiture ( P ) :

$$D = (P * 100 \%) / 23,95.$$

Nous ajouterons encore une simplification - l'hypothèse qu'une personne (un ménage) achète une voiture particulière une fois tous les 10 ans. La formule prend une forme (les dépenses pour 10 ans) :

$$D = 10 * (P * 100 \%) / 23,95 \%$$

Soit, par exemple, le prix d'achat d'une voiture 50 000 francs soit 5000 francs distribués par an. Les dépenses pour 10 ans d'achat et d'utilisation de cette voiture seront :

$$D = 10 * (5000 * 100 \%) / 23,95 \% = 208\,768 \text{ francs.}$$

Bien sûr, qu'il ne faut pas interpréter sérieusement ce chiffre, nous n'avons fait ce calcul que pour comparer le niveau des dépenses des déplacements par l'automobile dans la ville avec ce niveau pour les transports en commun. Les dépenses pour les transports collectifs sur la période de 10 ans pour une personne seront (pour Lyon) :

$$282 \text{ francs} * 12 * 10 = 33\,840 \text{ francs,}$$

où 282 francs est le prix de base d'un abonnement mensuel pour se déplacer par les transports collectifs (le bus et le métro) pour une personne en 1999. Et même si l'on fait ce calcul, par exemple, pour trois personnes d'un ménage (dans le cas si une voiture est bien utile simultanément pour tous les membres d'un ménage), les dépenses augmentent jusqu'à :

$$33840 * 3 = 101\,520 \text{ francs.}$$

Il est évident que, même avec une grosse simplification, le niveau des dépenses des usagers d'une voiture particulière est bien supérieur (plus de deux fois pour un ménage et plus de six fois pour une personne) aux dépenses des transports en commun. Il est clair que même dans le cas extrême comme celui-ci, la rationalité comme le rôle-moteur du choix entre les modes de déplacements ne peut être utilisée qu'avec beaucoup de prudence ;

- le coût du temps. Il est relativement difficile de l'estimer pour différents cas possibles

de la situation individuelle. Mais il semble que la comparaison du temps généralisé pour le même déplacement par différents modes de transports permet de faire une évaluation comparative de la valeur du temps. On sait que le temps généralisé est la somme du temps effectif de déplacement y compris le temps passé à travailler pour obtenir les ressources nécessaires à l'accès au moyen de transport (qui variera selon le niveau de rémunération). Ici nous allons faire une simplification qu'implique la notion de temps généralisé qui n'est qu'un temps écoulé. Il est évident que le temps de déplacement est fonction de la vitesse, et il est clair que, potentiellement, l'automobile est plus rapide par rapport aux transports en commun, mais les conditions actuelles (surtout les problèmes de l'encombrement et du stationnement) ont égalisé la vitesse généralisée. Bien souvent, les usagers des transports collectifs gagnent du temps de déplacement par rapport au déplacement en voiture particulière. " ... ces résultats jettent un soupçon sur la rationalité individuelle du consommateur. Mais surtout ils invalident la rationalité sociale du système de transport. La satisfaction des besoins de transport dans les villes demeure une opération à laquelle répond fort mal la rationalité du marché, ... à laquelle des procédures d'expression des habitants sur leurs propres besoins - dont certaines ont été expérimentées et dont beaucoup sont encore à trouver - pourraient répondre. " <sup>45</sup> Il nous semble qu'ici il faut combiner la valeur du temps de déplacement avec les coûts des retards (par rapport au temps ou à l'heure d'arrivée désirée) comme la dérivée du temps des déplacements, mais qui, dans certains cas, peuvent être beaucoup plus importants que la valeur du temps ;

- les coûts éventuels ou occasionnels (les amendes infligées sur les places interdites de stationnements ou sur la route par la police, des accidents et des forces majeures possibles). Dans ce cas, des usagers des transports en commun sont plus privilégiés puisqu'il n'existe pas pour eux des problèmes avec une amende concernant la violation du code de route, des problèmes pendant des accidents car ils ne sont pas des propriétaires des voitures (sauf, bien sûr, des accidents graves avec la nécessité d'un soin médical, mais il est évident que dans ce cas la proportion n'est pas en faveur de l'usage de l'automobile) ;
- les coûts irrationnels. En premier lieu c'est le rapport individuel d'une personne à un moment donné vers les différents modes de déplacements. Plus évident cela peut être exprimé comme une opinion propre par rapport, par exemple, à l'usage des transports en commun (les coûts d'inconfort ou d'insécurité éventuels dans le transport collectif, mais en revanche le stress et la fatigue dans une voiture particulière). " Il faut aller plus en détail pour analyser les raisons qu'ont les uns et les autres à utiliser ou non les transports en commun et au-delà des pratiques, approcher des réactions. ... il semble bien qu'une partie de la population cherche à arbitrer entre les avantages et les inconvénients des différents modes de transport. ... Et puis il y a les réactions plus affectives, ou plus idéologiques, où l'on retrouve des images fortes des transports en commun, souvent négatives ; elles tournent autour de deux thèmes semble-t-il - la promiscuité insupportable, et le sentiment d'indépendance " <sup>46</sup> Et la somme de ces opinions est plus favorable pour le déplacement en voiture particulière.

<sup>45</sup> Bonnafant, A., coûts irrationnels de l'usage de la voiture. Les externalités, environnementales (pollution, sécurité, etc.) et sociales (congestion, bruit, etc.).



bruit) qui sont très importantes en ce qui concerne l'opinion publique mais, malheureusement, ces externalités n'exercent encore pratiquement aucune influence sur la majorité de la population lorsqu'il s'agit du choix concret d'un mode de déplacement.

Après l'analyse de la hiérarchie des coûts nous ferons un résumé général : les trois premières positions sont plutôt préférables pour l'utilisation des transports en commun par rapport à une automobile. Mais la dernière position est tellement défavorable à l'usage des transports collectifs qu'elle a, pour la raison de sa puissance irrationnelle actuelle, un poids, souvent plus important que la somme des poids des trois premières positions.

Le principal est que les attitudes des usagers des automobiles ne sont pas seulement - et peut-être pas principalement - liées à une rationalité, à une évaluation des coûts, à une identification forte à celle-ci.

### 3.6. Voiture particulière – transports collectifs en milieu urbain : particularités

Il est évident qu'il existe des différents cas en ce qui concerne le processus de choix entre les variantes possibles pour effectuer un déplacement d'un point à l'autre. Nous pouvons distinguer et envisager les cas suivants :

1. Le choix d'un mode de transport s'il y a un besoin de se déplacer à une distance relativement grande. Il s'agit des déplacements intraurbains (par exemple, Lyon – Paris) où on peut trouver la possibilité de choisir entre les modes suivants : train, bus, avion, voiture, transport maritime, etc. Nous appellerons ce cas “ grande distance ”.
2. Le cas du choix d'un itinéraire (plus court mais plus coûteux, soit plus long mais moins coûteux) pour se déplacer d'un point à l'autre en utilisant le même mode de transport. Nous appellerons ce cas “ différents itinéraires ”.
3. Le choix des différents modes de transports collectifs sur le même itinéraire (par exemple, bus – tramway : le bus coûte plus mais il est plus rapide par rapport au tramway). Nous appellerons ce cas “ même itinéraire ”.
4. Le cas du choix entre les différentes places dans le même moyen de transport et du même itinéraire (les billets de la première et de la deuxième classe d'un train ou ceux de la business et de l'économe classe d'un avion). Nous appellerons ce cas “ différentes places ”.
5. Le choix entre la voiture particulière et le transport collectif pour les déplacements urbains. Nous appellerons ce cas “ VP – TC ”.

---

<sup>46</sup> Tauveron A., "Pratiques et imaginaires des urbains face à la gestion du stationnement. L'exemple de Genève et de Saint-Etienne", Grenoble, Université des sciences sociales, 1989, 181 p.

Ensuite nous reprenons le modèle classique du choix modal, celui où l'individu effectue son choix selon deux facteurs : le prix et le temps d'un déplacement. Il suffit d'une petite analyse des cas mentionnés ci-dessus pour se persuader que, avec seuls les facteurs temps et prix, il est impossible d'expliquer le comportement d'un individu dans certains cas. Donc, il existe une troisième composante, plus ou moins bien exprimée selon les différents cas. Le contenu de cette composante peut varier, mais, selon l'auteur, il faut toujours chercher les explications dans le sens humain, bien que l'influence de cette troisième composante puisse être fonction de la situation financière de l'individu, par exemple, d'un certain niveau des revenus.

Si on range tous ces cas dans une hiérarchie selon la valeur croissant de la troisième composante, on obtient une hiérarchie suivante :

- “ différents itinéraires ” ;
- “ même itinéraire ” ;
- “ grande distance ” ;
- “ différentes places ” ;
- “ VP – TC ”.

Quelle valeur prend la troisième composante dans ces cas ? Une petite réflexion sera suffisante pour remarquer que dans le cas “ différents itinéraires ” cette composante est égale à 0 (zéro), donc, ici le choix est effectué complètement selon l'influence des facteurs prix et temps d'un déplacement.

Ce cas est typique quand un individu peut choisir deux (ou plus) variantes d'itinéraires pour se déplacer en sa voiture d'un point à l'autre, par exemple, en utilisant un chemin à péage (un tunnel) qui est plus court mais plus coûteux, soit celui d'alentour, plus long mais moins coûteux. On peut rencontrer ce cas dans les villes, ainsi que hors des villes.

Si on reprend la théorie du choix entre les différents modes de déplacement où il est présenté comme fonction d'utilité, on obtient :

$$U_V = h_V + \#C_V + \#T_V \quad U_{TC} = h_{TC} + \#C_{TC} + \#T_{TC},$$

où C est le coût et T est le temps d'un déplacement.

Ici le cas “ différents itinéraires ” sera représenté comme :

$$U_i = \#C_i + \#T_i,$$

où i est une variante des variantes possibles.

Le cas “ même itinéraire ” peut être associé, en principe, avec celui de “ grande distance ” si on exclut de ce cas les déplacements en voiture particulière. Le cas “ même itinéraire ” est devenu très répandu pour les déplacements urbains dans les villes de l'Ukraine, où, après la privatisation des sociétés de bus, les lignes desservant par le transport public (métro, tramway et trolleybus) sont en concurrence avec celles desservant par les bus. Et si le métro gagne la vitesse par rapport au bus, ce dernier gagne la vitesse par rapport aux tramways et trolleybus. Les prix pour le bus sont différents selon les lignes, mais, dans la plupart des cas ils sont supérieurs aux prix des

transports électriques urbains. Les conditions de déplacements en bus, soit en transport électrique sont relativement identiques (le nombre de places à disposition, le remplissage, etc.), donc ici la troisième composante peut être omise en vue de sa valeur presque négligeable, et ce cas on peut représenter comme :

$$U_j = \#C_j + \#T_j,$$

où j est un mode de transport parmi les transports collectifs.

Les deux cas envisagés (“ différents itinéraires ” et “ même itinéraire ”), où on peut omettre la troisième composante, sont bien représentables par le modèle classique de la répartition modale “ prix – temps ”.

Le cas “ grande distance ” est devenu le cas classique grâce à un exemple du choix “ train – avion ”. Mais, il est évident qu’ici, par le modèle “ prix – temps ”, nous ne pouvons pas expliquer toutes les variantes possibles. Souvent, comme des simplifications, on omet, dans ce cas, d’autres variantes de déplacements. C’est bien logique si nous prenons le cas où nous ne disposons pas d’autres variantes, par exemple, le voyage Paris – New-York en utilisant soit un avion, soit un navire (si l’individu ne dispose pas de son avion ou d’un transport maritime personnel) ou les cas où l’usage d’une voiture particulière semble complètement illogique, même bizarre (voyage Paris – Pékin, etc.). Mais comment expliquer le cas réel, quand un individu ayant besoin de se déplacer à une distance de près de 900 km prend le train (puisque’il se sent mieux en voyageant en train qu’en voiture), mais parallèlement il fait venir sa voiture au point de destination ainsi que la fait revenir en utilisant le service d’un conducteur embauché pour cela. Cette personne ne passe pas plus que deux jours au lieu de destination en se déplaçant en sa voiture et il revient aussi par le train. Donc, il ne gagne pas le temps, il dépense une grosse somme d’argent, mais il ne se sépare pas de sa voiture.

La présence d’une composante mentale ici est évidente, mais sa valeur ne prend pas encore les dimensions relativement importantes, puisque les cas illogiques sont quand même rares. Outre cela, cette valeur dépend bien de la distance à parcourir et, quand cette distance devient comparable avec la fatigue physique ou bien, l’individu ne prête pas d’attention à la distance (celle-ci est relativement négligeable ou à cause d’autres raisons) ce cas peut être assimilé à celui de “ VP – TC ”.

La fonction d’utilité prend la forme :

$$U_j = h_j + \#C_j + \#T_j,$$

où j représente un mode de transport, et h est une composante mentale, dont la valeur est fonction de la distance.

Le cas “ différentes places ” se rencontre souvent pour les déplacements à grande distance ainsi que pour les déplacements urbains. Ce qui est commun dans tous ces cas c’est l’usage d’un même moyen de transport. Cela peut être, comme nous l’avons déjà mentionné, des places de première et de deuxième classe d’un train ou des place de business et d’économe classe d’un avion ainsi que des places avec les prix différents du métro ou du bus dans certaines villes. Ici donc, la nature du choix semble identique. Puisqu’un individu en payant plus pour un déplacement dans le moyen de transport par lequel il est possible de se déplacer moins cher, ne gagne pas de temps, on peut constater que dans ce cas la fonction d’utilité prend la forme :

$$U_i = h_i + \#C_i,$$

où  $i$  représente un  $i$ -ème individu ;  $h$  est, dans ce cas, une troisième (ici deuxième) composante – le confort d'un déplacement – qui est, évidemment, fonction du niveau des revenus d'un individu.

Et enfin, le cas “ VP – TC ” dans lequel la présence de la troisième composante est plus qu'évidente. La nature de cette composante est, parfois, identique à celle du cas précédent, mais dans la majorité il apparaît ici une sorte d'expression des relations spécifiques entre l'homme et sa voiture. Il est vraiment drôle, pendant la période du verglas, qui peut durer quelques jours, à Kharkov (comme probablement partout), de voir les voitures dans les rues qui bougent souvent plus lentement qu'un piéton. La fonction d'utilité dans ce cas sera représentée comme :

$$U_j = h_j + \#C_j + \#T_j,$$

où  $j$  représente un mode de transport, et  $h$  est une composante mentale, dont la valeur est fonction de la nature des relations spécifiques entre l'homme et sa voiture.

Dans ce cas, souvent il est vraiment difficile d'évaluer (de chiffrer) l'influence de la troisième composante, proportionnelle à  $h$  qui, dans le modèle “ prix – temps ”, est combinée , dans la formalisation mathématique, avec la valeur du temps. “ *There is also the common practical problem that it is difficult to separate the influence of comfort and convenience factors from travel time saving* ”. <sup>47</sup> Chez Patrick JEANJEAN nous voyons que “ *le chiffre obtenu reflète, en fait, à la fois la valeur du temps proprement dit et l'appréciation de certains éléments qualitatifs plus subjectifs, comme le confort d'un mode de transport...* ” <sup>48</sup> . Mais la nature de ces valeurs peut être très différente. Si la valeur du temps est définie comme une fonction des revenus,  $h$  peut être dépendant des divers facteurs, dont le plus important est, probablement, les relations spécifiques entre l'homme et sa voiture.

Depuis plus de trente ans de nombreux travaux sont consacrés aux problèmes d'estimation de la valeur du temps. Le tableau suivant, cité en anglais de Kenneth J. Button (1993), donne la vue générale, selon les différents pays, de l'évaluation de la valeur du temps :

Tableau 3.2 : Différentes estimations de la valeur du temps

<sup>47</sup> Kenneth J. Button., "Transport Economics", Cambridge, 1993, 269 p.

<sup>48</sup> JEANJEAN P., "Le calcul économique", Paris, Presses Universitaires de France, 1975, 128 p.

Study	Country	Value of time as % of wage rate	Trip purpose	Mode
Beesley (1965)	UK	33-50	Commuting	Auto
Quarmby (1967)	UK	20-35	Commuting	Auto, Transit
Stopher (1968)	UK	21-32	Commuting	Auto, Transit
Oort (1969)	USA	33	Commuting	Auto
Thomas & Thompson (1970)	USA	86	Interurban	Auto
Lee & Dalvi (1971)	UK	30 40	Commuting Commuting	Bus Auto
Wabe (1971)	UK	43	Commuting	Auto, Subway
Talvitte (1972)	USA	12-14	Commuting	Auto, Transit
Hensher & Hotchkiss (1974)	Australia	2.70	Commuting	Hydrofoil, Ferry
Kraft & Kraft (1974)	USA	38	Interurban	Bus
McDonald (1975)	USA	45-78	Commuting	Auto, Transit
Ghosh et al. (1975)	UK	73	Interurban	Auto
Guttman (1975)	USA	63 145	Leisure Commuting	Auto Auto
Hensher (1977)	Australia	39 35	Commuting Leisure	Auto Auto
Nelson (1977)	USA	33	Commuting	Auto
Hauer & Greenough (1982)	Canada	67-101	Commuting	Subway
Edmonds (1983)	Japan	42-49	Commuting	Auto, Bus, Rail
Deacon & Sonstelie (1985)	USA	52-254	Leisure	Auto
Hensher & Truong (1985)	Australia	105	Commuting	Auto, Transit
Guttman & Menashe (1986)	Israel	59	Commuting	Auto, Bus
Fowkes (1986)	UK	27-59	Commuting	Rail, Cooch
Hau (1986)	USA	46	Commuting	Auto, Bus
Chui & McFarland (1987)	USA	82	Interurban	Auto
Mohring et al. (1987)	Singapore	60-129	Commuting	Bus
Cole Sherman (1990)	Canada	93-170 116-165	Commuting Leisure	Auto Auto

L'analyse de ce tableau montre qu'il n'y a pas d'homogénéité dans l'estimation de la valeur du temps. Même si nous prenons les situations avec des paramètres identiques, la différence entre les estimations de la valeur du temps est plus que visible. Notamment dans les ouvrages de Oort (1969) et Guttman (1975) effectués aux Etats Unis et consacrés à l'estimation de la valeur du temps pour des déplacements " commuting ", pour l'usage de l'automobile cette valeur s'élève à 33 % du niveau de salaire chez Oort et de 145 % chez Guttman. L'écart est donc significatif (plus de quatre fois). Ce phénomène ne peut pas être expliqué ici par l'augmentation de cette valeur dans le temps selon les périodes, c'est-à-dire selon l'augmentation des revenus des usagers des transports (ce qui n'est pas évident si l'on prend les chiffres relatifs – en % comme ici), puisque si nous prenons l'ouvrage plus récent de Nelson (1977), avec les mêmes paramètres, la valeur du temps est estimée ici comme 33 % du niveau de salaire. Selon les pays d'application des ouvrages, l'écart est aussi considérable : de 20 % en Royaume Uni à 170 % au Canada.

L'homogénéité, plus ou moins satisfaisante est observée seulement dans les travaux appliqués au Royaume Uni (la valeur du temps est de 20 % à 73 %). Probablement ce fait a servi de raison pour la mise en recommandation des standards des valeurs du temps pour des organismes de transport dans les objectifs de l'analyse avant d'effectuer des investissements. Mais l'utilisation des standards pour la valeur du temps non-travail a rencontré la critique sérieuse (Kenneth J. Button, 1993).

Pourquoi l'écart entre les estimations de la valeur relative du temps est si variable selon les divers travaux ? Probablement, l'utilisation des différentes situations pour application (comme ainsi des techniques) entraîne l'estimation des résultats non comparables. Tous les cas réels sont donc spécifiques, avec leurs propres particularités et influencés par un grand nombre de facteurs n'appartenant qu'à une situation concrète (par exemple, la distance à parcourir). Et si nous continuons le développement de notre idée concernant la séparation de la valeur du temps et de l'influence de la composante du confort et d'autres choses plus irrationnelles, nous pourrions constater que la non prise en considération de ce problème dans certains cas, est la raison de surestimation (comme il nous semble) de la valeur du temps. En outre, si l'on reprend l'exemple du Royaume Uni, les standards officiels de la valeur absolue du temps ont une tendance à une augmentation plus rapide que celle de l'augmentation des revenus de la population. Dans la même source (Kenneth J. Button, 1993) nous voyons que, par exemple, la valeur absolue du temps de travail d'un usager de bus est 4,2 fois supérieure en 1989 qu'en 1975 (le tableau ci-dessous), et celle d'un conducteur de l'automobile est 2,6 fois supérieure en 1989 qu'en 1975.

**Tableau 3.3 : Valeurs officielles du temps pour des objectifs d'investissements, Royaume Uni, pence par heure**

Catégorie	1975	1976	1989
<u>Temps de travail</u> Conducteur de voiture	331 287 357	379 332 407	849,7 705,3
Passager de voiture Passager de train	168 313 155	196 360 178	1006,1 701,2
Passager de bus Passager de métro	139 166 35	158 191 36	1050,0 622,5
Véhicule de lourdes marchandises Véhicule de légères marchandises	70	72	660,8 647,6
Conducteur de bus			207,5
Temps de loisir Dans un véhicule Marche à pied et temps d'attente			

### 3.7. Conclusion du chapitre

Les points essentiels de ce chapitre sont les suivants :

- l'augmentation du taux moyen de motorisation est conditionnée par le développement du progrès technique : ce processus est objectivement irréversible, puisqu'il s'appuie, d'une part, sur le désir de l'homme de s'élever "socialement", ce qui est souvent

---

associé avec la possession de l'automobile et, d'autre part, sur la propulsion de l'économie nationale (où l'industrie automobile et ses contractants influencent fortement le développement économique), ainsi que sur les intérêts des certains "lobbies" économiques ;

- en conséquence, on observe une augmentation de la part de population qui, pour effectuer un déplacement, a le choix entre l'automobile et les transports en commun ;
- le choix entre l'automobile et les transports collectifs en milieu urbain ne s'effectue pas seulement selon les critères du temps et du coût d'un déplacement. Ce choix comprend une composante plus subjective que la valeur du temps, une composante psychologique.





## Chapitre IV : Voiture particulière – transports collectifs : théorie et dialectique du choix

### 4.1. Phénomène du choix

Ce qui est un choix ? Le petit Robert donne la définition suivante : “ *Action de choisir, décision par laquelle on donne la préférence à une chose, une possibilité en écartant les autres* ” (1989).

On remarquera, en premier lieu, qu’une théorie de l’évaluation qui s’appuie sur des concepts tels que les désirs et les besoins humains, ou le choix, la décision ou la volonté de l’individu, est appelée une théorie du sujet humain. Quelqu’un peut-il foncièrement choisir, par exemple, que tous ses désirs soient frustrés ? Ou bien est-on limité dans ses choix par les désirs que l’on éprouve ? L’individu est-il censé être toujours conscient de ses intentions, de ses décisions, de ses désirs, de ses vœux et de ses raisons ? ... Faut-il, pour que l’idée même d’un choix ou d’un désir ne perde pas tout son sens, que le choix ou le désir soient motivés par une raison généralement reconnaissable comme telles ? <sup>49</sup>

Dans tout problème de décision, l'analyse de la situation concrète suit toujours les mêmes étapes pour aboutir à la construction d'un modèle représentatif qui se prête au moins à une réflexion méthodologique, et si possible à une étude mathématique.

Afin de guider son choix, chaque individu doit établir un ordre de préférence sur l'ensemble des conséquences, certaines ou aléatoires, mises en évidence par le schéma de causalité. Mais, il doit aussi chercher à se faire une idée précise des ordres de préférence des autres individus sur le même ensemble de conséquences. C'est ce que l'on appelle établir le schéma de finalité du jeu, et cela revient le plus souvent à construire un indicateur de préférence – ou indicateur d'utilité – pour chacun des individus. Cette tâche est en général délicate, car les conséquences à comparer peuvent être très complexes et elles sont souvent aléatoires.

On suppose en général, que les préférences des individus peuvent être traduites par des indicateurs d'utilité linéaire, c'est-à-dire des indicateurs numériques dont les valeurs puissent être calculées par des opérations de moyenne en probabilité<sup>50</sup>

Dans la recherche de l'optimum dans la "théorie du choix" on considère une notion bien définie du comportement raisonnable, permettant de faire un choix entre les variantes possibles des actions, ou, au moins, écarter certaines d'eux comme peu raisonnables.

La nature n'a pas donné à l'homme un critère du bien fondé dans une forme évidente, mais seulement l'ouvre dans le processus d'évolution. Marc Aurélie a dit : " Pour une créature pensante, une action qui correspond à sa nature, est, en même temps, une action raisonnable ".

## Le problème de la prise des décisions

---

Bien qu'en réalité la prise des décisions soit un processus, selon sa complicité et son caractère comparable, au total, avec celui de la pensée, on procède (sous la notion " la prise des décisions ") à un acte du choix de certaines alternatives de son ensemble défini.

Soit  $A = \{a\}$  – un ensemble d'alternatives. Pour qu'on puisse choisir la meilleure alternative, au moins il faut pouvoir les comparer deux à deux en fonction de la préférence d'un individu sur l'ensemble  $A$ . Mais, dans la plupart des cas pratiques, la préférence est définie non sur l'ensemble  $A$ , mais sur l'ensemble des issues possibles d'un choix. On note cet ensemble  $X$  et la relation de la préférence sur celui-ci comme  $\succ$ . Donc, pour certains  $A, X, \succ$  il faut trouver les alternatives les plus préférables. Pour le faire, en premier lieu, il faut savoir la corrélation entre les alternatives et les issues. Il existe des types principaux de cette corrélation.

Si le choix d'une alternative  $a \in A$  entraîne l'apparition d'une issue bien définie  $x \in X$ , 1. cela veut dire qu'il n'y a aucune différence entre le choix d'une alternative ou d'une

<sup>49</sup> Encyclopédie Universelle, V. 23, p. 298.

<sup>50</sup> Encyclopédie Universelle, V. 13, p. 79.

issue. On peut alors considérer que la préférence est donnée simplement sur l'ensemble d'alternatives A. Dans ce cas, encore appelé le cas déterminé, nous pouvons effectuer un choix raisonnable, à moins que la préférence sur A soit "suffisamment bien".

La correspondance entre A et X peut être stochastique, lorsque des alternatives choisies et effectuées au hasard avec des valeurs dans l'ensemble X d'issues X. Le caractère de ce hasard est décrit par la distribution des probabilités  $p_a$  sur X. Alors, le choix d'une alternative a correspond au choix  $p_a$ , et l'ensemble A on peut remplacer par l'ensemble des objets dits de "non-hasards"  $P = \{p_a : a \in A\}$ . Mais, pour cela il est nécessaire de construire une relation de la préférence en P, puisque celle n'est pas donnée qu'en X.

Des choses similaires ont lieu dans le cas, où une issue du choix est non définie par son caractère non stochastique. Selon le contenu, les raisons de l'indéfini des issues peuvent être très différentes : par exemple, le manque de l'information.

Comparativement bien étudié le cas, quand l'indéfini paraît, à causes des actions d'autres personnes, indépendant de la décision prise par un individu, et influençant l'issue du choix d'une alternative. Donc, un individu ne connaît pas l'issue dans le cas de son choix, mais il connaît le domaine des actions possibles. Comme dans le cas stochastique il est obligé de prendre une décision en prenant en considération ses préférences en fonction de quelques paramètres.

On revient au cas déterminé. Si le choix d'une alternative entraîne une et seulement une issue, cela signifie qu'il n'y a pas de l'indéfini relativement aux issues d'un choix. Mais ici peut avoir lieu l'indéfini d'autre sorte : un individu ne connaît pas complètement sa préférence selon les issues, ou bien, cette préférence peut être contradictoire.

Si un individu ne sait rien sur sa préférence, aucune théorie ne l'aiderait. Au moins, dans la plupart des cas on considère que la préférence combinée d'un individu est un agrégat de certaines "bonnes" préférences, dont chacune reflète l'opportunité des alternatives selon un certain aspect, paramètre, etc.

## Le principe d'optimum

---

Le commun et le concret de la description des principes d'optimum se trouvent, si on se limite à la classe des tâches simples de la prise des décisions dans l'indéfini :  $G = (X, N, f)$ , où X est l'ensemble d'alternatives, N est l'ensemble de "points de vue" sur des alternatives et f est une fonction réelle sur  $X \times N$ , qui s'interprète comme "l'indice de la qualité" d'une alternative sur tout  $i \in N$  ; il est plus habituel de présenter f sous la forme d'une fonction-vecteur  $f = \{f_i\}$ , où  $i \in N$  et toutes les fonctions  $f_i$  sont définies sur X.

Pour qu'on puisse appeler un certain  $\varphi$  le *principe d'optimum*, il doit posséder certaines propriétés, sortant d'une interprétation des composantes de G, c'est-à-dire de son sens appliqué. En fonction du contexte ces propriétés doivent exprimer un bénéfice, une équité, etc. Le choix de certaines propriétés du principe d'optimum est du domaine de

l'art de la modélisation.

La formalisation mathématique du principe d'optimum peut être décrite de la façon suivante : soit  $\xi$  une certaine classe des tâches de type  $\mathcal{G}$ . Pour distinguer dans quelle tâche notamment se trouvent  $M$ ,  $N$  et  $\hat{\pi}$  concrets, on ajoute des indices :  $M_\xi$ ,  $N_\xi$ ,  $\hat{\pi}_\xi$ . Donc, le principe d'optimum  $\varphi$  correspond à l'un des types ci-dessous :

1.  $\varphi : \xi \rightarrow \mathbb{R}_1$  (ou  $\rightarrow 2^{\mathbb{R}_1}$  ou  $\rightarrow 2^{\mathbb{R}^{\mathbb{M}_{N_\xi}}}$ );
2.  $\varphi : \xi \rightarrow \mathbb{R}^{\mathbb{M}_{N_\xi}}$  ou  $\mathbb{R}^{\mathbb{M}_{N_\xi}}$  est l'espace numérique vectoriel à base des composantes de  $\mathbb{M}_{N_\xi}$ ;
3.  $\varphi : \xi \rightarrow \mathbb{L}$  ou  $\mathbb{L}$  est l'espace numérique.

Pour les tâches de la prise des décisions dans les conditions d'indéfini le principe d'optimum est plus souvent représenté dans la forme d'une fonction d'utilité ou de son expression concrète, résultant d'une certaine combinaison des propriétés de la relation de préférence. Parfois une combinaison des propriétés concrètes de la relation de préférence peut être insuffisante pour l'obtention du principe d'optimum individuel, mais être en revanche suffisante pour définir une certaine classe de tâches.

Ici, comme une préférence on considère la mise en ordre utilisée pour la description d'une orientation à destination spéciale d'un individu.

Les résultats de la théorie d'utilité permettent de juger la question de la prise des décisions par un individu ou par un groupe d'individus. C'est une tâche de la programmation mathématique, c'est-à-dire une tâche où le principe du choix est la maximisation de l'utilité.

Supposons, que la préférence est inconnue, mais on connaît le choix optimal de l'individu : pour tout  $Y$  d'une famille quelconque  $\mathcal{Y}$  d'un sous-ensemble  $X$ , il est donné un ensemble  $\pi(Y) \subset Y$  représentant les alternatives les plus préférables dans  $Y$ . Donc,  $\pi : \mathcal{Y} \rightarrow X$ ,  $\pi(Y) \subset Y$  est la fonction du choix.

Si on pose la question comment, selon la fonction du choix restaurer la préférence de l'individu, c'est-à-dire résoudre le problème inverse à la tâche de la prise des décisions, cela concerne obligatoirement certains principes de rationalité des fonctions du choix eux-mêmes. La fonction du choix  $\pi$  aura une forme au moins bizarre, si, un individu, par exemple, de trois éléments  $\{x, y, z\}$  choisit  $x$ , mais des deux éléments  $\{x, y\} - y$ , et non  $x$ . Ou il choisira  $x$  de  $\{x, y\}$ ,  $y$  de  $\{y, z\}$ , mais  $z$  de  $\{x, y, z\}$ .

Si on représente les positions relatives des parts de marché de l'usage des différents modes de transport comme l'opposition des forces pour et contre l'usage d'un mode quelconque, on peut tomber sur la théorie des jeux socio-économiques.

L'indéfini stratégique se révèle le plus clairement dans les cas, quand certaines acteurs (organisations, collectivités, etc.) prennent des décisions indépendamment les unes des autres, mais dont l'issue dépend, quant à elle, des décisions de l'ensemble de participants. Le gain d'un acteur dans ce cas est le vecteur, dont les composantes correspondent aux différentes décisions d'autres acteurs. Les exemples de cette situation sont les suivants : la lutte des deux parties opposantes, quand le premier a un certain objectif à atteindre et le second tend d'empêcher cet objectif – la lutte des deux

compagnies pour le marché, la lutte pour des votes pendant des élections, ou une politique du lobby automobiliste qui contredit la politique des pouvoirs d'une ville (contre et pour la limitation d'usage des voitures particulières) – sont les faits ordinaires dans la vie sociale et économique.

Formellement cette lutte est notée de la façon suivante : on a deux parties prenant des décisions, 1 et 2 ; la partie 1 peut choisir n'importe quelle action d'un ensemble donné  $X$ , et la partie 2 – d'un ensemble donné  $Y$  ; comme le résultat du choix des deux parties des actions  $x \in X$ ,  $y \in Y$  on reçoit la solution, évaluée par la partie 1 comme  $f(x, y)$ , et par la partie 2 comme  $-f(x, y)$ .

La prise de la décision optimale dans le modèle décrit n'est évidemment pas la résolution d'une tâche d'optimisation ordinaire pour une des deux parties. Par le choix d'un certain  $x^0 \in X$  la partie 1 assure seulement un certain gain de l'ensemble  $\{f(x^0, y) : y \in Y\}$ , mais on ne connaît pas lequel notamment ; analogiquement par le choix  $y^0 \in Y$  la partie 2 localise sa perte dans l'ensemble  $\{f(x, y^0) : x \in X\}$ . Puisque la qualité du choix n'est pas caractérisée par un chiffre, mais par son ensemble, donc pour la prise de la décision " argumenté ", il faut définir les règles supplémentaires (le principe d'optimum) permettant de comparer des actions alternatives. Au moins, cette règle doit posséder telle propriété : si pour  $x^0$  quelconque

$$f(x^0, y) > f(x, y) \quad \forall y \in Y,$$

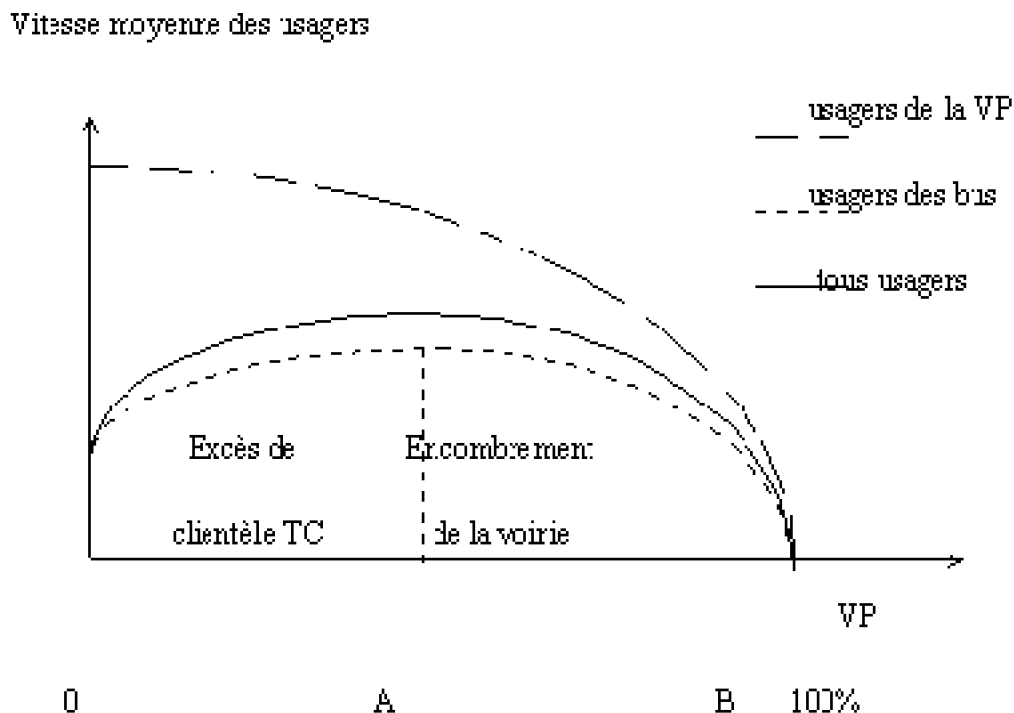
cela signifie que la décision n'est pas optimale. Analogiquement pour la partie 2.

En outre, si on regarde du point de vue d'un usager, le jeu peut être considéré comme sans coalition. Cela veut dire qu'ici  $X_K = \emptyset$  ( $K \neq \{i\}$ ,  $i \in N$ ). Les joueurs indépendamment les uns des autres, choisissent leurs stratégies  $x^i \in X_i$ , ce qui signifie la fin du jeu. Les préférences des joueurs sont présentées par leurs fonctions des gains  $f_i$  sur l'ensemble de toutes situations, qui, dans ce cas, sont des issues du jeu. Le choix d'une stratégie  $\bar{x}^i$  par un joueur  $i$  limite l'ensemble d'issues jusqu'à l'ensemble  $S(\bar{x}^i) = \{(x^j)_{j \in N} : x^i = \bar{x}^i\}$ . Donc, quand il s'agit d'un jeu sans coalition, il suffit de définir  $N$ ,  $\{X_i\}$ ,  $\{f_i\}$ .

## 4.2. Voiture particulière – transports collectifs : optimum

Comme nous l'avons déjà mentionné plus haut, le partage modal optimal est une question à discuter, puisque les objectifs de ce partage peuvent être très différents. La première chose, qui vient à l'esprit, concerne le maintien de la vitesse commerciale moyenne maximale, bien réparties entre tous les modes de déplacements. Théoriquement nous pouvons bien voir la dynamique de ce processus dans les ouvrages de Bonnafous A<sup>51</sup>. " La mécanique toute simple qu'il s'agit de démontrer est celle d'une double compétition.

D'une part, la compétition entre modes de transport sur ce qu'il est convenu d'appeler aujourd'hui le marché des déplacements ; d'autre part, la compétition entre modes de transport pour l'usage de la voirie. La relation dynamique entre ces deux aspects est restituée par le graphique (4.1) relatif à *un système de transports urbains simplifié puisque réduit, pour l'instant, à deux modes concurrents : la voiture particulière (VP) et l'autobus sans voie réservée (TC).*



Graphique 4.1 : Vitesse moyenne en fonction de la répartition modale

Il (le graphique) représente les vitesses moyennes en fonction de la répartition " modale ", toutes choses étant supposées égales par ailleurs, en particulier le niveau global de la demande de déplacements et les capacités du parc d'autobus et de la voirie. Les formes de ces courbes sont corroborées par de multiples observations et dérivent, du reste, du diagramme fondamental (débit-vitesse) de l'ingénierie du trafic.

Le niveau A de répartition modale correspond à une situation optimale pour l'ensemble des déplacements, au sens où leur vitesse moyenne est maximale. En effet, en ce point, l'excès de clientèle des transports en commun est résorbé par l'automobile sans que celle-ci n'encombre trop la voirie. "

Outre la vitesse moyenne maximale, concernant le partage modal optimal, selon les différentes zones d'application, il faut ajouter la question de la protection de l'environnement, quelquefois du centre historique de la ville, la question du niveau des bruits, de l'influence de vibration, etc. Il nous semble aussi intéressant la question de la rentabilité des lignes de transport en commun, c'est-à-dire l'obtention de la répartition modale de telle façon que la fréquentation des transports collectifs soit suffisante (bien

<sup>51</sup> Par exemple, Bonnaïfous A., "Le système des transports urbains", Economie et Statistique, N° 294-295, 1996-4/5, p. 99-108.

sûr, sans parler d'autres facteurs) pour couvrir les dépenses de la ville pour son transport en commun par les recettes de trafic, ou, en tout cas, minimiser le déficit entre les dépenses et les recettes. Cette possibilité peut être envisagée par les pouvoirs publics de la ville.

### 4.3. Facteurs influençant le choix VP – TC

On peut trouver plusieurs facteurs définissant le choix d'un mode de transport fait par un individu. Le schéma ci-dessous montre la conception représentée par B. FAIVRE D'ARCIER...<sup>52</sup> Ce schéma étant donné en anglais, nous le laissons en cette langue (page suivante).

Selon les auteurs le concept de " choice set " exprime l'idée que pour accomplir son schéma d'activité, l'individu effectue le processus de sélection d'un mode parmi ceux des transports, qu'on considère possible d'être choisi, sur la base des caractéristiques personnelles de cet individu, disposant de certaines ressources et d'une expérience dans le système de transport.

A cause de la complexité du processus réel de choix, les auteurs utilisent l'autre concept, nommé " Behavioural Response Choice Set " (BRCS), qui peut être défini comme toutes les réponses de comportement que l'individu peut imaginer pour faire face à tout changement de son environnement. Cette définition couvre éventail plus large d'alternatives que celui de " choice set " conventionné comme c'est défini par des planificateurs de transport et des élaborateurs des modèles. Selon cette définition, l'individu peut mobiliser différents types de ressources, comme l'argent, des moyens de transport et / ou le programme d'activité. Bien que le concept de BRCS soit difficile à mesurer, il peut être utilisé indirectement, par exemple, en examinant l'éventail complet des alternatives qu'un individu considère comme faisables pour une activité ou un voyage spécifique.

---

<sup>52</sup> Faivre d'Arcier B., Andan O., Raux C., "Stated adaptation surveys and choice process : Some methodological issues", Transportation, No 25, 1998, pp. 169-185.

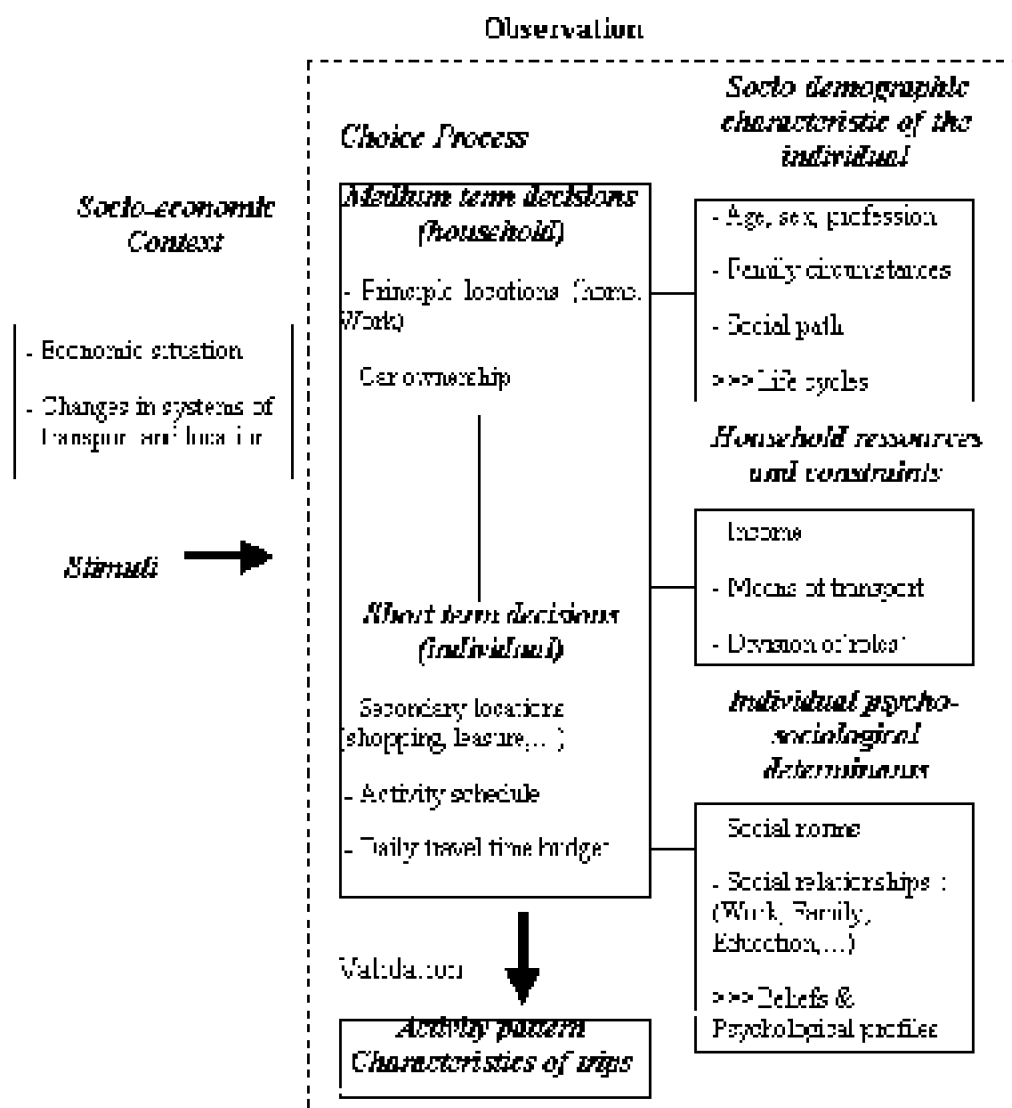


Schéma 4.1 : Observation du processus de choix dans Stated Adaptation survey

Le BRCS dépend des deux types de facteurs. Le premier est spécifique aux particularités de l'individu et dépend, d'une part, des caractéristiques socio-démographiques de l'individu, ainsi qu'en ressources et contraintes de son ménage, et d'autre part, de l'ensemble des déterminants psychologiques et des normes sociales définissant les différents types de profils psychologiques. Le second type de facteurs est exogène : la situation économique, la localisation de l'activité, le système de transport. Le grand nombre de facteurs qui influencent le BRCS explique la diversité des réponses de comportement de l'individu ainsi que le fait que les réponses peuvent changer dans le temps.

Donc, la State Adaptation Survey, qui a comme objectif d'explorer le processus de choix de l'individu, est fondée sur le mécanisme suivant : par la confrontation des individus avec des changements de leur environnement (par exemple, stimuli des conditions de déplacement), s'expriment les diverses réponses de comportement envisageables. Cela donne, donc, la possibilité de gagner en compréhension des



différents facteurs influençant leurs choix et les ressources (le temps, l'argent, moyens de transport) nécessaires.

Dans les sondages de ce type, l'objectif n'est pas d'enregistrer les " stated adaptations ", mais d'explorer et d'analyser comment des répondants construisent et justifient leur comportement habituel.<sup>53</sup>

Le schéma de la page suivante montre le système global des effets possibles de différents facteurs sur le choix d'un mode de transport par un individu. Ce système que nous avons défini comme celui des conditions existantes à un moment donné et qui sont soit favorables, soit défavorables à un certain choix.

Tout d'abord nous voudrions désigner les facteurs possibles comme ceux externes (exogènes) ou internes (endogènes). Les facteurs externes composent un système de conditions objectives par rapport aux facteurs internes qui sont subjectifs. Ces derniers peuvent être partagés d'une part en facteurs qui ne dépendent pas des effets externes à un moment donné ou leur valeur d'influence est tellement négligeable qu'on peut l'omettre, et d'autre part en facteurs qui peuvent être caractérisés plutôt comme la conséquence de l'influence d'un ensemble d'effets externes.

---

<sup>53</sup> Faivre d'Arcier B., Andan O., Raux C., "Stated adaptation surveys and choice process : Some methodological issues", *Transportation*, No 25, 1998, pp. 169-185.

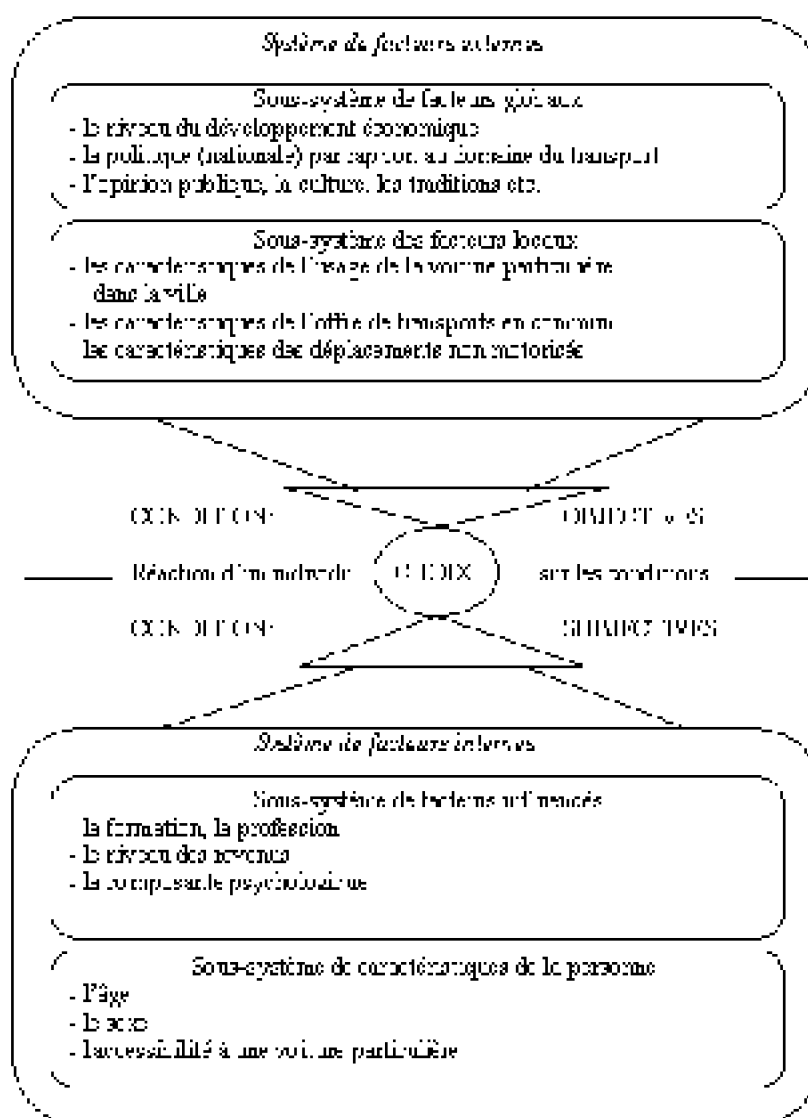


Schéma 4.2 : Systèmes de facteurs influençant le choix "VP - TC"

## Facteurs externes

Les facteurs externes, à leur tour, peuvent être divisés en deux sous-systèmes. Celui créé ou organisé par des critères plutôt abstraits et indirects pour le choix des modes de transports d'un individu ; les critères caractérisant le niveau général d'une étape du développement de la nation et la conjoncture économique et politique (souvent dans les frontières d'un Etat), mais exerçant son influence directement sur l'autre sous-système des facteurs, celui-là même qui compose les conditions d'une préférence de l'utilisation d'un certain mode de déplacement.

Le premier sous-système est, en premier lieu, le niveau du développement économique d'un pays avec un grand ensemble de caractéristiques différentes. Deuxièmement, les directions de la politique des pouvoirs publics ou d'autres acteurs relativement plus puissants, exprimé en lien avec des faits (souvent par la législation)

concrets (ou par la passivité) en faveur ou non pour certains domaines de l'activité économique et sociale des acteurs avec la marge de pouvoir moins importante. Troisièmement, ce sont les traditions, les habitudes, les opinions publiques, les pratiques etc. de la vie quotidienne des habitants (ou de la nation) d'un certain pays. Un bon exemple, à notre avis, combinant les trois composantes indiquées est représenté par la possibilité pour une personne moyenne ou pour un ménage moyen d'acheter une automobile, fait qui influence le taux de motorisation. Les facteurs principaux de la première composante sont le coût d'achat d'une voiture ramené au budget d'un ménage ou au salaire moyen d'une personne et l'offre d'industrie automobile sur le marché interne. Les facteurs de la deuxième composante sont, par exemple, la possibilité d'acheter la voiture désirée au prix raisonnable pour l'habitant du pays.

Et les facteurs de la troisième composante peuvent être désignés comme la somme des opinions différentes par rapport à la possession de l'automobile. Il est incontestable que de nos jours cette somme est très positive et favorable à l'automobile.

Le second sous-système est celui des facteurs qui créent ou qui génèrent les conditions favorables à l'utilisation d'un certain mode de déplacement par un individu d'une ville. C'est le sous-système des conditions de proximité. On peut dire qu'elles sont plus palpables ou plus sensibles pour cet individu. En ce qui concerne le choix de différents modes de transports, cela peut être la situation actuelle du trafic avec de multiples facteurs : l'état qualitatif des routes de la ville (en Ukraine, à la différence de la France, le mauvais état des routes des villes exerce une influence très négative sur l'utilisation de l'automobile, ce qui donne une partie relativement importante du coût total d'exploitation de celle-ci), la situation de la congestion routière et des encombrements, l'accessibilité et la disponibilité des places de stationnement pour des voitures particulières, l'existence de voies alternatives de déplacement, la densité probable de la présence des postes du contrôle routier (police), le prix courant des carburants et, bien sûr, la qualité de l'offre de transport en commun, avec une hiérarchie des caractéristiques attractives pour un usager. On peut voir que la majorité des facteurs désignés se trouve au niveau de la compétence du pouvoir de la ville. Ici l'exemple de l'automobile décrit les conditions favorisant la possibilité de l'utiliser, c'est à dire les conditions moyennes du niveau de commodité (ce qui peut être exprimé en coût généralisé sans le prix d'achat d'automobile) d'un usage dans une ville donnée par rapport aux autres modes de déplacements qui y sont disponibles. Du point de vue de la rationalité du comportement d'un individu, pendant le processus de choix d'un mode de déplacement entre les variantes possibles, il est évident qu'il suffirait de comparer les coûts généralisés pour cette personne selon les différents modes. Dans ce cas on peut dire que le choix est défini par le positionnement relatif des fonctions des coûts généralisés pour un usager.

Maintenant nous procédons à l'analyse des facteurs internes influençant le choix des modes de déplacements, qui forment un système de critères subjectifs de la préférence individuelle par rapport au choix possible (le schéma 4.2).

### Facteurs internes

---

Dans ce schéma (4.2) le système de facteurs internes ou subjectifs est représenté par

deux sous-systèmes : sous-système de facteurs influencés, c'est-à-dire formés sous l'influence des facteurs externes, et celui des caractéristiques de la personne. Est-ce qu'on pourrait dire que c'est un système de facteurs irrationnels, dont il est impossible de mesurer l'influence ? Nous disons que très précisément - non, mais la connaissance de la tendance de leurs directions, de leur puissance relative est un objet indispensable et très important pour des investigations sur la question du choix modal, car, comme nous l'avons déjà noté, la rationalité dans le comportement des usagers, probablement et sous les conditions existantes, n'est pas souvent le critère le plus important.

## 4.4. Formalisations mathématiques

Les objectifs de la modélisation des différents processus passés, comme dans le domaine du transport ainsi que dans d'autres domaines de l'activité humaine, s'appuient en général sur les besoins de certaines structures de mesurer les facteurs influencés le processus et d'avoir la possibilité de le simuler selon certaines modifications et de faire des pronostics. Nombreux sont des travaux consacrés à la théorie de modélisation, mais les principes sont bien présentés dans les ouvrages de A. BONNAFOUS.

Selon A. BONNAFOUS <sup>54</sup> trois conditions nécessaires et suffisantes doivent être respectées afin qu'un modèle puisse être qualifié de performant : à savoir la cohérence, la pertinence et la mesurabilité.

- La cohérence revêt deux aspects : la cohérence interne du discours logique, qui permet une formulation mathématique des énoncés, et la cohérence externe, qui doit permettre l'adéquation entre ce formalisme mathématique du modèle et les attributs de la réalité à appréhender (la cohérence d'objectif).
- De même, la pertinence recherchée comporte deux niveaux : il faut tendre vers la double conformité de la représentation mathématique à l'objet décrit (conformité logico-mathématique), et de la structure causale du modèle à la logique d'ensemble du phénomène réellement observé.
- La mesurabilité, enfin, qui permet à partir d'échantillons statistiques accessibles, d'estimer les paramètres et les variables retenus pour élaborer le modèle.

Deux mots sur les modèles de génération du trafic. Ils ont pour but d'étudier le trafic entre deux ou plusieurs pôles. Les formulations mathématiques de ces modèles sont plus souvent basées sur l'équation de la gravitation de Newton, évidemment avec de nombreuses autres particularités.

Les modèles de la répartition modale sont élaborés dans le but de déterminer quelles seront les parts respectives des différents modes de transport sur une liaison. Comme dans d'autres processus de modélisation, on utilise deux approches principales définies

---

<sup>54</sup> BONNAFOUS A., "La logique de l'investigation économétrique", Thèse pour le doctorat ès sciences économiques, 1972, pp. 4-14.

pour deux types de modèle : agrégé ou désagrégé. Nous allons davantage nous intéresser à l'examen du second type, qui s'appuie sur les observations élémentaires et les relations causales portant sur un individu. L'unité de base de ces modèles n'est pas la " zone ", comme dans les modèles agrégés, mais l'individu ou le ménage. On en conclue que les différentes combinaisons des aspects économiques et psychologiques joueront le rôle principal. La théorie de l'utilité est utilisée généralement dans la construction des formules de répartition modale. Mais l'utilité n'est pas toujours déterministe : des aléas interviennent résultant d'incertitudes diverses, d'une certaine instabilité des goûts. Ce sont, donc, des probabilités de choix modélisés ; l'observation des choix réels et la révélation des préférences permettent de déterminer les paramètres intervenant dans les fonctions d'utilité correspondantes. Et la répartition modale est ensuite considérée comme l'addition des choix individuels (réagrégation).

Comme l'équation algébrique on choisit généralement une distribution basée sur la loi de celle-ci logit ou de Verhulst (1845). Cette distribution peut être exprimée par les formules suivantes (par simplifications, on n'examinera que le partage modal entre deux types de transport en concurrence – une voiture particulière (VP) et des transports collectifs (TC)) :

$$P^{TC} = \frac{e^{U^{TC}}}{e^{U^{TC}} + e^{U^{VP}}}$$

où l'utilité U prend, dans la majorité de cas, une forme linéaire :

$$U = \sum_j a_{ij}^t X_{ij}$$

où  $X_{ij}$  représente la j-ème caractéristique de l'alternative i à laquelle est confronté l'individu t (temps, coûts, ...) ;  $a_{ij}^t$  est la " sensibilité " de l'individu t à la caractéristique associée.

Dans certains manuels de transport cette formule est présentée comme :

$$P_1 = \frac{e^U}{(1 + e^U)}$$

où  $U = a_1 + a_2(t_1 - t_2) + a_3(c_1 - c_2)$ , où t et c représentent le temps et le coût respectivement du premier et deuxième mode de transport.

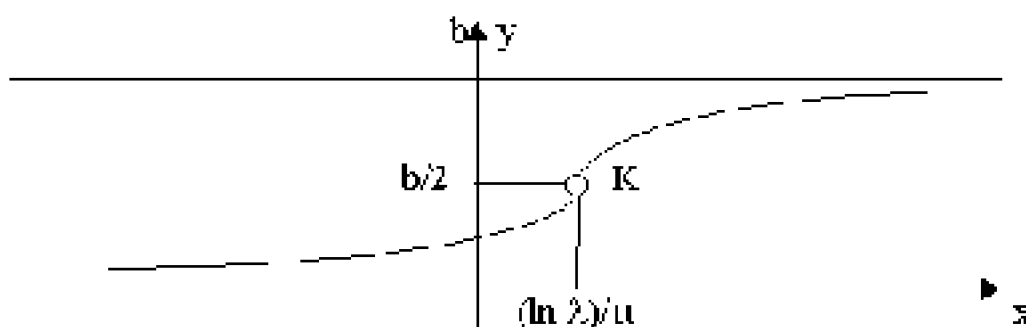
La forme générale (avec deux variables) de la fonction de ces équations est exprimée par la formule logistique présentée comme chez SYLVESTRE-BARON<sup>55</sup> :

$$y = \frac{b}{1 + \lambda e^{-\mu x}}$$

ou, pour notre cas

$$y = \frac{1}{1 + e^{a+bx}}$$

La forme canonique de cette fonction (sur le plan) est montrée dans le graphique ci-dessous :



Graphique 4.2 : Forme canonique de la fonction logistique

Tous ces détails sont évoqués pour des raisons de compréhension de certaines caractéristiques de cette fonction. Notamment celle de la symétrie de cette forme. Le centre de la symétrie de cette courbe est toujours, quelques soient des paramètres (les constantes  $\lambda$  et  $\mu$  ou  $a$  et  $b$ ), un point K, dont  $y$  égal à  $b/2$  (ou, dans le cas du partage entre deux modes de transport,  $1/2$  (50 %) de la part de marché) et  $x$  est égal à  $(\ln \lambda)/\mu$ . Notamment :

$$\text{si } y''(x) = 0 \Rightarrow y = 1/2$$

Il est évident que l'existence du point de symétrie (point d'inflexion), surtout avec  $y$  qui est égal toujours à  $1/2$ , limite l'application de cette forme dans certains cas, puisque, dans la situation réelle, la distribution des observations de la part de marché d'un mode de transport qui dépend même d'un seul facteur ne peut pas être symétrique dans tout l'espace envisagé. De plus, l'investigation des environs d'un point d'inflexion (ou de leur ensemble) d'une courbe asymétrique, ainsi que la position de ce point relativement aux variables examinées donnent souvent une matière à certaines conclusions.

<sup>55</sup> SILVESTRE-BARON P., "Simulation de Systèmes Dynamiques", Lyon, LESA, 1993.

Dans la littérature spécialisée le problème de la symétrie des formes de courbe des modèles logits est souvent présenté comme étant le plus important pour l'analyse des impacts de différents facteurs. *“L'utilisation des modèles logits avec forme linéaire des variables de la fonction de l'utilité, par exemple, suppose que des gains du temps de trafic ont le même impact sur la probabilité du choix si le trajet est long ou court et applique l'existence d'une courbe symétrique dans l'espace des caractéristiques modales  $X_k$  et de l'utilité  $V_r$ .”*<sup>56</sup>.

Dans le même ouvrage on trouve trois possibilités pour éviter cette difficulté. La première concerne l'utilisation de modèles différents pour différents segments du marché. Cette procédure produit des approximations pièce-linéaires de la courbe véritable, mais demande beaucoup de travail. Une autre alternative peut être d'utiliser des formes non linéaires, par exemple, comme dans le cas de *Box-Cox* :

$$U_m = \frac{(\sum e^{V_{Pm}})^{\lambda} - 1}{\lambda}, \quad (1)$$

$$V_{Pm} = \beta_{OP} + \beta_1 tt_p^m + \beta_2 wt_p^m,$$

(où, par exemple,  $tt_p^m$  et  $wt_p^m$  désignent le temps de trafic et le temps d'attente associés avec la piste  $p$  par le mode  $m$ ) qui, généralement, conduisent vers l'abandon des formes linéaires et supposent des solutions plus raisonnables. D'autres formes asymétriques peuvent être utilisées dans les modèles, telles que la distribution de la valeur du temps selon la loi log normal – qui applique le mode asymétrique des courbes, qui ont des formes non linéaires propres de l'utilité. On pose, donc, la principale question : *“Dépend-il la quantité de substitutions (ou complémentarités) obtenue de la courbe asymétrique de probabilité résultant des effets marginaux non constants des changements du temps de trafic, de la fréquence ou d'autres caractéristiques modales ?”* Cette équipe (les auteurs)<sup>57</sup> maintient l'hypothèse : *“Tous les modèles qui utilisent la distribution log normal de la valeur du temps, les transformées de Box-Cox ou la segmentation significatif ont des formes asymétriques des courbes.”*

Une autre voie peut être aussi proposée pour résoudre, du point de vue clairement mathématique, le problème de la symétrie des formes des modèles logits. Si, plus haut, il s'agissait des changements de fonctions d'utilité (de la forme linéaire à celle non linéaire) pour obtenir une asymétrie, ici nous proposons de changer la forme traditionnelle de l'équation logit. Cela donne la possibilité d'utiliser n'importe quelle formalisation mathématique pour interpréter la fonction d'utilité. Comme dans la variante précédente, ici

<sup>56</sup> "Interactions between high-speed rail and air passenger transport", Final report, COST 318, january 1998.

<sup>57</sup> COST 318, op. cit.

la forme asymétrique nécessite l'intervention d'une constante (paramètre) complémentaire – un degré  $c$ . La forme générale (toujours sur le plan) de la fonction prend la forme :

$$y = \frac{1}{(1 + e^{a+bx})^c}$$

Si l'on représente la variante précédente (1) dans la forme générale, on obtient l'équation suivante ( $c = \lambda$ ) :

$$y = \frac{1}{1 + e^{\frac{(a+bx)^c - 1}{c}}}$$

Les deux formules sont capables d'écrire théoriquement la même distribution des variables. Mais il suffit d'un coup d'œil pour constater que, du point de vue mathématique, la première formule est plus simple pour les calculs. Le degré triple de la seconde formule est remplacé par celui double dans la première. Mais il reste, dans les deux cas, le problème commun : les difficultés et surplus des efforts d'un investigateur pendant le processus de traitement des données statistiques pour obtenir les paramètres nécessaires ( $a$ ,  $b$ ,  $c$ ) définissant les tendances de ces fonctions.

Cela est notamment le cas, quand les modèles, n'ayant pas a priori une forme linéaire, ne peuvent pas se réduire à une forme linéaire par transformation. Comme on est en présence à la fois d'opérations additive et multiplicative (dans les deux cas), il est impossible d'utiliser ici les logarithmes pour obtenir des équations normales. *“ Heureusement, des ordinateurs puissants peuvent dans de tels cas toujours nous fournir des estimations MCO (moindres carrés ordinaires) et des intervalles de confiance. Une importante quantité de calculs est alors nécessaire, au lieu d'utiliser les formules simples des modèles linéaires, mais c'est de moins en moins pénible à mesure que les ordinateurs deviennent de plus en plus puissants. ”*<sup>58</sup>

## 4.5. Critiques

Dans la littérature il existe plusieurs critiques des formalisations théoriques de la modélisation du processus de choix modal. Certaines de ces critiques sont devenues classiques, donc ici nous n'aborderons que des aspects largement présentés dans la littérature spécialisée.

---

<sup>58</sup> WONNACOTT T. H., WONNACOTT R. J., "Statistique", Paris, Economica, 1991, 920 p.



Le comportement de déplacement, observable par le système de flux  $F$  est déterminé, pour chaque individu, par des données exogènes, mais aussi par un processus complexe de choix en fonction de ses propres besoins. Considéré dans son ensemble, ce processus dépasse largement le cadre des transports.

Pour le problème du choix d'un individu entre différents modes de transports, on veut comprendre :

- quelles possibilités (alternatives) il perçoit ;
- quelles informations concernant ces alternatives il prend en considération ;
- et enfin, comment il opère ses choix à partir de sa perception.

Dans notre recherche nous ne voulons pas aborder la discussion fondée sur la théorie micro-économique néo-classique. Il s'agit des questions concernant le comportement d'un individu dans le processus de choix modal : chacun peut traiter comme il veut – soit le comportement rationnel, soit non. Ce facteur est la troisième composante (outre le temps et le prix d'un déplacement). D'une part, elle peut être considérée comme un bien, mais d'autre part, elle donne le droit de l'appeler plutôt une composante psychologique, assez loin de la notion de l'homme comme un " homo economicus ".

Le problème ici est posé du point de vue logique. Si, après l'introduction dans la fonction d'utilité d'une composante mentale (qui ne doit pas toujours être associée avec le confort du déplacement), cette fonction peut être considérée comme expliquant un comportement nettement rationnel ?

Il est toujours possible de dégager deux étapes dans un processus de modélisation :

- la simplification : elle permet d'obtenir une représentation schématique de la réalité ;
- la formalisation : il s'agit de la construction proprement dite du modèle ; elle permet la traduction en langage mathématique de la présentation obtenue.

Il est important de noter que dans la quasi-totalité des travaux de modélisation ces deux phases ne sont pas totalement dissociées, la façon de simplifier le phénomène à modéliser constitue une première étape de la formalisation.

En général, on distingue quatre phases dans les modèles classiques de demande en matière de transport : génération des déplacements, la distribution des déplacements, la répartition modale et l'affectation.

### La génération des déplacements

Elle se définit comme l'étude des relations entre l'ensemble des déplacements effectués dans une région et les différentes caractéristiques de cette région : utilisation des sols, activité économique, population... Elle consiste à estimer le nombre de déplacements d'origine ou à destination d'une zone. Ce nombre est obtenu en pratique par des méthodes de régression linéaire considérant pour variables explicatives des variables socio-économiques ainsi que des variables concernant la zone (taille, éloignement du centre-ville, etc.).

### La distribution des déplacements

L'objectif de cette phase est de distribuer les déplacements générés précédemment à toutes les zones de destination possibles. Elle utilise comme données d'entrée :

- l'ensemble des déplacements générés par zone ;
- des variables décrivant le niveau de service du système de transport.

Il existe trois catégories de modèles de distribution :

- modèles par facteurs de croissance : les déplacements sont distribués entre zones au moyen de facteurs multiplicatifs ;
- modèles gravitaires : ces modèles sont formulés par analogie avec la loi de gravitation universelle, ils peuvent être dérivés d'autres principes comme la maximisation de l'entropie ou la maximisation de l'utilité ;
- modèles d'opportunité : ce sont les premiers pour lesquels apparaît la notion de probabilité dans la modélisation de la demande (ils traitent des possibilités intermédiaires d'activité et des possibilités d'activité comparables).

La répartition modale

Il s'agit de répartir l'ensemble des paires origine-destination obtenues selon les différents modes possibles. Contrairement aux autres étapes, il n'y a pas ici de modèles ni même de principes communément admis (chaque étude a développé son propre modèle, spécifique au contexte). Là aussi, les relations sont généralement établies à partir de simples régressions prenant en compte les caractéristiques du déplacement, de l'utilisateur et du système de transport.

L'affectation

Intervenant avant ou après la phase de répartition modale, elle consiste à diffuser l'ensemble des déplacements de zone à zone dans un réseau de transport donné.

Elle utilise en entrée :

- une description complète du système de transport ;
- la matrice des origines-destinations (de terme général  $n_{ij}$  : nombre de déplacements de la zone  $i$  vers la zone  $j$ ) ;

pour produire :

- des charges sur chaque tronçon de réseau (par période de temps) ;
- les mouvements tournants dans les nœuds ;
- des cheminements minimums à travers le réseau.

Plutôt qu'un modèle proprement dit, c'est un algorithme de recherche du plus court chemin sur la base duquel on affecte des charges au réseau. Il existe plusieurs méthodes d'affectation (tout ou rien, capacité limitée, multichemins, ...) empruntées à la théorie des graphes.

### 4.5.1. Problèmes liés à l'agrégation

---

Les données sont, la plupart du temps, agrégées suivant un critère géographique. Ainsi certaines variables ne sont introduites que par leur valeur moyenne par zone. Les " observations " concernent donc, en général, plusieurs ménages, c'est-à-dire que l'on ne peut souvent introduire que des comportements moyens. De plus, l'ensemble des ménages est très hétérogène par rapport aux caractéristiques dont dépend la demande.

Dans ces conditions, l'agrégation par zone masque une importante variabilité entre ménages et, par voie de conséquence, certaines relations entre les caractéristiques des ménages et le processus de formation des déplacements.

Cette réduction de la réalité par agrégation est très " gourmande " en données. Une bonne partie de l'information collectée est gaspillée pour n'obtenir que des moyennes ne représentant pas les comportements de façon satisfaisante.

En outre, cette agrégation géographique nécessite une approximation pour certaines variables de l'offre de transport : elle sont mesurées par rapport au seul centre de la zone, appelé centroïde. Les modèles agrégés sont donc incapables de tenir compte de la valeur exacte pour chaque observation de certaines variables déterminantes, telles que le temps moyen pour se rendre à une station de transports en commun (seul un temps moyen est utilisé).

Certaines modifications du système de transport semblent difficilement traduisibles avec cette façon d'introduire les données.

Ces modèles sont de plus très sensibles à l'ordre de réalisation des phases, ainsi qu'au type de découpage zonal de la région d'étude. Le type d'agrégation peut faire varier la valeur des paramètres et même la formulation mathématique entre variables dépendantes et variables " explicatives ".

On trouve dans la littérature de très nombreuses autres critiques se rapportant quasiment toutes aux problèmes de l'agrégation et de la non causalité. *" D'un point de vue théorique, ces modèles sont mal fondés ; ils reposent sur des corrélations empiriques ou sur des idées intuitives, mais pas sur un raisonnement logique. En pratique, en outre, la qualité de l'adéquation à la réalité et la possibilité d'adaptation à des situations nouvelles sont limitées "*<sup>59</sup> On parle souvent :

- d'une mauvaise prise en compte de l'offre (rejet de certaines variables, non causalité, agrégation) ;
- du caractère critiquable de l'acceptation de l'hypothèse de séquentialité du processus de décision : les connaissances actuelles du comportement ne permettent pas de justifier cette hypothèse, probablement trop simpliste ;
- du rejet de certaines variables importantes telles que : heure du déplacement, motorisation, taux d'occupation des véhicules (qui s'avèrent d'une grande importance

<sup>59</sup> BEN AKIVA M. E., "Séminaire sur la demande", E.N.P.C., op. cit.

dans la modélisation du choix modal). Ecarter ces variables conduit au fait que ces modèles sont incapables de traiter certains problèmes (covoiturage, étalement des pointes, ...).

En résumé, fondés sur des relations existant entre moyennes par zones, les modèles conventionnels sont de nature corrélative et non causale. Leur structure fait souvent perdre une grande partie de l'information collectée auprès des ménages en matière de comportement de déplacement et les rend peu à même de traiter certains problèmes délicats.

#### 4.5.2. Modèles désagrégés

---

Pour surmonter les principales lacunes des modèles conventionnels, on a eu recours à une nouvelle approche fondée sur les théories du comportement individuel.

Cette démarche a abouti à une série de modèles dits de comportement, désagrégés et probabilistes.

- Ils sont désagrégés car l'unité de base des observations utilisée pour le calibrage n'est plus la zone mais une unité décisionnelle comme le ménage ou l'individu.
- Ils sont dits "de comportement" car leurs bases théoriques traitent du comportement humain (théorie de la décision et théorie du consommateur) et car leur but est d'identifier des variables de décision.
- Enfin, ils sont appelés probabilistes car ils attribuent à chaque unité décisionnelle une probabilité d'effectuer un choix donné en matière de transport.

Tous les modèles désagrégés admettent les mêmes principes de base et aboutissent à des formulations mathématiques analogues (étude d'un phénomène à allure sigmoïde).

Toutefois, des différences existent portant principalement sur :

- les techniques statistiques utilisées pour l'estimation des paramètres des modèles ;
- la façon d'introduire les caractéristiques des individus.

Dans les débuts de la modélisation désagrégée, bien avant la prolifération de modèles très sophistiqués (qui ne sont en fait que des variantes plus ou moins complexes des trois types de modèles qui suivent), on pouvait distinguer trois grands types d'approches :

- l'analyse discriminante ;
- l'analyse probit ;
- l'analyse logit.

#### L'analyse discriminante

Cette technique est fondée sur le fait qu'il existe dans la population deux (ou plus) sous-groupes distincts que l'on peut séparer à l'aide d'une fonction discriminante, sur la

base de certaines mesures faites sur chacune des observations. Les deux sous-populations doivent être les plus distinctes possibles.

On cherche :

- à minimiser le nombre d'observations pouvant être mal classées ;
- à maximiser la différence au carré des moyennes des populations compte tenu de leur variance.

Des tests empiriques ont montré que, du point de vue des résultats, l'analyse discriminante semblait moins performante que les autres approches développées ci-après.

Peu performante et reposant sur des hypothèses relativement contresignantes, la méthode a été peu à peu abandonnée au profit des suivantes.

### L'analyse probit

Elle consistait au départ (analyse probit binaire) à évaluer la probabilité qu'a un individu de préférer l'une des deux possibilités d'un choix binaire. Le modèle probit se construit de la façon suivante<sup>60</sup> :

Un individu **t** doit choisir entre deux alternatives 1 et 2, caractérisées par une utilité différentielle  $L(U_1 - U_2)$ .

On cherche un seuil **Lo** tel que :

$$1 \succ 2 \Leftrightarrow L_1 > L_0.$$

L'utilité **L** est fonction des caractéristiques **Xi** de chaque alternative. Tous les individus de la population se trouvent devant le même choix et  $L(X_i)$  est valable pour tous.

La probabilité du choix de 1 est donnée par :

$$\text{Pr}(1) = \text{Prob} (L_1 > L_0) \text{ (et } \text{Pr}(2) = 1 - \text{Pr}(1))$$

On suppose alors :

L est normalement distribué dans la population ;

$$\bullet \quad \frac{\partial^2 L}{\partial x^2} = 0 : \quad L \text{ est une combinaison linéaire des caractéristiques, soit } L = \langle B, X \rangle$$

Ce qui conduit au modèle :

---

<sup>60</sup> Selon LERMAN et BEN AKIVA.

$$P_t(1) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^L e^{(-\frac{1}{2}\frac{t-\mu}{\sigma})^2} dt$$

Sans perdre en généralité, on peut admettre que la loi de **L** est centrée et réduite et l'on obtient :

$$P_t(1) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\langle B, X \rangle} e^{(-\frac{t^2}{2})} dt$$

Le calibrage du modèle consiste à déterminer les valeurs des coefficients **B**. Cette approche s'étend, en théorie aisément au cas de **M** alternatives (mais l'aspect technique et calculatoire du modèle s'en trouve très alourdi).

### L'analyse logit

Le processus de la construction du modèle passe par tout notre travail. Précisons simplement que le modèle logistique évalue la probabilité  $P_t(i)$  qu'a un individu de choisir une alternative **i** parmi un ensemble **At**, qui lui est propre, à l'aide de la formule :

$$P_t(i) = \frac{e^{V_{it}}}{\sum_{j \in A_t} e^{V_{jt}}}$$

où **V<sub>it</sub>** est une mesure de l'utilité que **t** attribue à **i**.

Des études empiriques ont montré que les analyses logit et probit appliquées dans le contexte fournissent des résultats tout-à-fait comparables. (L'analyse discriminante fournit par contre des résultats très différents : elle exige des hypothèses plus restrictives que les deux autres et semble souvent mal adaptée au traitement des problèmes du comportement et des choix individuels)<sup>61</sup>.

### Les limites de l'approche désagrégée

Les modèles désagrégés semblent, parce qu'ils sont causaux et non uniquement corrélatifs, capables de mieux représenter le comportement des individus que les modèles conventionnels.

- Ils fournissent une meilleure approximation du choix des individus, parce qu'ils traitent l'information au niveau individuel ;
- Ils utilisent les données de façon plus efficace et plus économique.

---

<sup>61</sup> STOPHER P.R., MEYBURG A.H., "Urban transportation modeling and planning", Lexington Mass., Lexington Books, 1975.

Dans leur domaine d'application (chaque modèle traduit un aspect de la demande de transport, le choix modal, par exemple), ils semblent donc supérieurs à leurs aînés agrégés : le pouvoir explicatif est plus grand et les prévisions, qu'il fournisse, sont plus fiables.

Cependant :

- au niveau formel, leur structure n'est pas essentiellement différente de celle des modèles conventionnels ;
- ils sont soumis aux mêmes limites fondamentales que ces derniers ;
- le comportement sous-jacent à tout choix en matière de transport ne semble pas beaucoup mieux mis en évidence.

L'avantage majeur que cette approche a apporté, est d'avoir facilité le calibrage des modèles en réduisant le nombre de données, et ce par l'apport d'une meilleure structuration du processus d'estimation de la demande.

Recourir à l'unité décisionnelle semble donc être une condition quasiment nécessaire mais pas suffisante pour qu'un modèle représente effectivement le comportement des individus en matière de transport.

Les modèles désagrégés souffrent des mêmes défauts que les modèles conventionnels en ce qui concerne la causalité (reproduction d'une situation existante) et la séquentialité du processus de décision.

Le fait que la théorie de l'utilité soit applicable dans notre contexte et que le processus de choix soit compensatoire et maximisant est une hypothèse simplificatrice nécessaire à la formalisation des modèles désagrégés existants, mais ne semble pas forcément entièrement conforme à la réalité.

Les modèles désagrégés ne le sont que jusqu'à leur phase de calibrage. Le but étant d'obtenir des quantités agrégées, on a ensuite recours à des techniques de réagrégation des modèles, ce qui peut introduire des erreurs non négligeables.

### Pourquoi un modèle probabiliste

Les premiers développements d'une théorie des choix probabilistes sont issus de la psychologie. De nombreuses expériences effectuées sur des individus ont montré que leur choix n'était pas toujours répétitif, et même, en changeant l'ensemble des alternatives possibles, que la transitivité des préférences n'est pas toujours vérifiée.

Dans la plupart des cas, on ne sait pas expliquer ce phénomène souvent baptisé (un peu hardiment) " inconsistance ". Il semble donc, dans le contexte qui nous intéresse, quasiment impossible d'utiliser une théorie des choix déterministes, qui consisterait à évaluer pour un usager  $t$  donné, des utilités  $U_{it}$  et à les comparer pour obtenir un mode choisi  $c(t)$  tel que :

$U_{c(t)t} = \text{Max } U_{it}, i \in A_t$  – l'ensemble des modes possibles.

De plus, un autre phénomène important se produit en observant les choix effectués par un échantillon d'individus : plusieurs individus avec des caractéristiques identiques

choisissent des modes différents. Le cadre théorique que nous nous sommes imposé pour cette modélisation et le portrait normatif du consommateur rationnel sont trop étriqués pour s'adapter aux comportements complexes et variés observés dans la réalité.

#### 4.5.3. Critiques théoriques sur la formulation des modèles logits

---

Les critiques portant sur les modèles logits consistent, pour la plupart d'entre elles, en une contestation des hypothèses adoptées dans son élaboration et insuffisamment justifiées. Nous ne citerons que les plus importantes, selon les sources littéraires, qui concernent les problèmes :

- peut-on se passer de la séquentialité du processus de décision ?
- peut-on trouver de meilleures formes fonctionnelles pour l'utilité ?
- peut-on construire un modèle ne possédant pas la propriété appelée dans la littérature anglo-saxonne " Independence of Irrelevant Alternatives " et ayant la conséquence suivante : l'introduction d'une nouvelle alternative dans un jeu d'alternatives donné modifiera les parts absolues de marché, mais laissera inchangées les parts relatives des alternatives considérées deux à deux.

Les autres hypothèses (modèle probabiliste, non observabilité de l'utilité individuelle, distribution identiques, indépendante et de Weibull) paraissent, dans l'ensemble, moins discutables que les précédentes.

Au cœur des critiques fondamentales du modèle se trouve le lien causal (et surtout ses conséquences au niveau opérationnel) entre les attributs et le choix effectué : ce problème sera envisagé plus bas.

##### **Le problème " séquentiel vs simultané "**

Nous avons restreint l'étude à la présentation d'un modèle de choix modal. C'était implicitement admettre que cet aspect de la demande est directement modélisable et, donc, que le processus de décision des usagers est de type séquentiel : l'utilisateur choisit son mode, une fois que les autres dimensions de son déplacement sont fixées.

Processus de choix (et modélisation) simultané(e) ou séquentiel(le), le débat semble vaste et complexe.

Illustrons cette complexité par un exemple, emprunté à David Banister<sup>62</sup> :

Nous nous intéressons aux choix de destination et de mode pour le motif " achats courants " d'une population de femmes au foyer, un jour de semaine, alors que leur conjoint est, dans la plupart des cas, parti au travail avec l'unique véhicule du ménage.

Le problème de la séquentialité ou de la simultanéité du choix se pose avec une certaine acuité : l'absence d'automobile (contrainte modale) prédétermine le choix de la destination (la ménagère reste probablement dans son quartier plutôt que de se rendre en

---

<sup>62</sup> BANISTER. D.J., "The influence of habit formation and modal choice – a heuristic model", Transportation, Vol. 7A, 1978.



transports collectifs dans une grande surface éloignée) : la structure de son processus de décision semble donc séquentielle.

Modéliser ce choix de cette façon est cependant peu conforme à la réalité : la plupart des femmes (à l'époque et dans le contexte des travaux de Banister) attendent le retour de leur conjoint pour partir effectuer leurs achats.

Ici, les deux modèles, simultané ou séquentiel, font de fausses prévisions, car ils placent artificiellement les individus en situation de choix, à un moment donné, sans se soucier du fait qu'ils peuvent choisir de ne pas partir en effectuant un choix simultané.

Pour effectuer des prévisions non erronées, le modèle devait faire intervenir le choix de l'horaire du déplacement.

Au niveau pratique, précisons toutefois qu'il est possible de concevoir des modèles désagrégés séquentiels et simultanés. Ils sont brièvement présentés dans les paragraphes suivants.

Les hypothèses correspondantes aux approches possibles pour l'élaboration d'un modèle désagrégé peuvent être de trois niveaux :

- tous les facteurs déterminant le choix sont envisagés simultanément (modèle simultané) ;
- certaines décisions se prennent indépendamment des autres, sans les influencer (structure séquentielle à choix indépendants emboîtés) ;
- certaines décisions se prennent indépendamment des autres, mais influencent les choix successifs (structure séquentielle chaînée).

Cette dernière hypothèse est celle qui est admise dans les modèles conventionnels (mais l'ordre choisi dans le processus, i.e. l'ordre d'application des phases des modèles détermine les résultats obtenus).

Finalement, une situation de choix multiple peut être représentée par un modèle de structure simultanée ou séquentielle. Selon de nombreux spécialistes, les modèles simultanés s'avèrent plus réalistes.

### **Une structure séquentielle de modèles désagrégés**

Au niveau formel, la séquentialité des choix est une hypothèse qui revient à admettre que l'utilité globale est séparable en autant de composantes qu'il y a de choix élémentaires, l'une de ces composantes ne dépendant que du choix qui s'effectue en premier.

### **Forme fonctionnelle de la fonction d'utilité**

Dans les modèles logits, nous avons fait l'hypothèse de la linéarité par rapport aux paramètres de la fonction d'utilité qu'un individu attribue à un mode ; elle s'écrivait sous la forme d'un produit salaire :

$$V_{it} = X_{it} \cdot B.$$

Cette dernière étape de la construction du modèle n'a aucune justification théorique :

proche de la méthode des pondérations en optimisation multicritère, cette hypothèse n'est acceptable que pour des raisons de commodité des calculs.

A ce titre, cette hypothèse était une des premières à être contestée... Les questions suivantes peuvent être posées :

- ne peut-on pas trouver une forme fonctionnelle qui rende le modèle plus pertinent ?
- est-il possible de ne pas figer cette forme fonctionnelle a priori pour calibrer le modèle ?

Ces interrogations ont suscité de nombreux travaux, par exemple, de F.S. KOPPELMAN, M.J.I. GAUDRY et M. WILLS<sup>63</sup>. Le but de ces travaux est d'essayer, en partant de la structure logit standard, de fournir une meilleure identification des relations sous-jacentes entre le comportement de déplacement et les variables explicatives (ce but est d'ailleurs souvent réalisé...).

Il est apparu dans des études empiriques, depuis Stevens en 1957 et Briggs en 1973 qu'il existe, comme nous avons noté plus haut, une transformation non linéaire (probablement représentable par une fonction puissance) entre la valeur perçue et la valeur objective de certaines variables caractérisant l'offre de transport (coût, temps de déplacement). De même, la perception de la pénibilité, de l'inconfort, etc. ne semblent pas croître de façon linéaire.

Par la suite, en s'appuyant sur les théories de la décision et du consommateur, il a semblé naturel à certains auteurs d'introduire des fonctions d'utilité non linéaires pour mieux tenir compte du facteur " perception " que dans une combinaison linéaire de variables objectives d'offre.<sup>64</sup>

En fait, comme le précise F.S. KOPPELMAN : " il semble intéressant d'introduire des transformations non linéaires sur certains attributs des modes pour essayer de tenir compte des effets de perception de ces variables par les individus ".

La première idée utilisée à été celle d'une transformation puissance de certaines variables :

$$F(X) = (X_0 - X)^\alpha,$$

avec  $X_0 > X$ ,  $0 < \alpha < 1$  (on introduit  $F(X)$  à la place de  $X$  dans les fonctions d'utilité).

Mais quelle valeur donner à  $\alpha$  ? Les études statistiques pouvaient-elles le préciser ?

Les travaux menés par GAUDRY et WILLS consistent à " élargir le champ " des formes fonctionnelles possibles de l'utilité. Leur intérêt est de ne pas figer cette forme fonctionnelle a priori, c'est-à-dire de rendre les modèles utilisés moins contraignants : les exposants sont considérés comme des paramètres du modèle au même titre que les

---

<sup>63</sup> KOPPELMAN F. S., GAUDRY M.J.I., WILLS M., "Estimating the functional form of travel demand models", Transportation Research, Vol. 12, No 4, 1978, pp. 257-289.

<sup>64</sup> LERMAN, LOUVIERE, "Using fundamental measurement to identify the form of the utility functions in travel demand models", Transportation Research, No 673, pp. 78-85.

pondérations.

Les auteurs résument souvent leur conception par : “ *Laissons les données s'autodéterminer en ajustant elles-mêmes leur forme fonctionnelle* ”.

Ces recherches sont de nature plutôt empirique : leur but est d'obtenir, pour un modèle donné, de meilleurs résultats, c'est-à-dire un meilleur ajustement des variables en réfutant l'hypothèse de linéarité de l'utilité.

Formalisation :

Nous nous intéressons à deux transformations de variables :

- la transformation de Box-Tukey (Anscombe et Tukey, 1954)

$$F\lambda *_{\mu}(X) = \frac{(X - \mu)^{\lambda} - 1}{\lambda} \quad \text{si } \lambda \neq 0$$

$$F\lambda *_{\mu}(X) = \ln(X - \mu) \quad \text{si } \lambda = 0$$

- et la transformation de Box-Cox (Box et Cox, 1964)

$$BC(X) = F\lambda *_{\mu}(X)$$

Ces transformations peuvent être appliquées à toutes les variables ou à certaines, voire à des membres entiers d'une équation.<sup>65</sup>

Cette approche est issue des “ modèles de niveaux ” : au lieu d'effectuer une régression linéaire classique, on a tenté d'appliquer ces transformations aux variables pour essayer d'obtenir un meilleur ajustement du phénomène modélisé.

On l'applique de la même façon aux variables explicatives des fonctions d'utilité “ *pour essayer d'obtenir une forme fonctionnelle optimale ou, plus simplement, comparer la forme estimée à une forme suggérée par la théorie, nos préjugés ou notre expérience...* ”.

L'introduction de ces transformations aboutit finalement au modèle “ Box-Cox-logit ” (ou BC-logit) de même formule que le modèle logit standard et où :

---

<sup>65</sup> Cf. M.J.I. GAUDRY, 1982, op. cit.

$$V_{it} = \beta_{oi} + \sum_{k=1}^k \beta_{kBCi} \lambda_k(X_{itk})$$

avec

$$BCi\lambda_k(X) = \frac{X^{\lambda_k} - 1}{\lambda_k}.$$

Son calibrage nécessite plus de calculs, mais il permet, en principe de mieux représenter les réactions des consommateurs, dont rien ne permet d'affirmer a priori que l'utilité soit linéaire dans les variables.

### Estimation des paramètres :

Elle pose de sérieux problèmes : d'une façon générale, plus rien ne permet d'établir la concavité de la fonction de vraisemblance (cependant, il y a tout lieu de penser qu'il existe une forme fonctionnelle optimale).

### Au niveau pratique :

- si une seule transformation a été introduite, il est possible de trouver la forme optimale (en estimant chaque fois comme un modèle logit linéaire). Dans de nombreuses études pratiques, la vraisemblance s'avère d'ailleurs concave.<sup>66</sup>
- si plusieurs transformations sont introduites, il n'existe pas de méthode formelle permettant de calculer d'un bloc les  $\beta_i$  et les  $\lambda_i$ . On procède par tâtonnements en utilisant des valeurs approchées des exposants, obtenues la plupart du temps sur les sous-échantillons (au moins 200 observations en général, d'où un gain appréciable en temps-machine).

### Résultats

Ils sont intéressants : de nombreuses études mettent en effet en évidence un meilleur ajustement des données en réfutant l'hypothèse de linéarité.<sup>67</sup> M.J.I. GAUDRY a également remarqué, de façon empirique dans la grande majorité des études menées au C.R.T. de Montréal, le phénomène suivant : la détermination d'un  $\lambda$  optimal conduit souvent à des valeurs des constantes spécifiques  $\beta_{oi}$  des utilités des modes non-significativement différentes de zéro (ce qui semblerait montrer que ces constantes absorbaient dans le modèle logit une erreur due à une mauvaise formulation fonctionnelle).

### Les problèmes de la méthode

<sup>66</sup> Comme on l'a vu, l'introduction de ces transformations semble poser de nombreux problèmes. Cf. J. I. GAUDRY, *Essai d'introduction de transformations*, R.A.C.

<sup>67</sup> Cf. KOPPELMAN et GAUDRY qui ont réalisé des essais comparatifs.

problèmes d'ordre théorique :

- l'estimation est nettement plus délicate à réaliser ;
- elle ne repose plus sur des hypothèses très " solides " (la concavité de la vraisemblance, et donc l'unicité de l'estimateur n'est plus assurée) ;
- les propriétés des estimateurs sont difficiles à établir et la validation du modèle semble délicate (les travaux de GAUDRY sont de nature empirique, seul WILLS s'est penché sur les propriétés théoriques des estimateurs).

Au-delà de ces problèmes techniques, l'interprétation des résultats obtenus par ce type de modélisation ne semble pas évidente : une forme fonctionnelle optimale pour  $\lambda = 0,5$ , comme sur l'étude sur le modèle de la R.A.T.P., traduit un phénomène bien difficile à interpréter...

Il reste que l'utilisation de formes fonctionnelles souples permet de mieux rendre compte des données que des formes prédéterminées. C'est en cela que ces travaux sont intéressants.

### **Sur la propriété I.I.A**

Cette propriété (ou hypothèse) fondamentale du modèle logit risque d'être non vérifiée dans de nombreux cas réels, notamment avec l'introduction d'un mode nouveau.

La réalité montre que des caractéristiques non observées entre alternatives sont souvent dépendantes. Prenons l'exemple de la construction d'un métro : il est quasiment certain (et vérifié dans de nombreuses études) que ce mode enlèvera une part plus importante aux clientèles d'autres modes collectifs qu'au mode voiture particulière ; il existe en effet une certaine analogie technique entre métro et bus (et corrélation probable des caractéristiques non observées entre ces deux modes).

De nombreux auteurs ont donc cherché à contourner cette propriété.

### **Le modèle logit structure**

C'est une des premières approches. Elle contient le modèle logit standard comme cas particulier.

Le principe, de Daly, consiste à moduler la variance de la distribution ( $V_j - V_k$ ) suivant les paires d'alternatives considérées : on la rend plus faible pour des alternatives qui paraissent similaires (on ne raisonne plus sur la distribution de  $V$  mais sur celles des différences).

On introduit donc un facteur d'échelle  $a$ , caractérisant la variance de la distribution de Weibull :

$$Pt(i) = \frac{e^{aV_i}}{\sum_{j \in At} e^{aV_j}}$$

Soit  $As$  un sous-ensemble de  $At$  regroupant des alternatives similaires.

$$\begin{aligned} \text{On a alors } Pt(i) &= Pt(i / At) && \text{si } i \in As \\ &= Pt(As) * Pt(iAt / As) && \text{sinon,} \end{aligned}$$

où  $Pt(iAt / As)$  désigne la probabilité de choisir  $i$  sachant qu'on l'a choisi dans  $As$  et où  $Pt(As)$  désigne la probabilité de choisir dans  $As$ .

Alors,

$$P(As) = \frac{\sum_{j \in As} e^{aV_j}}{\sum_{l \in At} e^{aV_l}} = \frac{e^{aV_{As}}}{e^{aV_{As}} + \sum_{l \in As} e^{aV_l}}$$

Où

$$e^{aV_{As}} = \sum_{j \in As} e^{aV_j}$$

et

$$P(iAt / As) = \frac{e^{aV_i}}{\sum_{j \in As} e^{aV_j}}$$

On considère alors  $As$  comme une alternative unique (première phase du modèle avec un paramètre  $a$ ) avant d'estimer un sous-modèle dans  $As$  (deuxième phase avec un autre paramètre  $a' > a$  : la variance proportionnelle à  $1/a$  est donc ici plus faible que la variance de départ). On fait varier la sensibilité des choix suivant les ensembles d'alternatives considérés.

La contrainte de la propriété I.I.A. s'en trouve réduite : le rapport des probabilités de choix varie avec le paramètre  $a$ .

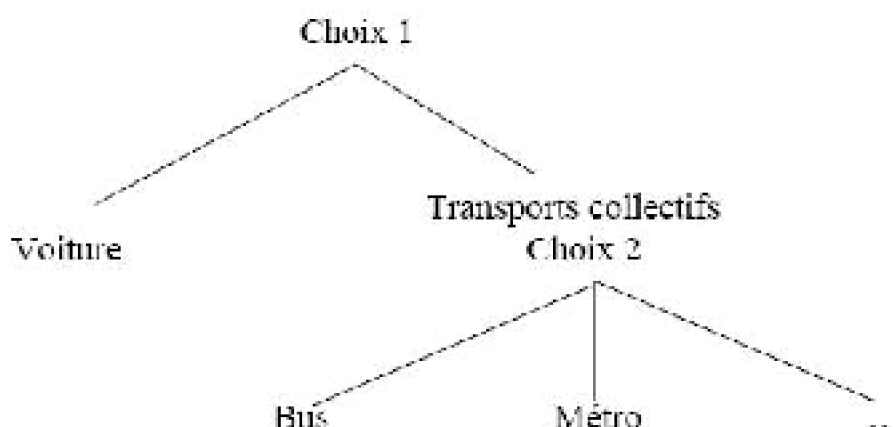
### Le modèle de maximum

Cette formulation consiste également à décomposer et à structurer les choix des individus, mais de la façon suivante :

Exemple de décomposition :

Soit  $A = \{\text{voiture, transports collectifs}\}$  et soit  $A_{tc}$  l'ensemble des modes de transports collectifs possibles.

Le choix est décomposé de la façon suivante :



On considère,

$$j \in A_{tc}, P_t(j) = \frac{e^{V_j}}{\sum_{h \in A_{tc}} e^{V_h}}$$

puis,

$$V_t = \sup (V_{tl}, l \in A_{tc})$$

et enfin,

$$\text{pour } j \in A, P_t(j) = \frac{e^{V_j}}{\sum_{h \in A} e^{V_h}}$$

Le choix étant ainsi décomposé, l'influence de I.I.A. est réduite.

### Le modèle dogit

Plutôt que d'admettre la forme logit et de tenter de restreindre les conséquences de I.I.A., cette approche due à M.J.I. GAUDRY, postule d'emblée une autre formulation, celle du modèle dogit<sup>68</sup> :

$$P_t(i) = \frac{e^{V_{it}} + \theta \sum_{j \in A_t} e^{V_{jt}}}{(1 + \sum_{j \in A_t} \theta_j) * (\sum_{j \in A_t} e^{V_{jt}})}$$

L'idée de base des auteurs est d'associer des pondérations différentes à chaque mode.

Si nous prenons un exemple à deux alternatives :

$$P(1) = \frac{e^{V_1} + \theta_1(e^{V_1} + e^{V_2})}{(1 + \theta_1 + \theta_2) * (e^{V_1} + e^{V_2})}$$

Dès lors,

- les limites observées des probabilités de choix des différents modes de 0 et de 1 (meilleure prise en compte des phénomènes de captivité des individus vis-à-vis de certains modes) ;
- les usagers ne réagissent plus de la même façon vis-à-vis de chaque mode ;
- la formulation de la probabilité de choix d'un mode est dépendante de tous les autres modes, ainsi que les rapports des probabilités de choix prises deux à deux : cette formulation n'est pas contrainte par I.I.A. :

$$\frac{P(i)}{P(j)} = \frac{e^{V_i} + \theta \sum_k e^{V_k}}{e^{V_j} + \theta_j \sum_k e^{V_k}}$$

ainsi, si  $\theta_i$  et  $\theta_j$  sont différents de 0, l'introduction d'une nouvelle alternative change ce ratio. Le problème de la constance du rapport  $P(i) / P(j)$  est contourné ;

- ces paramètres interviennent également dans les formules des élasticités (ils "jouent" comme des réducteurs d'effet, pour rendre compte de la captivité ;
- ils sont très faciles à interpréter, reprenons l'exemple binaire :

---

<sup>68</sup> GAUDRY et DAGENAIS. "The dogit model", Publication No 82 du C.R.T. de Montréal, Transportation Research, Vol. 13 B(2), 1979.



$$P(1) = \frac{1}{1 + \theta_1 + \theta_2} - \frac{e^{v_1}}{e^{v_1} + e^{v_2}} + \frac{\theta_1}{1 + \theta_1 + \theta_2}$$

soit,

$$P_{\text{dogit}}(1) = \frac{1}{1 + \theta_1 + \theta_2} * P_{\text{logit}}(1) + \frac{\theta_1}{1 + \theta_1 + \theta_2}$$

Alors, en terme de parts de marché,  $\theta_1 / (1 + \theta_1 + \theta_2)$  représente la limite inférieure de  $P(1)$  : c'est la portion de la population qui est forcée de choisir le mode 1, tandis que la partie non captive de la population :

$$1 - \frac{\theta_1}{1 + \theta_1 + \theta_2} - \frac{\theta_2}{1 + \theta_1 + \theta_2} = \frac{1}{1 + \theta_1 + \theta_2}$$

voit son choix modélisé par un modèle logit.

Toutefois, plus on insère dans l'utilité de variables permettant d'appréhender la captivité, plus la spécification du modèle est bonne et moins les paramètres  $\theta_i$  sont significatifs (c'était le cas dans une étude de M.E. BEN AKIVA). Ils deviennent alors un indice de bonne spécification du modèle logit correspondant.

L'estimation des paramètres du modèle se fait toujours par une méthode de maximisation de la vraisemblance, en utilisant les ratios  $\ln(P(i) / P(j))$ .

Notons enfin qu'il existe une généralisation du modèle dogit qui consiste à éclater les différents paramètres  $\theta_i$  en  $\theta_{ij}$ , représentant l'influence du choix de  $i$  sur le mode  $j$ .

Ainsi, pour chacune des hypothèses contestables dans la formalisation du modèle logit, il est possible de trouver une variante plus sophistiquée : au prix de modifications lourdes, chacun des problèmes semble pouvoir être résolu.

### Critique de l'opérationalité du modèle

L'opérationalité du modèle peut être jugée de deux façons différentes :

- en tant que simple outil technique, capable de donner des réponses fiables à des variations fines des variables du système des transports (coût, vitesse, qualité de service...);
- ou en tant qu'outil scientifique de représentation des comportements des individus (cet objectif rejoint partiellement le premier : la recherche de la sensibilité des modèles aux variables de service passe nécessairement par l'analyse du

comportement et une amélioration du modèle au regard du premier objectif aboutit vraisemblablement à une amélioration au regard du second).

Appréhender la diversité des situations complexes de la réalité semble être un préalable nécessaire à tout travail de modélisation.

Bien des erreurs de prévision sont en fait dues à une analyse insuffisante au départ et non, pas à une mauvaise prévision des facteurs déterminants de la demande.

***“ Tout travail de modélisation doit reposer sur une analyse approfondie... Le modèle de prévision lui-même devra impérativement avoir une vertu explicative. ”***

69

### **Les exigences de l'opérationnalité d'un modèle**

L'opérationnalité d'un modèle a été définie par A. BONNAFOUS, comme nous l'avons déjà mentionné, par les trois conditions nécessaires et suffisantes de cohérence, pertinence et mesurabilité.

De plus, ces trois conditions sont par nature, selon l'auteur, contradictoires ; ceci constitue la problématique des modèles. En effet, l'amélioration de l'une d'entre elles entre nécessairement en conflit avec les deux autres (une grande pertinence risque, par exemple, d'altérer la cohérence du modèle et de poser d'insurmontables problèmes de mesurabilité). Il est évident qu'on ne peut se pencher sur l'un de ces trois critères sans évoquer les deux autres.

Ces trois conditions d'opérationnalité suscitent les réflexions suivantes :

Tous les modèles de demande de transport, ainsi que de nombreux autres modèles 1. économiques, se heurtent à un problème important de mesurabilité : certaines causes déterminantes pour un phénomène observé, comme un processus de décision, par exemple, sont souvent non quantifiables (les notions de perception du confort et de la sécurité d'un mode de transport ne semblent pas pouvoir être introduites dans un modèle ; n'en tenir aucun compte altérerait de manière importante la pertinence. Ainsi les modèles qui nous intéressent risquent de fournir de très mauvais résultats pour les deux roues, dont l'usage est lié à des variables non quantifiables, à une certaine “ image ” en particulier. Ce point est d'autant plus crucial que la plupart des formulations économétriques se fonde sur des notions d'utilité et de compensation monétaire ; le champ d'analyse s'en trouve restreint : non seulement il faut appréhender certaines variables non quantifiables, mais il faut les chiffrer monétairement (d'où les importants travaux en transport sur les “ coûts généralisés ”, “ la valeur du temps ”, etc.). Cependant, sauf à se borner à un outil purement théorique d'analyse de comportement Comme les travaux de L.A.M.S.A.D.E., si l'on veut élaborer un modèle statistique utilisable à des fins de planification, il semble qu'on ne puisse faire autrement que quantifier. C'est le sens de la troisième condition ; la mesurabilité pose des problèmes importants, mais “ il faut faire avec... ”

---

<sup>69</sup> BONNAFOUS A., *Conclusion d'un rapport rédigé pour le compte de l'O.C.D.E. “ La demande de transports de voyageurs en milieu urbain : méthodologie de l'analyse et de la prévision ”*, C.E.M.T., Table Ronde, No 32, Paris, 1976.

L'objectif technique est quasiment évident.

A la condition de cohérence s'oppose celle de clarté et de définition des objectifs que 2. les utilisateurs souhaitent atteindre. Si la cohérence interne de la formalisation du modèle, comme condition de la validation logique et formelle a posteriori de la structure utilisée, ne pose pas trop de problèmes, il en va tout autrement de la cohérence vis-à-vis des objectifs. L'objectif technique de certains utilisateurs ne peut pas être satisfaisant : le fait qu'un modèle désagrégé permette d'apporter des réponses à des problèmes délicats que les modèles classiques ne savaient pas résoudre ne suffit pas à affirmer qu'il est suffisamment cohérent pour être opérationnel. C'est bien au problème d'une bonne représentation des comportements des individus et à la causalité que la condition de cohérence par rapport aux ambitions théoriques renvoie. C'est sur cet objectif ambitieux qu'il faudra se pencher.

Enfin, la pertinence pose tout le problème de la représentation du réel. Simplifiant et 3. formalisant la réalité, le modélisateur la déforme forcément. C'est, donc, en terme de degré de conformité au réel qu'il faudra examiner le modèle. Cette remarque est importante : non seulement la pertinence peut nuire aux autres exigences, mais, même en ne jugeant un modèle que sur ce critère, on ne peut que tenter de jauger le degré d'adéquation à la réalité observée.

La pertinence s'avère relative, le modèle parfaitement pertinent n'étant pas de ce monde...

### **La cohérence interne**

En ce qui concerne les modèles logits, la phase de formalisation du modèle aboutissait à une structure mathématique cohérente.

Cette structure semblait poser certains problèmes de pertinence (propriété I.I.A., notamment) qui peuvent être résolus sur le plan technique par des variantes du modèle, dont la structure logique est également cohérente.

La cohérence interne du modèle semble, donc, assurée. Qu'en est-il de la cohérence vis-à-vis des objectifs théoriques ?

### **La cohérence par rapport aux objectifs**

Il importe ici de savoir si le modèle qui nous intéresse est bien adapté aux fins prévisionnelles pour lesquelles il est élaboré et, au-delà, s'il s'agit véritablement d'un modèle comportemental.

Une analyse approfondie révèle des défauts de cohérence importants.

Le développement que nous en faisons ici n'entend pas être exhaustif, mais consiste simplement à dégager certaines critiques de fond.

### **Les modèles désagrégés et le temps**

La dimension temporelle est totalement absente du modèle (comme des autres modèles,

désagrégés ou non). Au regard des utilisations potentielles, ce phénomène s'avère très important : se servir de l'outil pour effectuer des prévisions à plus ou moins long terme repose de façon implicite sur :

- l'invariance temporelle des structures socio-économiques existantes ;
- la capacité d'anticipation des caractéristiques des individus et de l'offre à l'horizon temporel voulu ;
- l'invariance temporelle de la relation obtenue à partir d'observations en coupe instantanée (ce qui renvoie directement à la causalité de cette relation : elle ne peut subsister que si elle constitue une représentation exacte du processus de choix et du comportement des individus).

Cette notion temporelle doit être ici considérée au sens large : les problèmes qu'elle pose se rapportent aussi bien à la séquentialité des choix qu'au caractère statique et instantané de la relation  $Pt(i) = \text{Modèle}(Xit)$  et qu'à l'horizon temporel de la prévision.

Prise dans ce sens, son absence cause de graves défauts de cohérence.

### **1) LA SÉQUENTIALITÉ.**

Le débat sur la pertinence ici est largement ouvert. D'ailleurs, au niveau technique, nous avons vu qu'il était possible d'utiliser des structures différentes (hiérarchisées, simultanées, séquentielles récursives).

La structure récursive permet d'opter pour la forme la plus pertinente.

Cependant, quelle que soit la structure adoptée, la cohérence se heurte à la pertinence d'un modèle censé représenter le processus de choix d'un individu moyen. Elle impose le même processus et la même séquence de choix à tous les individus du groupe considéré.

La fiction d'un individu moyen est-elle acceptable (surtout dans une " optique désagrégée ") ? La disparité des individus et probablement de leur processus de choix s'oppose, donc, directement à une structure prédéterminée, acceptable pour tous.

### **2) COUPE INSTANTANÉE ET CARACTÈRE STATIQUE.**

La relation mise en évidence par le modèle entre les caractéristiques des individus et de l'offre de transport et leurs choix est établie à partir d'observations en coupe instantanée. L'utiliser à des fins prévisionnelles suppose sa stabilité dans le temps.

Pour que le modèle soit cohérent par rapport à ses objectifs, il faut, donc, être sûr qu'il a permis de mettre en évidence le lien causal existant entre stimulus et réponse. Nous verrons plus loin que de graves défauts de pertinence permettent de mettre ce fait en doute.

Une des seules choses dont nous soyons sûrs, avec un modèle désagrégé, c'est de disposer d'un lien corrélatif relativement précis entre des observations de choix d'individus et les caractéristiques de ces mêmes individus et du système de transport A UN MOMENT DONNE : on dispose vraisemblablement d'une bonne analyse de la demande,

mais elle est instantanée ; le modèle à un caractère statique.

Ceci n'autorise à évaluer que des effets se manifestant immédiatement ou à très court terme. Dès lors, et exactement comme pour les modèles agrégés, le temps qui sépare un changement de l'offre de ses effets, par la réponse des usagers, ne peut pas être pris en considération. En théorie d'ailleurs, l'existence d'un temps de réponse fait également qu'il est toujours délicat de savoir si la coupe instantanée révèle ou non un état d'équilibre offre-demande du système des transports.

Le modèle procède d'ailleurs par “ à coups ” : calibré sur une situation donnée, on estime qu'il est capable de fournir une réponse dans une autre situation donnée, et on ne tient aucun compte de l'évolution qui existe entre ces deux situations : pour cette simple raison qu'il nécessite de figer l'offre dans un certain état pour fournir une réponse-demande.

Il en résulte finalement une assez mauvaise prise en compte de l'équilibre offre-demande : rien n'indique que la situation résultat caractérise un état d'équilibre ; il est généralement nécessaire, comme dans les modèles agrégés, d'effectuer un “ bouclage ” entre l'offre et la demande, jusqu'à l'atteinte d'un état d'équilibre. En ce sens, la réponse fournie n'étant ni exactement celle de cohérence ni celle de pertinence.

Cette analyse de la demande en coupe instantanée pose également un autre problème de cohérence, mais surtout de pertinence : le modélisateur raisonne uniquement sur une demande exprimée et pas sur des besoins. Le cadre qui préside à cette modélisation semble ici pris en défaut : si l'objectif est de prévoir la demande, cela ne peut s'effectuer qu'en sachant comment elle est générée ; savoir comment la demande s'exprime dans une situation donnée ne permet pas de répondre à cette question : ils placent les individus en situation de choix, mais après la décision “ de se déplacer ou non ” : la description satisfaisante d'une telle alternative dans la structure de notre modèle reviendrait à modéliser totalement le système d'activités des individus placés devant le choix.

De plus, le modèle plaçant les individus en situation (artificielle) de choix, il néglige d'importants éléments sur les rythmes de vie et les “ reports ” d'activités.

### **3) AGRÉGATION ET PRÉVISION.**

Nous avons passé de différentes méthodes d'agrégation. Le fait que ces techniques ajoutent des approximations ou des erreurs aux prévisions se heurte à la cohérence théorique du modèle. Mais ici, l'objectif de la pertinence permet de répondre :

Le chemin suivi (désagrégation et réagrégation entachée d'erreur) permet effectivement d'obtenir des prévisions assez fiables (souvent nettement meilleures que celles des modèles agrégés). Il y a, donc, tout lieu d'accepter ce phénomène, même s'il semble choquant au premier abord.

Cependant, le modèle n'est bien évidemment pas capable d'extrapoler le devenir de ses données d'entrée. Toutes les techniques d'agrégation sont fondées sur la connaissance implicite, ou l'extrapolation, à l'horizon de prévision du modèle de la distribution de  $p(X)$  dans la population. Ces variables explicatives font elles-mêmes l'objet

de prévisions. Les erreurs peuvent, donc, se cumuler, dans des proportions importantes, au risque de nuire notablement à la pertinence du résultat.

Enfin, cette absence de prise en compte du temps pousse à s'interroger sur la validité de tous les résultats obtenus et, particulièrement, sur les élasticités : sauf si l'on est sûr de la causalité de la formulation du modèle, rien ne permet d'affirmer leur stabilité dans le temps.

Pour conclure sur le temps, il semble qu'il serait très intéressant de mener des études sur les évolutions temporelles et conjointes de l'offre et de la demande de transport sur un ou plusieurs sites. Au même titre, disposant d'un modèle jugé bien spécifié et bien calibré, il semble intéressant de le suivre au cours du temps (validations successives de politiques envisagées et réalisées, séries chronologiques des paramètres ou des élasticités et également de la valeur de la vraisemblance).

### **Objectivité et perception des variables**

Pour obtenir un modèle correctement utilisable, c'est-à-dire cohérent avec les objectifs prévisionnels, il est nécessaire de le fonder sur les variables techniques du système de transport :

- c'est à partir de ces critères que s'effectuent les choix des usagers ;
- mais aussi, le planificateur n'a la matrice que de ces variables mesurées objectivement.

Cette nécessité de cohérence s'oppose sur plusieurs points aux conditions de pertinence et de mesurabilité.

Si ces variables sont reconstituées pour chaque observation à partir d'une base d'offre (caractéristiques des réseaux : coûts, vitesses moyennes, temps moyens d'attente, etc.) elles risquent d'introduire des biais non négligeables sur la précision de la mesure des durées notamment.

Cette détermination de variables à partir de valeurs moyennes connues de façon plus ou moins agrégée (par zones), par les gestionnaires, entre d'ailleurs en conflit au niveau de la pertinence théorique avec la détermination des variables au niveau de l'unité décisionnelle, nécessaire au bon fonctionnement du modèle.

Est-il de plus permis d'affirmer que cette façon de procéder résout le problème de la perception de ces variables par les usagers ? Peut-on établir un modèle comportemental sans tenter d'appréhender ou de modéliser cette perception ? Nous tenterons de répondre à ces questions en analysant la pertinence du cadre conceptuel de cette modélisation.

### **La pertinence des modèles désagrégés**

Nous nous penchons ici sur le degré de conformité au réel de la représentation modélisée que nous étudions. Des critiques importantes peuvent être formulées à plusieurs niveaux, depuis les hypothèses de base, jusqu'aux détails de la spécification du modèle et de la

forme fonctionnelle de la fonction d'utilité.

### **Les hypothèses de base**

Reprenons les hypothèses qui ont permis de construire un modèle issu de la théorie néoclassique du consommateur et à utilité compensatoire.

#### **A. L'INFORMATION**

Un consommateur est un individu connaissant parfaitement toutes les caractéristiques de toutes les alternatives qui s'offrent à lui.

Or la réalité est tout autre, des études sont là pour le prouver :

- d'une part, un usager quelconque ne connaît que rarement l'ensemble des possibilités de choix qui s'offrent à lui ;
- d'autre part, même lorsqu'il les connaît, il ne dispose pas forcément de toute l'information nécessaire sur leurs caractéristiques ;
- enfin, lorsqu'il croit connaître ces caractéristiques, il n'en a qu'une vision déformée.

Différentes études montrent, par exemple, que :

- les usagers des transports collectifs surestiment leur temps de trajet (de près d'un tiers) notamment les temps d'attente, mais connaissent bien les tarifs ;
- les automobilistes ont tendance à surestimer légèrement leur vitesse, alors que les frais qu'occasionne l'utilisation de la voiture sont très mal connus et sous estimés<sup>70</sup>.

Ainsi, non seulement l'usager ignore quasiment complètement les caractéristiques des modes qu'il n'emploie pas, mais il biaise lui-même l'information sur le mode qu'il utilise.

Cette perception et les attitudes en faveur de telle ou telle alternative sont, elles aussi, bien évidemment, sujettes à des variations temporelles que le modèle n'appréhende d'aucune façon.

Accepter l'hypothèse que les usagers sont parfaitement informés pose, donc, un problème de pertinence.

#### **B. FONCTION D'UTILITÉ, COMPENSATION ET CARACTÈRE MAXIMISANT**

##### ***1) Spécification de l'utilité.***

La spécification particulière de la fonction d'utilité découle de la nécessité de mesurer l'attractivité de chacune des alternatives, en fonction de leurs caractéristiques. Or, à un degré plus ou moins élevé, les individus sont ignorants de ces caractéristiques. D'où la nécessité de rechercher d'autres variables susceptibles d'éclairer les choix.

<sup>70</sup> La constatation d'attitudes (inexpliquées) en faveur d'un mode plutôt qu'un autre (voiture / transports collectifs) a conduit à introduire dans les fonctions d'utilité des variables binaires pour tenir compte d'un biais modal " inexplicable par les autres

HIVERT J., "Modélisation de la demande de transport : présentation critique de l'utilité agrégée", Mémoire DEA Modèles et Algorithmes de la Décision, Université Pierre et Marie Curie Paris - VI, #989, 116 p.

variables.

En réalité, les coefficients dans la fonction d'utilité absorbent tous les effets des variables non spécifiées dans le modèle. Leur existence laisse planer un doute important sur la causalité du modèle obtenu ; en effet, on désire expliquer un phénomène à l'aide de certaines variables, mais pour que l'ajustement soit meilleur, on en rajoute une : la seule explication qu'elle fournit est " le mode 1 sera choisi parce que le mode 1 sera choisi ". Elle constitue, donc, une faiblesse importante du modèle car elle accumule tous les effets inexpliqués.

Il n'y a d'ailleurs aucune raison pour que cette variable ne dépende pas du contexte, du site sur lequel s'effectue le calibrage et de l'échantillon choisi...

Dans ces conditions, les possibilités de transfert du modèle d'un lieu à un autre sont très restreintes : F.S. KOPPELMAN<sup>71</sup> a, par exemple, tenté de transférer un modèle logit de choix modal de l'Ouest à l'Est de Washington et le résultat était catastrophique : aucun des paramètres n'était transférable...

Partant, le modèle n'est plus comportemental. L'explication de ces biais modaux fait l'objet de nombreux travaux de recherche sur les attitudes et les comportements :

- aux Etats Unis, on pousse plus loin la formalisation d'outils de mesure des attitudes ;
- en Europe, on explore plus avant ces attitudes en tentant de les appréhender par des enquêtes ouvertes de nature essentiellement qualitative.

L'appréhension de ces attitudes déterminantes du comportement et leur intégration dans les formulations semble délicate, mais nécessaire à la pertinence des modèles. Elles n'obéissent qu'à des facteurs économiques mais aussi à des facteurs socioculturels.

Le problème est de taille et jugé comme " un terrain glissant " par de nombreux auteurs.

## **2) *Forme fonctionnelle et utilité compensatoire.***

Les améliorations concernant la forme fonctionnelle consistent à trouver une meilleure forme d'évaluation simultanée de toutes les caractéristiques de tous les modes possibles. Or il se peut très bien que l'évaluation des caractéristiques soit elle-même de type séquentiel et non simultané.

C'est l'hypothèse d'une utilité compensatoire qui semble ici pouvoir être remise en cause. L'existence d'un équivalent général permettant de juger (et de substituer différentes valeurs) de toutes les caractéristiques est contestable.

Il est tout à fait possible qu'il existe une certaine hiérarchie pour les usagers entre les différentes caractéristiques des modes. Il se peut que ces caractéristiques soient ordonnées suivant leur importance, i.e. que la structure des préférences soit de type lexicographique.

---

<sup>71</sup> KOPPELMAN F. S., GAUDRY M.J.I., WILLS M., "Estimating the functional form of travel demand models", Transportation Research, Vol. 12, No 4, 1978, pp. 257-289.



De plus, dans le modèle logit linéaire, comme dans les variantes de type Box-Cox, on suppose la continuité de la fonction d'utilité par rapport aux attributs des alternatives. Cette hypothèse de la continuité de la réponse au stimulus apparaît en fait invérifiable avec des données en coupe instantanée. De nombreuses recherches sur les cycles de vie montrent d'ailleurs l'existence d'effets de seuil plus ou moins individuels sur la stabilité ou la remise en cause de décisions déjà prises (rôle de l'habitude négligé dans le logit).

L'existence de discontinuité d'une caractéristique et de hiérarchie au sein de leur ensemble ne sont, donc, aucunement prises en compte sur les variables objectives. L'existence d'effets de seuil sur la perception des variables est également probable.

### **3) Maximisation de l'utilité.**

L'attractivité d'un mode est mesurée à partir de ces attributs, évaluables au moyen d'un équivalent général, évaluation aboutissant à une mesure d'utilité.

A l'aide de cette hypothèse, l'estimation du modèle est ramenée à un problème de maximisation aisément résoluble.

Or certains problèmes de non compensation remettent en cause l'existence d'un équivalent général.

De plus, même en admettant qu'un individu se comporte de façon à maximiser sa satisfaction, rien n'indique :

- qu'il ne prend en compte que sa satisfaction personnelle ;
- que sa satisfaction n'a trait qu'à des biens et services évaluables par un équivalent général (irréductibilité des biais modaux à une simple notion économique) ;
- qu'il arrive à maximiser sa satisfaction, la solution qu'il adopte pouvant s'avérer sous-optimale (dès lors, ce ne sont plus ses préférences que le modèle révèle).

Au niveau de la pertinence, la rationalité des individus semble dépasser celle de " l'homo economicus ". Améliorer cette pertinence nécessite une " monétarisation " de certaines décisions non économiques (c'est le cas du confort), ce qui renvoie au problème classique de la mesurabilité.

### **C. INDÉPENDANCE DES ALTERNATIVES, INDÉPENDANCE DES INDIVIDUS**

L'existence d'une dépendance entre certaines alternatives est une réalité, mais aussi une remise en cause directe de la propriété I.I.A. : l'invariance des échelles de préférence des individus quand l'offre varie apparaît particulièrement irréaliste.

D'autres formulations permettent de s'affranchir de cette propriété. Améliorer la pertinence s'oppose, donc, ici directement à la cohérence interne du modèle logit, puisque les solutions proposées consistent à changer de structure.

Le modèle dogit constitue une amélioration théorique certaine. De plus, ses avantages de mesurabilité (estimation par les techniques standards) sont similaires. Mais son application ne semble pas avoir révélée jusqu'à présent de réelle supériorité.

Cette dépendance des alternatives se retrouve également dans leur “ image ” qui aboutit à des biais modaux. Ces derniers semblent dépendre de la situation de l'individu vis-à-vis d'un groupe social (l'usage de l'automobile est encore un signe d'aisance, de modernisme, de dynamisme...). Ainsi, la consommation d'un individu est dépendante du mode de consommation des autres, ne serait - ce que par leur appartenance à un groupe social.

Les deux problèmes sont liés : l'interdépendance des choix des individus débouche sur une dépendance des alternatives en terme d'image sociale.

Enfin, au niveau technique, l'interdépendance des choix des individus ne fait aucun doute. La capacité du système des transports étant limitée, il est nécessaire que certains usagers se déplacent en transports collectifs pour que d'autres puissent se déplacer en automobile. Contrairement au modèle, l'équilibre offre - demande est essentiellement dynamique.

Il en va de même au sein d'un ménage : l'offre est “ mobile ” ; les choix modaux de deux actifs d'un ménage monotorisé sont largement dépendants. Or, pour la cohérence, l'indépendance devrait être assurée : l'observation des comportements est interprétée comme un échantillonnage de tirages indépendants.

Bilan sur les hypothèses de base. Ainsi, la réalité apparaît être celle d'utilisateurs :

- généralement mal informés ;
- ne disposant pas d'un équivalent général d'évaluation des attributs des alternatives ;
- pour qui certaines caractéristiques n'ont pas de compensation ;
- qui peuvent répondre de façon discontinue aux changements ;
- au processus de décision parfois très divers (y compris dans leur structure) ;
- dont les choix sont interdépendants à l'intérieur d'un même groupe social, limités voire absents entre différents groupes sociaux.

### **Le simplisme du cadre conceptuel**

Sa plus grande vertu est de tenter de “ tracer la voie ” d'analyse de la demande de transport : il constitue un schéma stimulus – réponse entre caractéristiques des individus et de l'offre d'une part et la demande exprimée d'autre part.

C'est grâce à lui que les modèles désagrégés fournissent une bonne corrélation.

Mais cette vertu est également son plus grave défaut. Analysons-le plus profondément. Il révèle les déficiences suivantes :

- l'hypothèse d'homo economicus semble trop grossière ; le vécu des utilisateurs n'est absolument pas pris en compte ;
- la réversibilité des relations fonctionnelles est absente : il en résulte une interprétation variables expliquées / variables explicatives non conforme à la réalité (la demande influence l'offre) ;

- le schéma stimulus - réponse n'est pas pertinent : il néglige totalement la perception et, donc, la subjectivité de l'univers des choix des usagers ;
- il limite la demande de transport à sa part observable.

Dès lors :

- révélant (ou étant censé révéler) les préférences d'individus dont la demande est exprimée, il nous empêche de raisonner sur les besoins réels parfois non satisfaits ;
- il ne tient aucun compte d'un problème important que nous avons déjà évoqué : la perception des caractéristiques objectives par les individus.

Il serait possible d'essayer de dépasser ce problème en utilisant un modèle à partir de données perçues et non plus objectives (la comparaison s'avérerait probablement instructive : c'est en se fondant sur leur information que les individus effectuent des arbitrages). Mais alors, l'objectif du modèle consistant à calculer des réactions à des variations des variables objectives de l'offre de transport ne serait plus réalisé. Et le problème ne serait pas pour autant entièrement résolu : il existe trois valeurs pour une même caractéristique : la valeur perçue qui règle le comportement, la valeur déclarée que l'on peut recueillir par enquête (et qui est différente) et la valeur objective, objet de la planification.

La solution réside peut-être dans l'élaboration d'un modèle de perception permettant d'utiliser des “ données d'offre subjectives ”. (Cependant, si sous information et déformation de l'objectif constituent une règle quasi unanime, la façon dont elle s'applique est probablement directement liée aux individus eux-mêmes et au contexte du site étudié : un modèle de perception a peu de chances d'être transférable).

Notons cependant que l'opinion de certains “ créateurs ” de modèles désagrégés ne paraît pas du tout satisfaisante sur ce point.

Dire que le modèle représente, à la fois la formation des perceptions des variables et la réaction à ces perceptions, semble quelque peu excessif au regard de tous les défauts de cohérence et de pertinence du modèle. Et même si cela était, le modèle n'en serait que plus fragile : l'invariance spatiale et temporelle de la relation mise en évidence laisserait encore plus à désirer, une modification des mécanismes de perception aboutissant à des erreurs de prévision encore plus importantes.

Cependant, la résolution du problème de formation des perceptions est bien la condition nécessaire à l'élaboration d'un réel modèle de comportement, reflet des choix individuels.

Finalement, le cadre proposé ne laissant aucune place à la perception et aux habitudes des individus en matière de déplacement, et au-delà aux habitudes de vie, fait forcément déboucher sur des modèles (agrégés ou désagrégés) qui ne semblent pas, par leurs fondements, conformes à la réalité.

Ils constituent souvent un bon ajustement de la demande, mais pas une bonne analyse. La causalité étant prise en défaut, le modèle n'est pas comportemental, il reste corrélatif.

H. DE LA MORSANGLIERE <sup>72</sup> propose de pallier les carences de ce schéma en le modifiant de la façon suivante :

- tenir compte de la limitation de l'univers objectif de choix par le contexte socio-économique ;
- tenir compte de la structure urbaine et non pas seulement des caractéristiques socio-économiques des individus ;
- tenir compte de l'univers subjectif de choix qui dépend des habitudes de déplacement (et tenter de tenir compte du mode de vie) ;
- la demande exprimée doit pouvoir influencer en retour l'offre et le contexte socio-économique.

Ainsi le processus complexe de formation de la demande n'est plus réduit à un simple schéma stimulus – réponse, mais est représenté par une série de relations interdépendantes entre variables objectives, variables inhérentes aux individus, variables subjectives et variables de transport.

La modélisation de la demande sur les bases de ce cadre conceptuel paraît très complexe, mais serait assurément plus pertinente.

### **La mesurabilité des modèles désagrégés**

Ce point a déjà été largement évoqué dans le chapitre, au sujet de la mesure individuelle des caractéristiques des alternatives.

Mais cette condition de mesurabilité est également liée à l'identification de l'ensemble des alternatives de choix : la définition de l'ensemble des alternatives est un point important, puisque la probabilité de choix doit être pour chacune non nulle.

Plusieurs problèmes s'y rattachent. Cohérence mais aussi pertinence en dépendent. La disponibilité d'une alternative n'est d'ailleurs pas une chose simple à définir, la disponibilité réelle pouvant différer de la disponibilité matérielle (exemple de l'automobile affectée par priorité au chef de famille).

Le caractère mouvant de l'offre est un des éléments importants qui compliquent cette définition.

STOPHER <sup>73</sup> suggère d'appréhender la définition des ensembles **At** par enquête auprès des individus. C'est en effet un domaine où la perception préside. Cependant, le recueil des données s'en trouverait alourdi...

De plus, les enquêtes sur les facteurs du choix modal montrent que la règle est l'absence de choix : la proportion d'individus ayant effectivement une possibilité de choix objectif, sans contrainte et étant réellement informée est très faible sur une population donnée. Ainsi, la détermination des alternatives effectivement disponibles s'avère d'une

---

<sup>72</sup> MORSANGLIERE H. DE LA, "Analyse et prévision des besoins de déplacement, cours polycopie", E.N.T.P.E., 1981.

<sup>73</sup> STOPHER P.R., MEYBURG A.H., "Urban transportation modeling and planning", Lexington Mass., Lexington Books, 1975.

grande importance, le problème du choix modal non contraint n'intervenant qu'après. Vouloir à tout prix modéliser le choix de mode sans tenir compte de cette limitation relève presque d'un défaut d'analyse.

Il semble d'ailleurs possible de construire des modèles fondés sur un principe de segmentation de la population, pour tenter de séparer les groupes dont le choix est réel de ceux dont le choix est contraint.

### 4.5.4. Conclusion

---

Ainsi, l'analyse de l'opérationnalité des modèles désagrégés révèle toute une série de critiques assez importantes. L'outil technique est-il, alors, à rejeter ? Quel est son apport au regard de l'objectif que nous avons fixé ? Il s'avère plus sensible aux caractéristiques techniques du système des transports que ses aînés agrégés, mais il souffre de nombreux défauts.

L'avantage du modèle logit réside initialement dans la simplicité de sa formulation, dans la facilité de son estimation et la simplicité de son utilisation à des fins prévisionnelles.

Les critiques théoriques que l'on a pu lui opposer ont abouti à différentes variantes reposant sur une sophistication croissante de la formulation.

Cette sophistication, d'une part, ne résout pas tous les problèmes, ne remet pas en cause ses fondements, et d'autre part, restreint les avantages initiaux du logit.

Les modèles désagrégés ne restent-ils que des " gadgets plus ou moins justifiés en théorie " destinés à un peu mieux appréhender le processus de décision des usagers en matière de transport ?

Sans doute pas, à en croire l'usage très populaire (voire quasi abusif) dont ils font l'objet dans certains pays, même s'il faut regarder ce phénomène avec une certaine circonspection...

Ils semblent en effet capables de répondre à certains types de préoccupations : au niveau d'une ville de taille " raisonnable ", ils modélisent de façon correcte certains phénomènes et permettent de tester des politiques (impact du taux d'occupation des automobiles, restriction de la circulation dans certaines zones, du stationnement, hausse des carburants...). Ils restent un outil de prévision utile aux gestionnaires de réseaux de transport, dans la mesure où, en un lieu donné, ils permettent de prévoir à très court terme les effets des modifications marginales de l'offre de transport, à demande totale constante.

Il reste que cette préoccupation modélisatrice débouche sur l'important problème (pas encore résolu) de la perception par les individus des variables objectives de l'offre de transport. Il semble bien qu'on ne pourra probablement pas lui apporter de solution satisfaisante en restant dans le champ restreint de l'analyse économique.

Du point de vue théorique, en se plaçant au niveau de la connaissance et de la compréhension des comportements de déplacements, le modèle désagrégé peut-il faire progresser la recherche ? Même si les prévisions semblent entachées d'une grande

incertitude, le modèle peut être utilisé comme instrument de mesure de la sensibilité des comportements à un ensemble de caractéristiques. Mais l'analyse a révélé que les variables techniques ne sont pas nécessairement les plus importantes.

L'appréhension des comportements semble passer par la reconnaissance de concepts plus pertinents de nature généralement socio-culturelle.

Il reste, au-delà du domaine des transports, que la structure mathématique évoquée n'est pas sans intérêt : en tant que méthode d'analyse et de prévision de phénomènes discrets, il est parfois intéressant de l'utiliser.

## 4.6. Conclusion du chapitre

Les points essentiels de ce chapitre sont les suivants :

- le problème de la modélisation du processus de choix modal connaît plusieurs approches qui sont largement présentées dans la littérature spécialisée.
- le modèle le plus utilisé reste, grâce à sa simplicité relative, le modèle basé sur la fonction logit, qui, par contre, soulève les critiques principales suivantes :
- le problème de la séquentialité ou de la simultanéité du choix ;
- le problème des formes fonctionnelles de la fonction d'utilité ;
- le problème de la propriété appelée dans la littérature anglo-saxonne " Independence of Irrelevant Alternatives " ;
- le problème de la coupe instantanée et du caractère statique des modèles ;
- outre ces problèmes classiques, vu le changement des conditions de base (données empiriques) pour la modélisation du processus de choix "automobile - transports en commun", surtout en milieu urbain, il semble indispensable d'actualiser l'appareil mathématique et parfois les suppositions logiques pour décrire certaines situations.

## Chapitre V : Modèle

### 5.1. Formalisation théorique

Tout d'abord nous allons présenter une idée de la structure théorique d'un modèle dont les principaux paramètres sont suivants :

- le champ des forces représentant “ la densité de l'espace social ” composé de différentes séries de facteurs influençant positivement la position d'un individu moyen par rapport au choix modal ;
- les propriétés du point (la position d'un individu moyen par rapport au choix modal) dans l'espace définissant la force d'attraction de ce point vers la source du champ des forces ;
- la quantité minimale de travail nécessaire pour effectuer un changement d'une position du point du choix modal ;
- l'interprétation de la quantité minimale de travail nécessaire pour la réalisation de changement d'une position du choix modal dans le temps et dans l'espace.

Il est indiscutable que la pratique sociale remplissant des espaces humains de la géographie différente a une influence très importante sur la plupart des processus

économiques, urbains etc. Cela concerne bien sûr le processus de choix modal qui est un facteur déterminant les parts de marché des transports urbains dans la mobilité des personnes.

La densité de l'espace social est un ensemble de composantes de la substance définie, évalué du point de vue du positionnement des parts de marché des différents modes de déplacements, dans un milieu nous entourant et, proprement dit, créé par l'homme. La notion de " densité " est introduite dans l'estimation du travail (ou des efforts) minimal nécessaire pour faire changer la part de marché d'un mode de déplacement. Il est évident que de cette densité dépend la quantité de travail à prendre, puisque dans un milieu plus dense (voire plus résistant) nous faisons plus d'efforts pour obtenir un changement. Pourquoi déterminer une quantité minimale de travail à prendre ? Parce qu'on peut faire des efforts correspondant à une quantité de travail bien supérieure à celle minimale, mais le résultat sera bien inférieur à celui attendu. Les efforts effectués ne se composent pas seulement de moyens financiers ou, même, matériels, mais également d'autres efforts plus subjectifs : par exemple, faire changer l'opinion publique par rapport à la question qui nous intéresse : l'évolution de la répartition modale. Cette question nécessite, bien sûr, l'application des moyens monétaires, mais souvent elle représente le changement de la politique ou, même, de l'idéologie dominante. Donc, le cas échéant, pour réduire, par exemple, le trafic routier d'un quartier quelconque nous pouvons très simplement trouver la solution de le faire avec le minimum des moyens financiers - créer des clôtures pour des voitures aux entrées dans ce quartier. La perte de ces moyens financiers ne représente qu'une petite partie de quantité minimale de travail à effectuer. Il est toutefois indispensable dans ce cas d'ajouter d'autres efforts pour que, par exemple, ces clôtures ne soient pas cassées ou pour réprimer un mécontentement d'une bonne partie des habitants de ce quartier et non pas seulement d'eux. Une autre alternative moins abstraite serait d'améliorer les déplacements en transport collectif, accroître leur vitesse commerciale par rapport à celle de la voiture particulière. Une des mesures pour cela peut être de réduire l'espace octroyé aux automobilistes d'une part et, de l'attribuer aux transports en commun. Matériellement ces mesures peuvent être réalisées assez facilement, mais il est indiscutable que l'opinion publique sera en revanche hostile à de telles mesures et dans ce cas les efforts à faire pour faire évoluer cette opinion sont beaucoup plus difficiles à prévoir. Ainsi, souvent la quantité minimale de travail nécessaire n'est pas limitée par des moyens financiers ou matériels, mais bien au contraire d'autres composantes liées aux mentalités, aux modes de vie et habitudes de la population. Le problème qui mérite d'être envisagé plus en détail est celui de la correspondance entre la quantité de travail trouvée dans un modèle théorique et celle qui s'appliquerait à la situation réelle.

La notion " densité de l'espace ", en ce qui concerne la quantité de travail à effectuer, est relative elle-même. C'est-à-dire que, si on reprend notre sujet de choix modal, il faut définir la densité soit par rapport à l'usage des transports collectifs, soit à celui d'une voiture particulière. Donc, autant la densité de l'espace est relativement forte pour un changement de la position de la part de marché de l'usage des transports collectifs, autant elle est relativement faible pour un changement de la position de la part de marché de l'usage de l'automobile. Nous pouvons dire qu'a priori c'est notamment l'efficacité de la



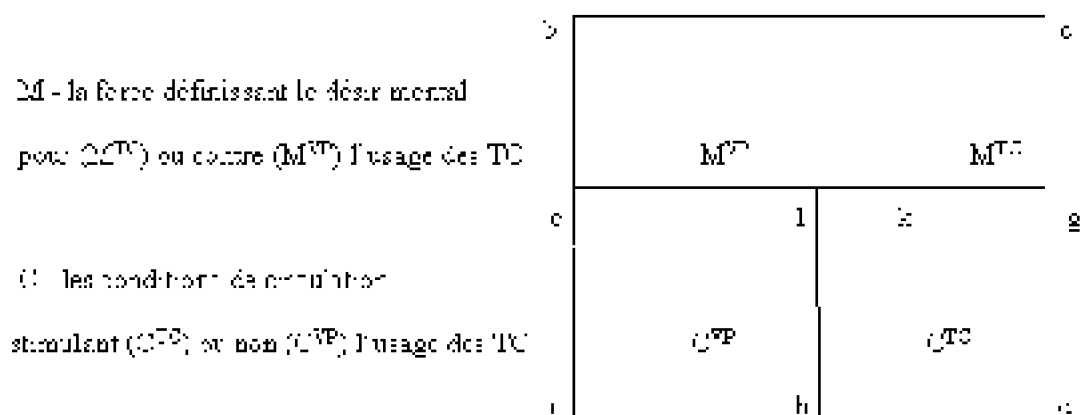
confrontation des quantités de travaux réalisées dans l'espace d'une certaine densité qui définit la position du choix modal des usagers des transports. Il est utile d'estimer l'efficacité des quantités de ces travaux et de faire des estimations théoriques sur la quantité minimale de travail nécessaire pour effectuer un changement désirable.

Un autre facteur exerçant une influence sur la densité de l'espace est le temps. Il est évident que la densité change avec le temps. Ceci a été observé, par exemple, dans l'évolution de l'industrie automobile, dont l'influence sur la population est actuellement importante, et non comparable, par exemple, avec celle des années 50 ou même 60. Donc, c'est un des facteurs qui joue sur le travail nécessaire pour diminuer la résistance de notre espace à l'intervention de l'automobile. Actuellement, par exemple, on peut voir la confrontation entre l'offre d'une voiture particulière et celle des transports en commun comme une partie des facteurs influençant le choix modal. Mais il faut noter que pour atteindre la qualité de l'offre de voiture particulière à nos jours, cette industrie a déployé une quantité énorme de travail, dont les résultats sont devant nous. D'autre part, la qualité de l'offre des transports en commun est aussi considérable mais la quantité de travail (nous omettons ici son efficacité) est insuffisante pour changer la tendance à l'augmentation de la part de marché de l'automobile. On peut dire que, d'une part, l'efficacité de la quantité de travail effectué définit la densité de l'espace, mais d'autre part la densité définit aussi la quantité de travail minimal nécessaire pour réaliser un changement désirable. C'est, donc, la dynamique du modèle.

Théoriquement la densité de l'espace représente une sorte de champ vectoriel, idéalement non stationnaire (dynamique) et avec un grand nombre de couches différentes définissant, proprement dit, sa " densité ". L'encyclopédie donne la notion suivante du champ physique : *" Entité décrite par l'ensemble des valeurs d'une grandeur physique, en général à plusieurs composantes, en tous les points de l'espace. D'ordinaire, le champ dépend aussi du temps (évolution du champ). On appelle couramment " champ en un point et au temps t " la valeur de la grandeur prise en un point et un instant déterminé. "*<sup>74</sup>. Nous allons donc faire une association entre la densité de l'espace décrivant, a priori dans notre cas, l'opinion publique d'un milieu social par rapport au choix modal, et la notion physique du champ pour avoir la possibilité d'utiliser l'appareil mathématique existant. Nous essaierons de présenter l'appareil mathématique théorique du positionnement d'un point dans le champ de force, tout d'abord le cas idéal et ensuite dans un cas intégrant des simplifications.

De plus, généralement, les forces existantes dans un champ dépendent des forces formant ce champ ainsi que des propriétés du point, qui, dans les champs physiques, peuvent être mesurées par la masse de ce point (le champ gravitaire), par la charge (les champs électriques et électromagnétiques), etc. On peut utiliser deux variantes pour la présentation de ce point : soit simplifier le modèle et poser les propriétés égales à 1 (il n'y aura donc que l'agrégation entre les forces des champs opposants), soit ce point peut être représenté comme une partie de carré présenté dans le graphique suivant.

<sup>74</sup> Encyclopédie Universelle, V. 1, p. 658.



Graphique 5.1 : Dynamique du choix modal "VP - TC"

Ce graphique exprime la situation pour l'ensemble d'usagers ou pour un individu moyen. Pour un individu réel, le carré ne se composera que des deux parties : M – en faveur soit de la VP, soit des TC, et C – aussi en faveur soit de la VP, soit des TC.

Le point définissant la position du choix modal d'un individu moyen est dissocié en deux composantes :

- M - la force définissant la position du désir mental d'un individu par rapport à l'usage d'une voiture particulière (ou des transports en commun).
- C - les conditions de circulation en voiture particulière (ou en transport en commun) dans la ville. Ici, seuls sont distingués le prix et le temps de transport comme facteurs définissant les conditions préférables pour le choix modal.

Dans le graphique 5.1 on a :

$$abcd = 1 \text{ (100 \%)}$$

$$\text{Une composante M} = eb * bc = eb * bf + fc * cg$$

$$\text{Une composante C} = ae * eg = ae * el + hl * lg$$

Par rapport à l'usage des transports en commun ce point est donc décrit par l'équation suivante :

$$p^{TC} = fc * eg + lg * gl = 1 - (bf * fk + el * lh),$$

où  $(bf * fk + el * lh)$  est la position de ce point par rapport à l'usage de l'automobile.

Les facteurs qui nous intéressent dans ce carré définissent « la charge » du point P. Nous considérons donc la partie de désir mental relative au choix modal comme :  $M^{VP} = M^{TC} (M^{TC} = M^{VP})$ .

L'autre partie de carré exprime l'influence des deux champs des forces opposées.

Donc,  $C^{VP}$  est l'influence de la source des forces en faveur de l'usage de la voiture particulière et  $C^{TC}$  est l'influence de la source des forces en faveur de l'usage des transports en commun.

Le carré lui-même montre la dynamique du choix modal d'un individu moyen, mais il se forme sous l'influence des facteurs du champ des forces définissant, dans notre cas, la densité de l'espace. Et ce carré est insuffisant pour trouver la quantité de travail nécessaire pour changer la position du choix modal (d'un point dans l'espace). Cela nécessite l'introduction du facteur de temps.

Le cas théorique général décrit la densité de l'espace comme fonction de l'ensemble de facteurs définissant l'espace et le temps :

$$D = F\{f[(C_1^{VP}, \dots, C_n^{VP}), t], f[(C_1^{TC}, \dots, C_n^{TC}), t]\},$$

avec  $D$  : la densité de l'espace ;

$t$  : le temps (en ordre chronologique).

Et « la charge » du point  $P$  sera décrite par la fonction :

$$M = F\{f[(M_1^{VP}, \dots, M_n^{VP}), t], f[(M_1^{TC}, \dots, M_n^{TC}), t]\},$$

avec  $C + M = 1$ .

La quantité minimale de travail pour effectuer un changement du point  $P_0$  ( $p_0, t_0$ ) vers le point  $P_1$  ( $p_1, t_1$ ) dans l'espace et dans le temps (ou seulement dans le temps, si  $p_0 = p_1$ ) est définie par l'intégrale curviligne :

$$T = \int_{P_0 P_1} R dt + Q dp,$$

où  $R$  et  $Q$  sont des projections d'un vecteur  $\vec{V}$  résultant de la somme vectorielle des forces  $C$  et  $M$  appliquées pendant le temps  $\Delta t = t_1 - t_0$  le long de la courbe  $P_0 P_1$ .

soit :

$$T = \int_{P_0 P_1} f[(C, M), t] dt + f[(C, M), t] dp$$

Ensuite, nous allons définir les traits importants de la structure théorique du modèle (les graphiques 5.2 et 5.3 ci-dessous) :

- la position du point  $P$  ( $p, t$ ) exprime la part modale de l'usage des transports (ici des

transports collectifs) ;

- la position du point P ( $0 < P < 1$ ) dépend des conditions C ;
- les conditions C ne dépendent pas de la position P ;
- la position P dépend des forces mentales M (composante psychologique) ;
- les forces mentales (la valeur absolue<sup>75</sup>) M ne dépendent pas de la position P ;
- les conditions C ne dépendent pas des forces mentales M (la valeur absolue) ;
- les forces mentales (la valeur absolue) M ne dépendent pas des conditions C ;
- les sources d'attractivité en faveur de l'usage de la voiture particulière, exprimées par les conditions C<sup>VP</sup> sont concentrées le long de l'axe Ot ;
- les sources d'attractivité en faveur de l'usage des transports collectifs, exprimées par les conditions C<sup>TC</sup> sont concentrées le long de la ligne P = 1 ;
- les forces mentales M<sup>VP</sup>, M<sup>TC</sup> sont concentrées dans le point P, elles définissent sa "charge" ;
- les forces C<sup>VP</sup>, C<sup>TC</sup>, M<sup>VP</sup>, M<sup>TC</sup> sont variables selon leurs valeurs relatives, mais elles sont constantes selon leurs directions ;
- il existe toujours une courbe  $p = k (C^{TC} + M^{TC})$ , c'est-à-dire une ligne au-dessous de laquelle le point P (la part de marché des transports en commun) ne peut pas descendre (impossibilité d'effectuer des déplacements en voiture particulière pour des raisons objectives : absence du permis de conduire du fait de l'état de la santé, d'un âge insuffisant, ou de la peur d'être au volant, etc.), k est le coefficient représentant le poids de cette part dans l'ensemble de facteurs composant la force C<sup>TC</sup> + M<sup>TC</sup> à un moment donné. A l'opposé, il n'existe pas d'une courbe au-dessus de laquelle le point P ne pourrait pas se trouver. Théoriquement donc, la part de marché des transports collectifs peut atteindre 1 (dans ce cas cela veut dire plus précisément que la part de marché des déplacements en voiture particulière, dans des conditions quelconques, peut être égale à zéro) ;
- le point P à un moment donné t représente le point d'équilibre entre les forces C<sup>VP</sup>, C<sup>TC</sup>, M<sup>VP</sup>, M<sup>TC</sup> ;
- la somme algébrique des forces C<sup>VP</sup>, C<sup>TC</sup>, M<sup>VP</sup>, M<sup>TC</sup> (selon leurs valeurs relatives), à n'importe quel moment du temps, est toujours égale à 1, soit :  $|C^{VP}| + |C^{TC}| + |M^{VP}| + |M^{TC}| = 1$  ;
- les coordonnées du point P dans le temps défini t sont égales à la différence entre la ligne p = 0,5 et la somme vectorielle des forces C<sup>VP</sup>, C<sup>TC</sup>, M<sup>VP</sup>, M<sup>TC</sup> divisée par deux, pour le moment du temps défini, soit :

$$P = \{[0,5 - (\overline{C^{VP}} + \overline{C^{TC}} + \overline{M^{VP}} + \overline{M^{TC}}) / 2], t\} ;$$

<sup>75</sup> • la courbe P<sub>0</sub>...P<sub>1</sub> représente la ligne d'équilibre le long de laquelle se trouve la source d'attractivité du champ de force comme le résultat de l'agréation des forces (la composante psychologique a deux types de valeurs : la valeur absolue et la valeur de l'influence relative (sa part dans la somme des influences de C et de M) sur le choix modal. Cela sera envisagé plus en détail dans la partie 5.4.

opposantes  $C^{VP}$ ,  $C^{TC}$ ,  $M^{VP}$ ,  $M^{TC}$  ;

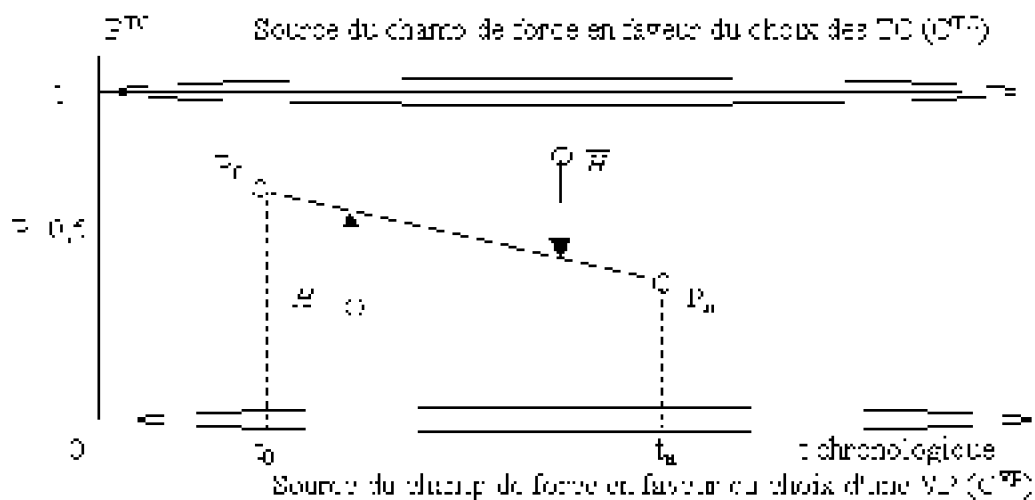
- le champ de force est défini par l'espace abstrait limité par l'axe  $Op \in [0 ; 1]$ , l'axe  $Ot \in [0 ; \infty[$  et par la ligne  $p = 1$ . La source d'attractivité du champ est concentrée le long de la courbe  $P_0 \dots P_n$ . Dans tous les points de l'espace existe un vecteur de la force d'attractivité qui est égal, par sa valeur, à la distance le long d'une normale (à l'axe  $Ot$ ) entre un point et la courbe  $P_0 \dots P_n$  et, par sa direction, orienté vers l'axe  $Ot$  si ce point se trouve au-dessous de la courbe  $P_0 \dots P_n$  et vers la ligne  $p = 1$  si ce point se trouve au-dessus de la courbe  $P_0 \dots P_n$  ;
- la fonction potentielle du champ de force à un moment donné et pour un point de l'espace  $P'(p' ; t)$  sera décrite par l'équation suivante :

$$F = \overline{H} = P' - P = \{p - p' ; t - t'\} = \{p - p'\} = \\ = \{[(0,5 - (\overline{C^{VP}} + \overline{C^{TC}} + \overline{M^{VP}} + \overline{M^{TC}}) / 2] - p'\}.$$

- la quantité minimale de travail effectuée pour le passage du point  $P$  de  $P_0$  à  $P_n$  pendant la période de temps  $\Delta t = t_n - t_0$  est égale à l'intégrale curviligne le long de la courbe  $P_0 \dots P_n$  ;
- pour effectuer le passage de la position du point  $P$  de  $P_0(p_0, t_0)$  à  $P_n(p_n, t_n)$ , qui représente la direction désirable, il faut effectuer la quantité de travail efficace qui est égale à celle de la partie opposée (si on regarde du point de vue de l'usage préférable des transports collectifs, la partie opposée sera, évidemment, l'usage d'une voiture particulière, cela est aussi valide dans l'autre sens) plus la quantité de travail qui est égale à la surface entre la courbe  $P_0 P_n$  désirable et celle estimée à partir des tendances lourdes observées (par les travaux de prospective urbain) Cela nécessite donc (dans la direction positive) les effets supplémentaires pour surmonter le champ de force ayant la source des forces le long de la courbe  $P_0 P_n$  estimée ;
- la courbe  $P_0 \dots P_n$  est celle qui représente une ligne d'équilibre entre la quantité de travail efficace effectuée en faveur de l'usage des transports collectifs et celle effectuée en faveur de l'usage de l'automobile ;
- les formules du calcul de la quantité de travail, ainsi que les surfaces la représentant dans les graphiques ne reflètent que la quantité efficace, donc ce qui peut correspondre, dans le cas théorique, à la quantité minimale, et en pratique la quantité complète (presque non mesurable) est bien supérieure à la quantité efficace ;
- la tendance de la courbe  $P_0 \dots P_n$  estimée est définie par les hypothèses de l'évolution des facteurs influençant le choix modal si ces hypothèses ne comprennent pas de " changements radicaux " dans les conditions de déplacement liées à l'activité des services des transports collectifs (ou à leurs alternatives) ;
- si l'on observe un passage du point  $P$  le long de la ligne  $p = 0,5$  durant le temps  $\Delta t$  nous pouvons dire que la quantité de travail efficace effectuée en faveur de l'usage

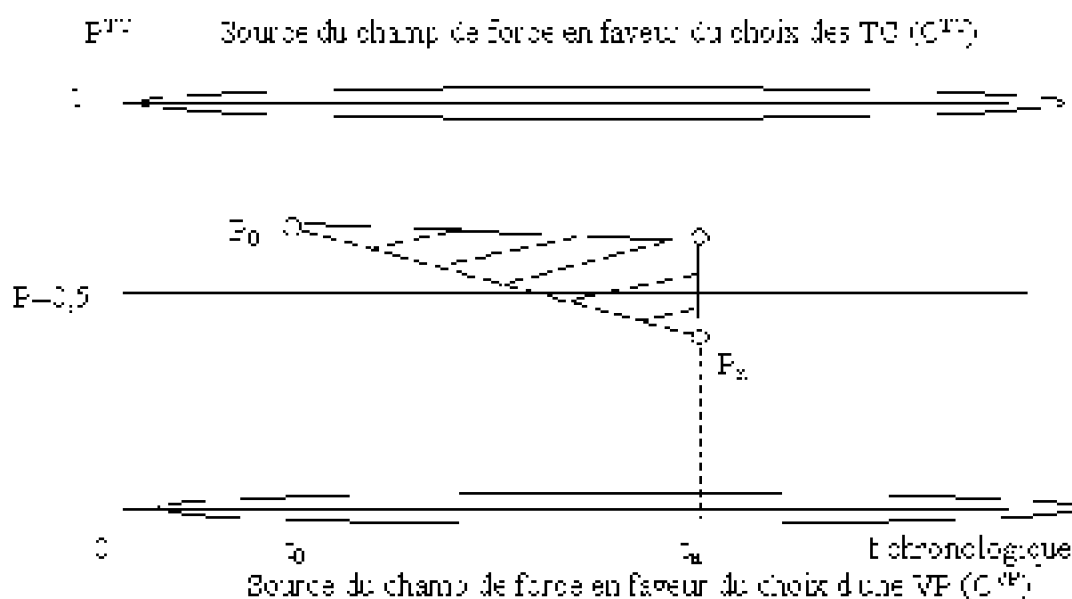
des transports en commun est égale à celle de travail effectuée en faveur de l'usage de l'automobile ;

- il faut noter que la quantité de travail effectuée ne peut pas être égale à 0 (zéro), puisque les directions du déplacement ne peuvent être orientées que de  $t_n$  vers  $t_{n+1}$  où  $n + 1$  est toujours supérieur à  $n$ .



*Graphique 5.2 : Représentation graphique I*

Notre espace a toujours une densité homogène si l'on n'envisage qu'une ligne parallèle à l'axe Oy ( $P_0^{TC}$ ), c'est-à-dire pour  $\Delta t \rightarrow 0$ . Cela signifie que la densité de l'espace ne dépend pas de la position de la part de marché des TC (la distance jusqu'à l'axe Ot), mais au contraire cette position dépend de la densité et est basée sur la quantité de travail efficace effectuée pour son changement. Et, il est évident qu'il existe une interdépendance entre le champ et les propriétés (une charge) du carré, mentionné plus haut, et exprimant, en réalité, la position d'un individu moyen par rapport au choix modal. Même si l'on prend les environs d'un point sur l'axe Ot avec  $\Delta t$  relativement important (non pas en fonction de l'échelle de l'axe Ot - plutôt de la situation réelle, son ampleur pouvant être discutée) on peut considérer la figure  $t_0 P_0 P_1 t_1$  comme un espace avec une densité homogène.



Graphique 5.3 : Représentation graphique II

En premier lieu, il nous faut révéler les facteurs qui composent les couches de la densité de l'espace. Nous soulignons encore une fois que cette densité définit la possibilité (des efforts minimaux) et la quantité minimale de travail nécessaire pour faire varier la position, par exemple, de la part de marché des transports en commun par rapport aux autres modes de déplacements. Il s'agit donc d'un ensemble de facteurs définissant la position d'un individu moyen par rapport au choix modal.

En ce qui concerne la définition de la composante M – la composante psychologique – nous allons analyser les cas d'usage d'une voiture particulière et des transports en commun pour un même individu. La combinaison des conditions de transport (on les limite par l'influence des facteurs : le prix (p), où le prix ne représente que les coûts de l'usage direct de l'automobile pour son propriétaire, et le temps de déplacement (t)) forme une situation spécifique. Cinq situations principales, théoriquement possibles, peuvent être trouvées et envisagées (dans l'espace constitué par trois axes  $P^{TC}$ ,  $\Delta p$  et  $\Delta t$ ) :

1) Le " Point zéro " :  $t^{VP} = t^{TC}$  et  $p^{VP} = p^{TC}$ , c'est-à-dire  $C^{VP} = C^{TC}$ . Ce point correspond à la situation d'égalité absolue des conditions. Il est évident que dans ce cas un usager choisira un mode de transport uniquement selon les critères de M. Ce cas ne peut pratiquement pas être rencontré dans la situation réelle : il est idéal pour définir les valeurs absolues des  $M^{VP}$  et  $M^{TC}$ , mais il ne donne pas encore la possibilité d'évaluer les valeurs des influences relatives des  $M^{VP}$  et  $M^{TC}$ . Du point de vue théorique le plus intéressant n'est pas spécifiquement ce " point zéro ", mais surtout les environs de celui-ci, c'est-à-dire en s'approchant de  $\Delta t = t^{VP} - t^{TC} > 0$ ,  $\Delta p = p^{VP} - p^{TC} > 0$  ainsi que de  $\Delta t = t^{VP} - t^{TC} < 0$ ,  $\Delta p = p^{VP} - p^{TC} < 0$ . En plus, une analyse de la tendance de la courbe du partage modal dans ces environs donne la possibilité de définir les moindres valeurs absolues du prix et du temps pour un usager pendant le processus de choix.

A priori, le " point zéro " représente l'égalité des fonctions :

$$f(p^{VP} + t^{VP}) = f(p^{TC} + t^{TC}) \text{ ou}$$

$$\alpha p^{VP} + \beta t^{VP} = \alpha p^{TC} + \beta t^{TC}.$$

Mais, si l'on ne prend pas des chiffres absolus (sans les coefficients  $\alpha$  et  $\beta$ ), la séparation des composantes  $M^{VP}$ ,  $M^{TC}$  et  $C^{VP}$ ,  $C^{TC}$  devient une tâche très difficile. Outre cela, la constante  $\beta$  est associée souvent avec la composante mentale, notamment avec  $M^{VP}$ . Dans ce cas le rapport  $\alpha/\beta$  est estimé comme la valeur du temps.

Puisque ce point suppose l'égalité des conditions on peut s'abstraire du fait que tout l'espace du choix modal sera partagé entre  $M^{VP}$  et  $M^{TC}$ , et alors la part modale peut être définie comme :

$$P^{TC} = M^{TC} \text{ et}$$

$$P^{VP} = M^{VP}, \text{ c'est-à-dire}$$

$$M^{TC} + M^{VP} = 1.$$

L'autre analyse, possible à effectuer, concerne la définition des moindres valeurs absolues du prix et du temps pour un usager (ainsi que pour leur ensemble) pendant le processus de choix. Théoriquement ce cas peut être exprimé par la résolution du système d'équations suivant (si l'on représente graphiquement l'évolution de la part de marché  $P$  – axe Oz – comme une fonction de  $\Delta p$  – axe Ox – et de  $\Delta t$  – axe Oy) :

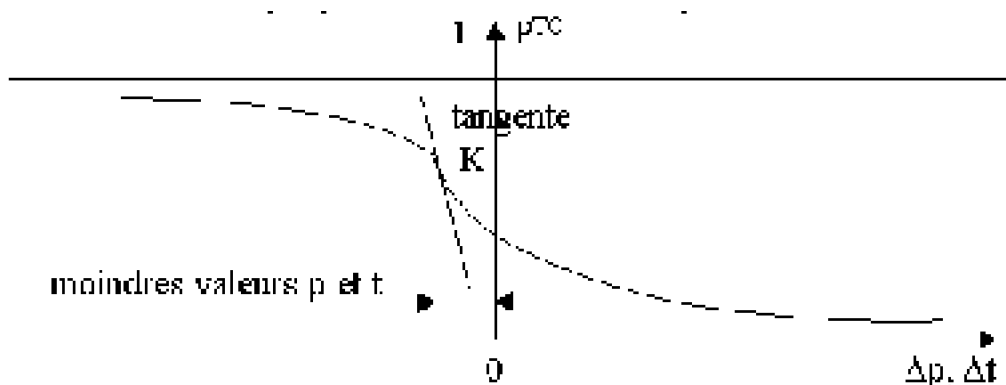
$$\frac{\partial^2 P}{(\partial \Delta p)^2} = 0$$

$$\frac{\partial^2 P}{(\partial \Delta t)^2} = 0$$

L'espace est limité ici par  $\Delta p = ]-\infty ; 0]$  et  $\Delta t = ]-\infty ; 0]$  pour l'usage préférable d'une voiture particulière et, respectivement,  $\Delta p = [0 ; +\infty[$  et  $\Delta t = [0 ; +\infty[$ , - ce cas nous semble exceptionnellement théorique – pour l'usage préférable des transports en commun. Ce système d'équations peut exprimer la moyenne des valeurs absolues pour l'ensemble d'individus si l'on analyse l'ensemble d'observations, ou la valeur concrète s'il s'agit du comportement d'un individu. La résolution du système, si l'on envisage un modèle logit, donne l'ensemble des solutions exprimées par la ligne de dépendance entre  $\Delta p$  et  $\Delta t$ . Mais, si ce modèle est décrit par la formule logit symétrique, cette approche est plus que problématique, puisque le point d'inflexion de cette fonction est toujours égal à  $P = 1/2$  sur le plan et, dans l'espace,  $P = 1/2$  ce qui suppose  $e^{a+b\Delta p+c\Delta t} = 1$ , donc  $a+b\Delta p+c\Delta t = 0$  et  $\Delta p = (-a-c\Delta t)/b$ . L'application de la formalisation asymétrique du modèle logit laisse la possibilité de trouver, par cette méthode, les moindres valeurs absolues du prix et du temps qui peuvent, probablement, correspondre à la situation réelle.

Du point de vue géométrique la solution du système d'équations se situe sur la ligne le long de laquelle la surface de la fonction  $F = P(\Delta p, \Delta t)$  change la tendance de la concavité à la convexité. L'intérêt présente la différence (les normales) entre cette courbe et les plans  $\Delta p = 0$  et  $\Delta t = 0$ . Simplifié, cela est montré dans le graphique ci-dessous.





Graphique 5.4 : Moindres valeurs p et t

Le point K marque théoriquement le passage de la concavité à la convexité d'une courbe de la part de marché pour définir les moindres valeurs du prix et du temps par rapport à l'usage dissuasif des automobiles.

2) " Situation classique ", donc  $t^{VP} < t^{TC}$  et  $p^{VP} > p^{TC}$ , c'est-à-dire le cas où il est, a priori, impossible de séparer l'influence de la composante  $M^{VP}$  de celle de la valeur du temps. Cette situation est la plus répandue en pratique et la plus analysée par des investigations mathématiques.

3) " Situation classique inverse ", donc  $t^{VP} > t^{TC}$  et  $p^{VP} < p^{TC}$ , la situation très peu rencontrée pour les déplacements urbains. Ce cas est fréquent dans le choix entre les modes alternatifs d'un trajet à plus grande distance (avion – automobile, par exemple). Le cas peut être intéressant par le fait qu'ici la force mentale  $M^{VP}$  n'est pas associée avec la valeur du temps, mais avec celle des coûts. Il est, quand même, aussi difficile d'estimer ici séparément la valeur de cette force.

4) " Situation extrême positive " - positive dans ce cas signifie par rapport à l'usage des transports en commun, donc  $t^{VP} > t^{TC}$  et  $p^{VP} > p^{TC}$ , c'est-à-dire les conditions complètement défavorables à l'usage d'une voiture particulière. C'est le cas idéal pour estimer la valeur de la composante  $M^{VP}$ , puisque les conditions  $C^{VP}$  prennent le signe négatif. Si on définit :

$$\Delta t = t^{VP} - t^{TC},$$

$$\Delta p = p^{VP} - p^{TC},$$

et puisque dans ce cas  $\Delta t > 0$  et  $\Delta p > 0$ , cela veut dire que  $C^{VP}$  devient négatif et fait baisser l'influence relative de  $M^{VP}$ . Donc,

$$\lim_{\substack{\Delta t \rightarrow \infty \\ \Delta p \rightarrow \infty}} f(C^{VP}) = -\overline{M^{VP}}$$

Ce qui nous intéresse sont les environs du « point zéro » avec  $\Delta t > 0$  et  $\Delta p > 0$ , quand l'influence de  $M^{VP}$  définit pratiquement la position du choix par rapport à l'usage d'une voiture particulière. Dans cette situation, la direction des vecteurs  $\overline{C^{TC}}$  et  $\overline{C^{VP}}$  sera identique, c'est-à-dire en faveur de l'usage des transports en commun et  $\overline{C^{TC}} / \overline{M^{TC}} = 1$ .

Le point P - la position du choix modal - sera définie, dans cette situation, par l'équation suivante :

$$P = \overline{M^{TC}} \cdot \overline{C^{TC}} + \overline{M^{VP}} \cdot \overline{C^{VP}} \text{ ou dans la forme algébrique :}$$

$$P = M^{TC} \cdot C^{TC} + M^{VP} \cdot C^{VP} \text{ avec}$$

$$M^{TC} + C^{TC} = 1.$$

5) “ Situation extrême négative ”, le cas inverse du précédent où “ négative ” signifie par rapport à l'usage des transports en commun, donc  $t^{VP} < t^{TC}$  et  $p^{VP} < p^{TC}$ , soit des conditions complètement défavorables à l'usage des transports collectifs. Ce cas est également intéressant puisqu'il donne la possibilité d'évaluer la part de marché des usagers des transports collectifs qui n'ont pas d'accès à l'automobile. La formalisation mathématique est symétrique au cas précédent en dehors de l'asymptote de la courbe de la fonction  $f(C^{TC})$  qui ne sera pas l'axe (ou la surface)  $P^{TC} = 0$ , puisqu'il existe toujours une partie des usagers qui ne peuvent jamais, pour des raisons objectives, refuser les services des transports en commun.

Nous pourrions aller plus loin et définir toutes les modifications possibles de la combinaison du temps et du prix (par exemple,  $t^{VP} = t^{TC}$ ,  $p^{VP} > p^{TC}$ ), mais il nous semble que ces cas sont des dérivées des situations mentionnées. De plus, nous décrivons systématiquement les conditions pendant l'analyse d'une situation quelconque.

Il est évident, que les parts “ mentales ” comme pour l'usage d'une voiture particulière, ainsi que pour l'usage des transports en commun doivent être définies pour l'ensemble d'usagers ayant la possibilité d'un choix alternatif entre ces modes de transport. Parfois il est difficile de révéler cette part pour certains usagers des transports collectifs qui ont les moyens financiers suffisants pour avoir l'automobile, mais ne l'ont pas en possession pour différentes raisons (aucun désir de l'utiliser, par exemple, etc.), donc des usagers qui ne sont pas inclus dans l'ensemble de ceux-ci ayant un choix alternatif.

## 5.2. Avantages de Kharkov

Pourquoi, pour la modélisation du processus de choix modal, les conditions d'usage des transports en commun dans les villes d'Ukraine, à Kharkov en particulier, ont certains *avantages* en comparaison des villes de France ? Avant de souligner ces avantages nous envisageons les traits spécifiques des entreprises de transport collectif en Ukraine :

- le manque de subordination commune (aux pouvoirs de la ville) des entreprises de transport collectif. Ce fait est basé sur les différents types de propriété de ces entreprises. Notamment les bus sont privés, le métro et le transport électrique de surface (tramways et trolleybus) sont une propriété publique. Cela a créé la base des conditions de concurrence entre les différents modes de transports en commun ;
- le doublement répandu des principaux flux des passagers par des lignes de différents modes : le plus souvent dans toute combinaison possible ;
- la différente vitesse commerciale moyenne qui suit, d'habitude, la hiérarchie suivante : métro – 38-40 km/heure, bus – 20-21 km/heure, trolleybus – 16 km/heure, tramway – 15 km/heure ;
- les différents coûts de déplacement. Les tarifs sont les suivants (en fin d'année 2000) : tramway et trolleybus : 40 kopecks, métro : 50 kopecks, bus : 25–60 kopecks ;
- l'existence des catégories de passagers qui disposent de privilèges pour se déplacer soit gratuitement, soit ne payant que 50 % du tarif (étudiants). Le nombre de privilèges est variable selon le mode de transport utilisé : tramways et trolleybus – de 44 en 1997 jusqu'à 25 en 2000, métro – 24, bus – 5 ;
- la possibilité (ou nécessité) de changer de mode (ou de ligne) de transport au cours d'un déplacement (pour l'activité quotidienne) ;
- le mode de paiement d'un déplacement, qui repose sur l'usage d'un seul moyen de transport collectif. Ainsi, si on change de mode pendant un déplacement, il faut payer deux fois ou plus dans certains cas selon le nombre de changements. Mais le paiement ne dépend ni du temps ni de la distance du déplacement ;
- la possibilité de manipulation financière (le plus souvent dans le cas d'une entente entre un receveur et un passager) – ce qui, dans le cas réel, peut être représenté comme un des types de différenciations des tarifs. En fonction du mode de transport collectif, la probabilité de la manipulation est distribuée selon la hiérarchie suivante : bus, tramway et trolleybus (le plus contrôlé par la révision officielle<sup>76</sup>), métro ;
- la possibilité alternative, dans presque n'importe quel moment de la journée et dans presque tout point de la ville, de la desserte par taxi ou par auto-stop.

Ces conditions ont créé une situation du dilemme constant pour l'usager des transports collectifs en terme du choix modal. Tout l'espace de la ville peut être divisé en points qui correspondent aux ensembles de variantes possibles de différents modes de déplacements outre l'usage de la voiture particulière. De plus, un point de départ correspond d'habitude à plusieurs variantes si l'on prend en considération plusieurs points de destinations. Pour envisager ces variantes, nous allons coder les modes de déplacement ainsi que certaines de leurs caractéristiques de la manière suivante :

- B – bus ;
- M – métro ;
- T – tramway ;
- Tr – trolleybus ;

- MP – marche à pied ;
- P – prix d'un déplacement ;
- V – vitesse d'un déplacement.

En ce qui concerne les prix nous ne notons que les limites maximales des tarifs, le minimum est toujours égal à zéro. Outre cela, certaines combinaisons des modes de transports collectifs (ne prenant pas en considération la marche à pied) sont très peu probables, notamment trois modes utilisés pendant un déplacement sans usage du métro (par exemple, “ bus – bus – bus ” ou “ trolleybus – bus – trolleybus ”). Les variantes probables seront rangées selon l'augmentation de la différence entre les prix d'un déplacement. Elles peuvent être les suivantes (bien évidemment, ces variantes comprennent les cas dans le sens envers)<sup>77</sup> :

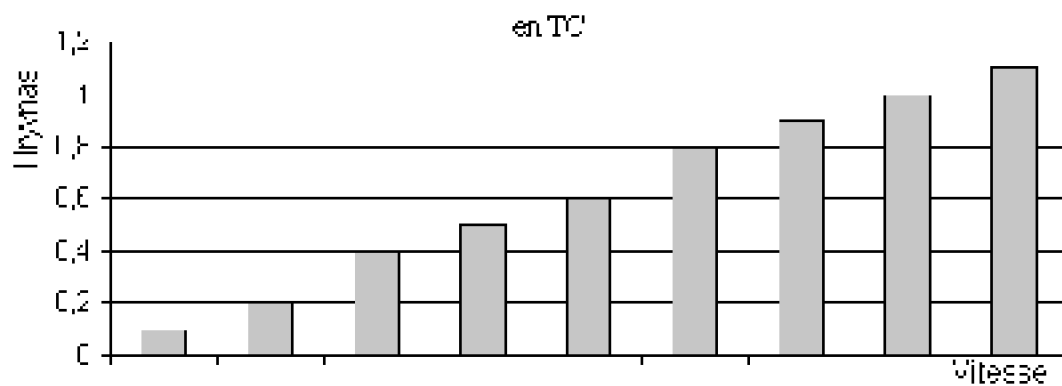
<sup>76</sup> Pour comprendre la situation quand, au poste de travail occupé, la moindre possibilité est utilisée pour gagner de l'argent en plus du salaire officiel, nous proposons au lecteur un extrait d'un article sur le transport électrique de surface à Kharkov : “ ...la discussion particulière concerne des contrôleurs de ticket. Ils sont dans nombre de 170. Leur objectif est de recueillir un “ tribut ” des receveurs. Par exemple, un receveur a reçu 20 ou 30 kopecks d'un passager (le tarif normal est 40 kopecks), évidemment sans ticket. Pour que le contrôleur ne rapporte pas ce fait de l'infraction aux chefs, le receveur lui paye 5 hryvnas (c'est la taxe). Tous les receveurs travaillent pour 80 – 90 % de plan journalier – avec cet indice il n'y a pas de risque d'être licencié du travail – et ensuite, pour eux-mêmes. C'est pourquoi pendant les premiers tours matinaux des tramways qui desservent les lignes entre les gares et les marchés, les receveurs ne donnent presque jamais de tickets. Mais avec cela le receveur a ses propres principes : après il peut couper cent tickets d'un coup, ou si, par exemple, il manque 1 – 2 hryvnas jusqu'au plan, le receveur ajoute de son argent propre pour avoir la prime, qui récupère les pertes et bien au-delà. Les contrôleurs, s'ils infligent une amende pour un déplacement non payé en somme de 2, 3 ou 5 hryvnas (au lieu de 8 hryvnas), ne donnent jamais un reçu. S'ils reçoivent 8 hryvnas, le passager pourra avoir un reçu seulement s'il insiste. Un receveur “ partage ” obligatoirement les recettes non officielles avec un conducteur. Cela compose près de 15 – 20 hryvnas par jour. Les relations avec les chefs sont accomplies par des contrôleurs. Si le conducteur a commis une faute, pour qu'on ne rapporte pas ce fait, il donne au bureau du chef de révision soit deux bouteilles de vodka, soit 10 hryvnas. Dans ce cas on ne le fait pas baisser dans le poste, ne le laisse pas sans prime. Et chacun a son plan : les conducteurs et receveurs donnent aux contrôleurs. Ces derniers aux chefs de révision, etc. Le système est assez compliqué, mais comme en conclusion il faut noter que dans l'entreprise de transport électrique de surface 3000 hommes travaillent selon leurs fonctions et 5000 ne viennent que pour recevoir d'argent. ” (Kharkov de soir)

<sup>77</sup> Les données reflètent la situation de la fin 2000.

[illegible]

etc.

Une forme d'interprétation graphique semble plus lisible pour le lecteur :



**Graphique 5.5 : Différence des prix et la vitesse des déplacements en TC**

Pourquoi envisageons nous de façon si détaillée les conditions d'utilisation des transports collectifs en Ukraine (à Kharkov) ? Tout d'abord pour montrer que, à la différence de la France, chaque usager des transports collectifs est presque toujours (dans l'espace et dans le temps) devant un choix entre plusieurs modes de transport. Ce choix est effectué, d'après la logique traditionnelle, selon les facteurs de prix et de temps (vitesse) d'un déplacement. Notre hypothèse ne contredit pas cette notion : la valeur du temps lors d'un choix entre des modes de transports collectifs peut être appelée " pure ", c'est-à-dire sans influence (ou presque sans influence) d'autres facteurs. Mais, au cours du processus de choix entre l'automobile et les transports en commun, sous la notion de la " valeur du temps " se cache une partie importante de l'influence d'autre(s) facteur(s), que nous appelons une " composante psychologique ". La comparaison des valeurs du temps d'un même usager lors des choix entre les modes de transports collectifs et entre ceux-ci et une voiture particulière peut nous donner la valeur et l'influence de cette part mentale sur le marché des déplacements dans les conditions existantes. L'avantage des conditions à Kharkov consiste notamment dans la possibilité de séparer deux valeurs du temps d'un usager, dont la différence nous donne la valeur de la composante mentale.

### 5.3. De la formalisation aux données empiriques

Tout algorithme est basé sur des enquêtes (elles sont présentées dans l'annexe n<sup>o</sup> IX). Le nombre total de personnes interrogées est de 652. Le niveau informel du sondage ne permet pas de le considérer, en général, comme bien représentatif. Mais concernant le traitement des données des groupes de population (selon le critère de l'âge, du sexe, du statut socioprofessionnel, des revenus...), ce sondage semble une représentation adéquate de la situation réelle. Certaines questions sont difficiles à imaginer pour un lecteur français, car c'est une représentation particulière de la situation réelle en Ukraine (surtout le groupe de question concernant l'estimation de la valeur du temps). Pour un lecteur français l'auteur propose d'essayer de répondre au questionnaire " adapté " à l'échelle française et calculer, ensuite, les composantes C et M influençant son choix individuel " voiture particulière - transports en commun ". Ce questionnaire est présenté dans l'annexe n<sup>o</sup> X. Le traitement des enquêtes peut inclure une marge d'erreur de deux types : le type de marge d'erreur classique (représentativité, arrondis des résultats...) et l'autre type caractérisant les questions qui entraînent parfois une réflexion imaginaire pour un répondeur. La réduction de l'influence des erreurs de second type nécessite, bien évidemment, un perfectionnement des questions.

#### **1.La définition de l'équation de la valeur du temps pendant le processus du choix entre les modes de transports collectifs. ....**

---

.....Comme nous l'avons noté précédemment, cette valeur du temps peut être considérée " pure ", c'est-à-dire sans influence importante d'autres facteurs (y compris la composante psychologique).

L'hypothèse 1 est basée sur la supposition que dans le " point zéro " ( $\Delta t = 0$ ,  $\Delta p = 0$ ) l'utilisateur ne révèle pas une certaine préférence entre les modes de transports collectifs.

La valeur du temps déclarée est définie selon les réponses aux questions suivantes (question n° 16 ou 17 dans les enquêtes) :

En utilisant les transports en commun vous êtes prêt(e)

- dans, % des cas

0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100

- à payer plus, hryvnas

0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2 >

- pour être à la destination plus vite, min.

2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22 >

La formule combinant les réponses dans les trois tableaux (pour trouver le second point de l'équation linéaire de la valeur du temps (VT)) est :

$$VT = (\% * \text{hryvnas} / \text{minutes}) / 100, \text{ hrn./min.}$$

ou, si on utilise l'approche classique :

$$VT = 0,6 * \% * \text{hryvnas} / \text{minutes}, \text{ hrn./heure}$$

Alors deux points d'une ligne sur la surface avec les axes  $\Delta t$  (min.), et  $\Delta p$  (hryvnas) ont les coordonnées :

(0 ; 0) selon l'hypothèse 1 et (1 ;  $\% * \text{hryvnas} / \text{minutes}$ ).

L'équation linéaire (sur la base des deux points) sera :

$$\Delta p = -VT * \Delta t = -(\% * \text{hryvnas} / \text{minutes}) * \Delta t$$

La moyenne arithmétique (dans ce cas) donne une équation du choix entre les modes de transports collectifs (basée uniquement sur la valeur du temps) d'un grand nombre d'observations :

$$\Delta p = \frac{- \sum_{i=1}^n (\% * \text{hryvnas} / \text{minutes})}{n} * \Delta t \quad (1)$$

## 2. La définition de la part modale entre une voiture particulière et des transports collectifs

Selon l'hypothèse 2, la " part mentale ", comme un des facteurs du choix " voiture particulière – transports collectifs " est définie, si nous envisageons le " point zéro ", comme la différence entre  $\Delta p = 0$  et  $\Delta p$  déclaré (pour l'usage d'un mode quelconque) dans les enquêtes, ce qui reflète les questions n° 15-A), 16-A) ou 15 dans les premières enquêtes. La valeur absolue (pas l'influence sur le choix modal " voiture particulière – transports collectifs ", ce qui est relative) de cette part mentale ne change pas selon les conditions  $\Delta t = t^{IC} - t^{VP}$  et  $\Delta p = p^{IC} - p^{VP}$ . La ligne critique (d'indifférence) définissant celle d'indifférence par rapport au choix modal sera décrite par une équation linéaire de la ligne passée par le point :

$$(0 ; -\Delta p^{VP} \text{ déclaré})$$

et ayant le coefficient qui est égal à celui de l'équation définissant le choix entre les modes de transports collectifs, donc :

$$-(\% * h_{ryvns} / \text{minutes}).$$

Alors, l'équation a la forme :

$$\Delta p = -(\% * h_{ryvns} / \text{minutes}) \Delta t - \Delta p^{VP} \text{ déclaré.}$$

Comme dans le cas précédant, la moyenne arithmétique donne une équation du choix entre une voiture particulière et des transports collectifs d'un grand nombre d'observations :

$$\Delta p = \frac{-\sum_{i=1}^n (\% * h_{ryvns} / \text{minutes})_i}{n} * \Delta t - \frac{\sum_{i=1}^n (\Delta p^{VP} \text{ déclaré})_i}{n} \quad (2)$$

L'ensemble de facteurs donnant la valeur qui se trouve au-dessus de la ligne d'indifférence définit le choix en faveur de l'automobile. Et au contraire, si la valeur se trouve au-dessous de la ligne, cela signifie que le choix sera effectué en faveur des transports collectifs.

Si nous prenons l'ensemble d'observations, nous aurons la matrice de la part modale " voiture particulière – transports collectifs " qui a la forme suivante :

$$i = (n - 1) / 2$$

$$j = (m - 1) / 2$$



	$\Delta t_1$	$\Delta t_2$	...	$\Delta t_{(j-1)/2}$	0	$\Delta t_{(j+1)/2}$	...	$\Delta t_j$	$\Delta t$
$-\Delta p_1$	$P^{TC}_{\Delta t_1}$	$P^{TC}_{\Delta t_2}$	...	$P^{TC}_{\Delta t_{(j-1)/2}}$	$P^{TC}_0$	$P^{TC}_{\Delta t_{(j+1)/2}}$	...	$P^{TC}_{\Delta t_j}$	$P^{TC}_{\Delta t}$
$-\Delta p_{j-1}$	$P^{TC}_{\Delta t_1}$	$P^{TC}_{\Delta t_2}$	...	$P^{TC}_{\Delta t_{(j-1)/2}}$	$P^{TC}_0$	$P^{TC}_{\Delta t_{(j+1)/2}}$	...	$P^{TC}_{\Delta t_j}$	$P^{TC}_{\Delta t}$
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
$\Delta p_{(j+1)/2}$	$P^{TC}_{\Delta t_1}$	$P^{TC}_{\Delta t_2}$	...	$P^{TC}_{\Delta t_{(j-1)/2}}$	$P^{TC}_0$	$P^{TC}_{\Delta t_{(j+1)/2}}$	...	$P^{TC}_{\Delta t_j}$	$P^{TC}_{\Delta t}$
0	$P^{TC}_{\Delta t_1}$	$P^{TC}_{\Delta t_2}$	...	$P^{TC}_{\Delta t_{(j-1)/2}}$	$P^{TC}_0$	$P^{TC}_{\Delta t_{(j+1)/2}}$	...	$P^{TC}_{\Delta t_j}$	$P^{TC}_{\Delta t}$
$\Delta p_j$	$P^{TC}_{\Delta t_1}$	$P^{TC}_{\Delta t_2}$	...	$P^{TC}_{\Delta t_{(j-1)/2}}$	$P^{TC}_0$	$P^{TC}_{\Delta t_{(j+1)/2}}$	...	$P^{TC}_{\Delta t_j}$	$P^{TC}_{\Delta t}$
$\Delta p_{j+1}$	$P^{TC}_{\Delta t_1}$	$P^{TC}_{\Delta t_2}$	...	$P^{TC}_{\Delta t_{(j-1)/2}}$	$P^{TC}_0$	$P^{TC}_{\Delta t_{(j+1)/2}}$	...	$P^{TC}_{\Delta t_j}$	$P^{TC}_{\Delta t}$
$\Delta p_{j+2}$	$P^{TC}_{\Delta t_1}$	$P^{TC}_{\Delta t_2}$	...	$P^{TC}_{\Delta t_{(j-1)/2}}$	$P^{TC}_0$	$P^{TC}_{\Delta t_{(j+1)/2}}$	...	$P^{TC}_{\Delta t_j}$	$P^{TC}_{\Delta t}$
$\Delta p_j$	$P^{TC}_{\Delta t_1}$	$P^{TC}_{\Delta t_2}$	...	$P^{TC}_{\Delta t_{(j-1)/2}}$	$P^{TC}_0$	$P^{TC}_{\Delta t_{(j+1)/2}}$	...	$P^{TC}_{\Delta t_j}$	$P^{TC}_{\Delta t}$

Dans notre travail, cette matrice a les dimensions 49 x 47.

La part modale (dans ce cas des transports collectifs) est calculée comme le rapport entre le nombre de lignes (avec les équations linéaires définies ci-dessus) passant au-dessus de certaines coordonnées ( $\Delta t$  et  $\Delta p$ ) et le nombre total d'observations. La matrice de la part modale de l'automobile a la forme d'un miroir où cette part, selon les coordonnées, est égale à :

$$P^{VP} = 1 - P^{TC}$$

### 3. La construction du modèle classique du choix modal “ voiture particulière – transports collectifs ”

Fondé sur un ensemble d'observations, qui définit la part modale des transports collectifs selon les variables  $\Delta t$  et  $\Delta p$ , nous pouvons construire le modèle en utilisant une variante de la formule logit :

$$\text{avec : } \Delta t = t^{TC} - t^{VP},$$

$$\Delta p = p^{TC} - p^{VP}$$

Pour transmettre la forme logistique dans la forme linéaire, nous utilisons le  $\ln(P^{VP}/P^{TC})$  :

$$\ln \frac{P^{VP}}{P^{TC}} = a_0 + a_1 \Delta t + a_2 \Delta p$$

Pour estimer les paramètres  $a_0$ ,  $a_1$  et  $a_2$  nous avons deux variantes possibles qui donnent les mêmes résultats :

1) En utilisant le mode de moindres carrés où il faut résoudre le système des équations normales :

$$\begin{aligned}\sum_{i=1}^n \left( \ln \frac{P^{VP}}{P^{TC}} \right)_i &= a_0 * n + a_1 * \sum_{i=1}^n \Delta t_i - a_2 * \sum_{i=1}^n \Delta p_i, \\ \sum_{i=1}^n \left( \ln \frac{P^{VP}}{P^{TC}} * \Delta t \right)_i &= a_0 * \sum_{i=1}^n \Delta t_i - a_1 * \sum_{i=1}^n \Delta t_i^2 - a_2 * \sum_{i=1}^n \Delta t_i \Delta p_i, \\ \sum_{i=1}^n \left( \ln \frac{P^{VP}}{P^{TC}} * \Delta p \right)_i &= a_0 * \sum_{i=1}^n \Delta p_i + a_1 * \sum_{i=1}^n \Delta t_i \Delta p_i + a_2 * \sum_{i=1}^n \Delta p_i^2\end{aligned}$$

2) Soit en utilisant les coefficients de corrélation de paire  $r$  et les écarts  $\sigma$  :

$$a_1 = \frac{\sigma_{\ln \frac{P^{VP}}{P^{TC}}} * r_{\Delta t \ln \frac{P^{VP}}{P^{TC}}} - r_{\Delta p \ln \frac{P^{VP}}{P^{TC}}} * r_{\Delta t \Delta p}}{\sigma_{\Delta t} * (1 - r_{\Delta t \Delta p}^2)},$$

$$a_2 = \frac{\sigma_{\ln \frac{P^{VP}}{P^{TC}}} * r_{\Delta p \ln \frac{P^{VP}}{P^{TC}}} - r_{\Delta t \ln \frac{P^{VP}}{P^{TC}}} * r_{\Delta t \Delta p}}{\sigma_{\Delta p} * (1 - r_{\Delta t \Delta p}^2)},$$

$$a_0 = \ln \frac{P^{VP}}{P^{TC}} - a_1 * \overline{\Delta t} - a_2 * \overline{\Delta p}.$$

où

$$\sigma_{\Delta t} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\Delta t_i - \overline{\Delta t})^2}{n}}, \quad \sigma_{\Delta p} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\Delta p_i - \overline{\Delta p})^2}{n}}, \quad \sigma_{\ln \frac{P^{VP}}{P^{TC}}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \left( \left( \ln \frac{P^{VP}}{P^{TC}} \right)_i - \ln \frac{P^{VP}}{P^{TC}} \right)^2}{n}},$$

et

$$r_{\Delta t \Delta p} = \frac{n * \sum_{i=1}^n \Delta t_i \Delta p_i - \sum_{i=1}^n \Delta t_i * \sum_{i=1}^n \Delta p_i}{\sqrt{\left( n \sum_{i=1}^n \Delta t_i^2 - \left( \sum_{i=1}^n \Delta t_i \right)^2 \right) * \left( n \sum_{i=1}^n \Delta p_i^2 - \left( \sum_{i=1}^n \Delta p_i \right)^2 \right)}},$$

$$r_{\Delta t \ln \frac{P^{VP}}{P^{TC}}} = \frac{n * \sum_{i=1}^n \Delta t_i (\ln \frac{P^{VP}}{P^{TC}})_i - \sum_{i=1}^n \Delta t_i \sum_{i=1}^n (\ln \frac{P^{VP}}{P^{TC}})_i}{\sqrt{(n \sum_{i=1}^n \Delta t_i^2 - (\sum_{i=1}^n \Delta t_i)^2) * (n \sum_{i=1}^n (\ln \frac{P^{VP}}{P^{TC}})_i^2 - (\sum_{i=1}^n \ln \frac{P^{VP}}{P^{TC}})_i^2)}}$$

$$r_{\Delta p \ln \frac{P^{VP}}{P^{TC}}} = \frac{n * \sum_{i=1}^n \Delta p_i (\ln \frac{P^{VP}}{P^{TC}})_i - \sum_{i=1}^n \Delta p_i \sum_{i=1}^n (\ln \frac{P^{VP}}{P^{TC}})_i}{\sqrt{(n \sum_{i=1}^n \Delta p_i^2 - (\sum_{i=1}^n \Delta p_i)^2) * (n \sum_{i=1}^n (\ln \frac{P^{VP}}{P^{TC}})_i^2 - (\sum_{i=1}^n \ln \frac{P^{VP}}{P^{TC}})_i^2)}}$$

Ensuite, nous revenons à la formule d'origine et acceptons le modèle avec les paramètres estimés.

Une analyse plus profonde des équations (2) et (3) nous montre que la logique de l'influence des  $\Delta t$  et  $\Delta p$  sur le choix modal " voiture particulière – transports collectifs " n'est pas respectée. Ce fait est évident puisque nous constatons l'existence des paramètres

$$\frac{\sum_{i=1}^n (\Delta P^{VP} \text{ déclaré})_i}{n}$$

dans (2) et  $a_0$  dans (3). C'est-à-dire qu'au " point zéro ", une préférence stable par rapport au choix en faveur d'un certain mode de transport (ici de l'automobile) est observée. Alors, cela veut dire qu'un facteur supplémentaire (autre que  $\Delta t$  et  $\Delta p$ ) influence le choix modal.

## 5.4. Influence relative des facteurs : conditions de circulation C et composante psychologique M

### 4. La définition de l'influence relative des facteurs formant le choix modal " voiture particulière – transports collectifs "

Les facteurs ont été présentés plus haut. Nous les rappelons :

Des conditions de circulation (ou de l'usage d'un certain mode de transport). Elles 1.

sont définies par les influences des facteurs temps (vitesse) et prix (coût) d'un déplacement. Comme nous l'avons noté ci-dessus, toute situation avec les différentes composantes du processus de déplacement peut être interprétée comme une combinaison des  $\Delta t$  et  $\Delta p$ . Evidemment que, si on ne prend en considération que les facteurs  $\Delta t$  et  $\Delta p$ , la probabilité du choix modal sera proportionnelle à la différence entre les conditions d'usage des transports collectifs (CTC) et les conditions d'usage d'une voiture particulière (CVP). Cela peut définir le choix entre les différents modes de transports en commun, mais non le choix "voiture particulière – transports collectifs". Les conditions de circulation ont toujours une influence relative sur le choix modal.

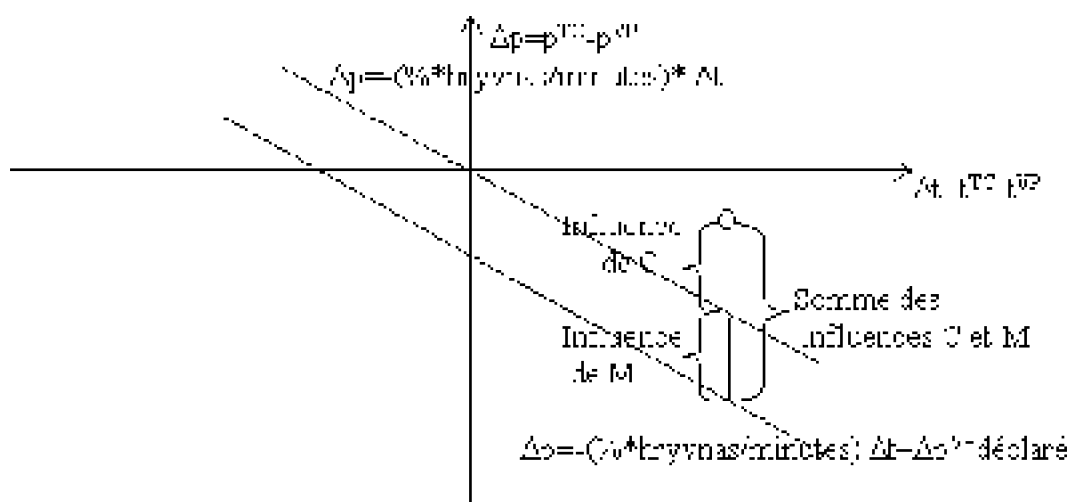
Une composante psychologique ou la "part mentale" définissant une préférence de 2. l'usage d'un certain mode de transport (la préférence pour l'usage de l'automobile (MVP) et la préférence pour l'usage des transports collectifs (MTC)). La composante psychologique (la valeur absolue) exprime la volonté d'un individu de payer soit pour l'usage de l'automobile (MVP), soit des transports collectifs (MTC) quand l'influence des conditions de circulation est égale à zéro. La valeur absolue peut être mesurée soit en terme monétaire, soit en terme temporaire. Donc, la composante psychologique a deux types de valeur: la valeur absolue et la valeur de l'influence relative.

La courbe exprimant l'influence de la valeur du temps est décrite par une équation linéaire de p. 1 :

$$\Delta p = -(\% \text{hryvns/minutes}) * \Delta t .$$

Elle donne les mêmes probabilités, en ce qui concerne l'influence des conditions, par rapport à l'usage des deux modes de transport. La distance (la parallèle de l'axe  $O\Delta p$ ) entre cette courbe et le point qui reflète les conditions réelles ( $\Delta t$  et  $\Delta p$ ) donne la valeur de l'influence des conditions de circulation.

La part mentale, comme nous l'avons déjà noté, est définie, si nous envisageons le "point zéro", comme la différence entre  $\Delta p = 0$  et  $\Delta p$  déclaré (pour l'usage d'un mode quelconque) dans les enquêtes. La valeur absolue (pas l'influence sur le choix modal "voiture particulière – transports collectifs", ce qui est relatif) de cette part mentale ne change pas selon les conditions réelles ( $\Delta t$  et  $\Delta p$ ). L'influence relative de cette composante donne le rapport de la différence entre  $\Delta p = 0$  et  $\Delta p$  déclaré et la différence entre la ligne d'indifférence et les conditions réelles ( $\Delta t$  et  $\Delta p$ ) (le cas du graphique 5.6). Pour évidence, les influences de ces composantes sont présentées dans le graphique suivant (avec la part mentale en faveur de l'automobile) :



Graphique 5.6 : Influence des C et M

Les formules pour le calcul des C et M et leurs influences relatives seront :

1) La préférence d'effectuer le choix en faveur de l'usage des transports collectifs (PrTC) est proportionnelle à la distance entre deux points :

$$(\Delta t ; -(\% \text{ hryvnas/minutes}) * \Delta t - \Delta p^{VP} \text{ déclaré}) \text{ et } (\Delta t ; \Delta p)$$

Cette préférence est égale à :

$$Pr^{TC} = -(\% \text{ hryvnas/minutes}) * \Delta t - \Delta p^{VP} \text{ déclaré} - \Delta p.$$

Dans ce cas (deux modes en concurrence) la valeur de la préférence n'est pas très informative. Mais elle devient très utile quand on envisage le cas de plusieurs modes de transports en concurrence, ainsi que le cas de chaîne des déplacements.

2) Les conditions  $C^{TC}$  pour le même usager :

$$C^{TC} = -(\% \text{ hryvnas/minutes}) * \Delta t - \Delta p.$$

3) La part mentale M (la valeur absolue) du même usager :

$$M^{TC} = 0 - \Delta p^{VP} \text{ déclaré ou } \Delta p^{TC} \text{ déclaré.}$$

4) L'influence relative (I) des conditions C. Logiquement une influence de C change selon les valeurs de  $\Delta t$  et  $\Delta p$ . Si  $\Delta t$  et  $\Delta p$  augmentent, l'influence de C augmente. Si  $\Delta t$  et  $\Delta p$  diminuent, donc l'influence de C diminue. Le cas marginal, quand  $\Delta t = 0$  et  $\Delta p = 0$ , reflète la situation avec l'influence de C égale à zéro. Alors, dans le cas avec  $\Delta t$  et  $\Delta p$  réels, l'influence relative de  $C^{TC}$  se calcule comme :

$$I_{C^{TC}} = \frac{C^{TC}}{|C^{TC}| \Delta t^{TC}} = \frac{-(\% \text{ hryvnas/minutes}) * \Delta t - \Delta p}{(\% \text{ hryvnas/minutes}) * \Delta t - \Delta p^{VP} \text{ déclaré} - \Delta p}$$

Si un usager n'a pas de choix, c'est-à-dire s'il ne possède pas une voiture particulière, pour lui l'influence relative des conditions  $C^{VP}$  est égale à 1.

5) Comme l'influence relative de C, celle de M change aussi selon les valeurs des  $\Delta t$  et  $\Delta p$ . Mais ici, par contre, la liaison est inverse. Si  $\Delta t = 0$  et  $\Delta p = 0$ , l'influence de M sur le choix modal " automobile – transports collectifs " est complète (100 %), donc, dans ce cas, un usager ne se comporte que sous l'influence de cette composante M. Avec le changement des  $\Delta t$  et  $\Delta p$ , la valeur absolue de M ne change pas, mais l'influence relative, par contre, change. Alors, dans le cas avec  $\Delta t$  et  $\Delta p$  réels, l'influence relative de M sera :

$$I_M^{\pi} = \frac{M^{TC}}{|C^{TC}| + |M^{TC}|} = \frac{0 - \Delta p^{VP} \text{ déclaré} (\Delta p^{TC} \text{ déclaré})}{( \% "kilomètres/minutes" ) \Delta t + \Delta p^{VP} \text{ déclaré} \Delta p}$$

Les résultats des calculs donnant les valeurs et les influences relatives des conditions de circulation  $C^{TC}$  et de la composante psychologique M pour des personnes possédant l'automobile sont présentés dans le tableau suivant<sup>78</sup> :

**Tableau 5.1 : Valeurs absolues et influences relatives des  $C^{TC}$  et M (MP – marche à pied, TC – transport collectif, VP – voiture particulière)**

<sup>78</sup> Avec nos excuses pour cette forme peu lisible de présentation.

M+C	Valeur M <sup>TC</sup>	Valeur C <sup>TC</sup>	Influence relative MTC	Influence relative CTC	VP ou non selon modèle	Choix modal réel
2,5	-0,6	1,9	-0,24	0,76	Non	MP
7,6	-4,6	3	-0,605263	0,3947368	VP	MP
4,27272727	-1	3,27272727	-0,2340426	0,76595745	Non	MP
3,35	-1	2,35	-0,298507	0,7014925	Non	MP
6,85	-4,6	2,25	-0,671533	0,3284672	VP	MP
5,5	-1	4,5	-0,181818	0,8181818	Non	MP
4,95	-0,542857	4,4071429	-0,109668	0,8903319	Non	MP
5,8863636	-1	4,8863636	-0,169884	0,8301158	Non	MP
4	-1	3	-0,25	0,75	Non	MP
3,4	-2	1,4	-0,588235	0,4117647	VP	TC
3,6166667	-1,666667	1,95	-0,460829	0,5391705	Non	TC
3,47	-1,72	1,75	-0,495677	0,5043228	Non	TC
2,505	-0,58	1,925	-0,231537	0,7684631	Non	TC
4,08	-1,98	2,1	-0,485294	0,5147059	Non	TC
2,4857143	-1	1,4857143	-0,402299	0,5977011	Non	TC
3,47	-1,6	1,87	-0,461095	0,5389049	Non	TC
3,91	-1,285	2,625	-0,328645	0,6713555	Non	TC
7,95	-4,6	3,35	-0,578616	0,4213836	VP	TC
4,2136364	-2	2,2136364	-0,474649	0,5253506	Non	TC
5,85	-2,7	3,15	-0,461538	0,5384615	Non	TC
4,95	-2,436364	2,5136364	-0,492195	0,5078053	Non	TC
2,95	-1,466667	1,4833333	-0,497175	0,5028249	Non	TC
8,05	-4,018182	4,0318182	-0,499153	0,500847	Non	TC
7,23	-3,54	3,69	-0,489627	0,5103734	Non	TC
4,125	-2	2,125	-0,484848	0,5151515	Non	TC
9,25	-4,6	4,65	-0,497297	0,5027027	Non	TC
6,37	-3	3,37	-0,470958	0,5290424	Non	TC
2,2	-0,2	2	-0,090909	0,9090909	Non	TC
6,14	-4,6	1,54	-0,749186	0,2508143	VP	TC
3,75	-1	2,75	-0,266667	0,7333333	Non	TC
4,65	-2	2,65	-0,430108	0,5698925	Non	TC
3,94	-1,04	2,9	-0,263959	0,7360406	Non	TC
4,05	-2	2,05	-0,493827	0,5061728	Non	TC
9,5136364	-4,6	4,9136364	-0,483516	0,5164835	Non	TC
2,29	-1,08	1,21	-0,471616	0,5283843	Non	TC
2,8	-0,9	1,9	-0,321429	0,6785714	Non	TC
5,9375	-2,95	2,9875	-0,496842	0,5031579	Non	TC
3,85	0,6	3,25	0,1558442	0,8441558	Non	TC
9,4	-4,6	4,8	-0,489362	0,5106383	Non	TC
7,6	-3,6	4	-0,473684	0,5263158	Non	TC
8,425	-4	4,425	-0,474777	0,5252226	Non	TC
7,05	-2,9	4,15	-0,411348	0,5886525	Non	TC

# Une modélisation de l'arbitrage entre voiture particulière et transport collectif :

5,05	-0,92	4,13	-0,182178	0,8178218	Non	TC
6,15	-1,8	4,35	-0,292683	0,7073171	Non	TC
5,45	-1	4,45	-0,183486	0,8165138	Non	TC
5,95	-1,6	4,35	-0,268908	0,7310924	Non	TC
4,25	-0,4	3,85	-0,094118	0,9058824	Non	TC
5,4166667	-1,116667	4,3	-0,206154	0,7938462	Non	TC
5,6928571	-2	3,6928571	-0,351317	0,6486826	Non	TC
7,55	-3	4,55	-0,397351	0,602649	Non	TC
3,29	0,84	2,45	0,2553191	0,7446809	Non	TC
11,35	-1,8	9,55	-0,15859	0,8414097	Non	TC
2,68181818	-0,2	2,48181818	-0,0745763	0,92542373	Non	TC
4,325	-1	3,325	-0,2312139	0,76878613	Non	TC
6,45	-3	3,45	-0,4651163	0,53488372	Non	TC
1,55	1,2	0,35	0,77419355	0,22580645	Non	TC
4,2	-2	2,2	-0,4761905	0,52380952	Non	TC
4,25	-2	2,25	-0,4705882	0,52941176	Non	TC
4,825	-4,6	0,225	-0,9533679	0,04663212	VP	TC
5,96666667	-4,6	1,36666667	-0,7709497	0,22905028	VP	TC
5,65	-2,6	3,05	-0,460177	0,53982301	Non	TC
4,27727273	-2	2,27727273	-0,4675877	0,53241233	Non	TC
6,075	-3	3,075	-0,4938272	0,50617284	Non	TC
1,9	1	0,9	0,5263158	0,47368421	Non	TC
4,8	-4	-0,8	-0,8333333	-0,1666666	VP	TC
11,35	-3	8,35	-0,264317	0,7356828	Non	TC
11,875	4	7,875	0,3368421	0,6631579	Non	TC
12,95	-3	9,95	-0,23166	0,7683398	Non	TC
3,2363636	-1,963636	1,2727273	-0,606742	0,3932584	VP	VP
2,2	-1,2	1	-0,545455	0,4545455	VP	VP
1,74	0,44	1,3	0,2528736	0,7471264	Non	VP
3,1	-2	1,1	-0,645161	0,3548387	VP	VP
3,125	-2,7	0,425	-0,864	0,136	VP	VP
5,44	3,8	1,64	0,6985294	0,3014706	VP	VP
2,65	-0,733333	1,9166667	-0,27673	0,7232704	Non	VP
5,75	-4,6	1,15	-0,8	0,2	VP	VP
3,7125	-2	1,7125	-0,538721	0,4612795	VP	VP
3,05	-1,8	1,25	-0,590164	0,4098361	VP	VP
6,6	-4,6	-2	-0,69697	-0,30303	VP	VP
5,85	-4,6	1,25	-0,786325	0,2136752	VP	VP
2,95	-1,7	1,25	-0,576271	0,4237288	VP	VP
1,4285714	0	1,4285714	0	1	Non	VP
2,4	-1,4	1	-0,583333	0,4166667	VP	VP
0,25	0	-0,25	0	-1	VP	VP
6,1	-4,6	-1,5	-0,754098	-0,245902	VP	VP
6,6	-4,6	2	-0,69697	0,3030303	VP	VP
8,65	-4,6	-4,05	-0,531792	-0,468208	VP	VP



4,9	-4,6	0,3	-0,938776	0,0612245	VP	VP
3,95	-2,8	1,15	-0,708861	0,2911392	VP	VP
4	-3	1	-0,75	0,25	VP	VP
3,7	-3,4	-0,3	-0,918919	-0,081081	VP	VP
5,136	-1,216	3,92	-0,23676	0,7632399	Non	VP
7,55	-7,4	-0,15	-0,980132	-0,019868	VP	VP
8,3777778	-5,333333	3,0444444	-0,636605	0,3633952	VP	VP
7,85	-4	3,85	-0,509554	0,4904459	VP	VP
4,81	-1,36	3,45	-0,282744	0,7172557	Non	VP
6,4318182	-4,6	1,8318182	-0,715194	0,2848057	VP	VP
7,25	-3,75	3,5	-0,517241	0,4827586	VP	VP
5,72	-1,32	4,4	-0,230769	0,7692308	Non	VP
4,95	-4,6	0,35	-0,929293	0,0707071	VP	VP
18,15	-4,6	-13,55	-0,253444	-0,746556	VP	VP
6,6	-0,7	5,9	-0,106061	0,8939394	Non	VP
7,575	-0,825	6,75	-0,108911	0,8910891	Non	VP
5,85	-3	2,85	-0,512821	0,4871795	VP	VP
7,4681818	-2	5,4681818	-0,267803	0,7321972	Non	VP
8,9	-4,6	4,3	-0,516854	0,4831461	VP	VP
9,8285714	-1	8,8285714	-0,101744	0,8982558	Non	VP
2,25	-2	0,25	-0,8888889	0,11111111	VP	VP
4,85	-4,6	0,25	-0,9484536	0,05154639	VP	VP
8,44	-4,6	3,84	-0,5450237	0,4549763	VP	VP

Dans le tableau, 18 réponses sur 110 (16 %) contredisent les calculs du modèle. Il faut noter que la somme des composantes C et M pour toutes les observations augmente la marge d'erreur du modèle. Ceci étant dit, il sera plus rationnel de calculer la part modale selon la formule suivante (par exemple la part de l'usage de l'automobile) :

$$P^{VP} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i^{VP}}{n} \quad \text{ou plus correct : } P^{VP} = \frac{n^{VP}}{n},$$

où  $n^{VP}$  est le nombre de réponses en faveur d'une VP,  
 $n$  est le nombre total d'observations.

## 5.5. Pourquoi $\Delta t$ et $\Delta p$ peuvent être considérés comme les composantes du facteur de conditions C ?

Selon l'opinion d'auteur, toutes (ou presque toutes) les situations décrivant les conditions de circulation (les situations existantes toujours ou apparaissant spontanément) des différents modes de transports peuvent être interprétées comme une combinaison quelconque des  $\Delta t$  et  $\Delta p$ . Effectivement, n'importe quelle situation peut être divisée en ensemble  $n$  ou  $m$  des composantes objectives

$$\sum_{i=1}^n \Delta t_i \cdot \text{et} \cdot \sum_{j=1}^m \Delta p_j$$

d'un déplacement. Par exemple, le temps d'un déplacement en voiture particulière peut se décomposer en éléments suivants :

Existant toujours		
Stables	Non stables (modifiables)	Spontanés
MP jusqu'à la place de stationnement	Les feux	L'embouteillage
Le temps de déplacement en VP	La recherche de la place de stationnement	Le contrôle policier
MP jusqu'à la place de travail	...	Un accident
...		L'influence des conditions météorologiques
		Les travaux dans les rues...

Tableau 5.2 : Eléments de temps d'un déplacement en VP

Un tableau similaire peut être fait pour le temps d'un déplacement en transports collectifs.

Existant toujours		
Stables	Non stables (modifiables)	Spontanés
MP jusqu'à la place de l'arrêt	Le temps d'attente à l'arrêt	L'embouteillage (pour le transport de surface)
Le temps de déplacement en TC	Les feux	Un accident
Les changements de lignes	...	L'influence des conditions météorologiques
MP jusqu'à la place de travail...		Les travaux dans les rues...

Tableau 5.3 : Eléments de temps d'un déplacement en TC

D'autre part, le prix (coût – en terme monétaire) d'un déplacement peut se décomposer en éléments suivants :

Tableau 5.4 : Eléments de coût d'un déplacement en VP

Pris en considération toujours	“ Investissements ”	Spontanés
Les coûts d'exploitation (essence, stationnement...)	Le coût d'achat d'une voiture et d'un garage	Un accident
...	L'assurance	Les travaux (déviation)
	...	Le contrôle policier (des amendes)...

Tableau 5.5 : Eléments de coût d'un déplacement en TC

Pris en considération toujours	Spontanés
Le prix de tickets...	Les amendes (pendant la fraude)...

Le lecteur a la possibilité de compléter ces tableaux.

## 5.6. Cas de décomposition de la composante psychologique, cas de plusieurs modes en concurrence et cas de chaîne des déplacements

Le modèle peut aussi décrire la situation de décomposition de la composante psychologique **M** en **n** sous-composantes (confort, sécurité...). Concernant la formalisation mathématique, ce cas est identique à celui décrit ci-dessus :

$$I_M = \frac{M_i}{\sum_{i=1}^n M_i + |C|}, \text{ ou}$$

$I_{M_i}$  est l'influence relative d'une sous-composante  $M_i$ .

Si l'on envisage le cas de plusieurs modes en concurrence, le choix optimal sera décrit par l'équation suivante :

$$Choix^{opt} = \left\lceil \max \{Pr_i\} \right\rceil, \text{ ou}$$

**Pr<sub>i</sub>** est la *préférence* (égale à la distance, parallèlement à l'axe OΔp, entre un point reflétant une situation réelle et une courbe d'indifférence du choix entre deux modes) pour faire le choix en faveur d'un mode quelconque d'une combinaison **i** se composant d'une paire de modes. C'est le cas, quand la valeur de la *préférence* devient informative.

La fonction pour une chaîne des déplacements a la forme suivante :

$$Choix_{opt} = \max \left\{ \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m Pr_{ij}}{m} \right\}, \text{ où}$$

$Pr_{ij}$  est la préférence du choix d'un mode  $i$  pour un déplacement  $j$  ;

$n$  est le nombre de modes en concurrence ;

$m$  est le nombre de déplacements.

En dépit de la simplicité relative de la fonction, il reste une tâche pratique difficile : définir des équations des courbes d'indifférence des paires de modes en concurrence.

## 5.7. Conclusion du chapitre

Les points essentiels de ce chapitre sont les suivants :

- le modèle de la répartition modale "automobile - transports en commun", développé dans le chapitre, est basé sur deux principaux facteurs influençant le choix :
- les conditions de circulation, qui expriment une influence de la valeur du temps (en matière de transport) sur le choix modal ;
- la composante plus subjective que la valeur du temps, la composante psychologique. Cette composante exprime la volonté d'un individu de payer, soit pour l'usage de l'automobile, soit pour les transports en commun, quand l'influence relative des conditions de circulation est égale à zéro ;
- les conditions de fonctionnement des transports urbains à Kharkov, qui sont à l'origine des données empiriques basées sur les enquêtes, permettent de séparer ces deux facteurs. Cette séparation semble difficile (en termes d'évaluation de l'influence relative de deux facteurs sur le choix modal) si on utilise seulement une approche classique (la fonction logit, par exemple) ;
- il semble possible de développer le modèle pour plusieurs modes de transports en concurrence ainsi que pour la chaîne des déplacements.

## Chapitre VI : Résultats

Dans ce chapitre nous n'envisageons que les données obtenues à partir du traitement des enquêtes. Ces données peuvent dès lors avoir un certain écart par rapport aux données officielles, présentées dans le chapitre I. Cela concerne notamment les revenus monétaires de la population. Mais il faut noter, que dans le chapitre I, il s'agissait du salaire moyen ce qu'est différent de la notion de revenu moyen. Les autres résultats, notamment la répartition modale selon certains critères, ainsi que la dynamique de la valeur du temps, sont uniques et novatrices pour l'Ukraine, précisément, l'auteur ne les a jamais rencontrés dans les sources ukrainiennes. Tous les résultats sont obtenus sur une période allant du mois d'avril 2000 à celui de janvier 2001 et sont appliqués à la ville de Kharkov.

Il nous semble plus lisible de présenter les résultats dans une forme graphique. Les chiffres sont donnés dans les annexes XI - XV.

### 6.1. Revenus monétaires

Tout d'abord il est indispensable de noter que les revenus monétaires, comme non monétaires d'ailleurs, peuvent être répartis en catégories dites officielles et non officielles. Si on ne prend en considération que les revenus officiels, cela déforme certains faits : par exemple, le rapport du salaire moyen, qui est de près de 50 fois moins en Ukraine qu'en

France, et des prix qui portent, pour la plupart sur des produits de consommations courantes, bien comparables dans ces deux pays, ou le doublement de la possession des voitures particulières à Kharkov sur la période 1991 – 1999.

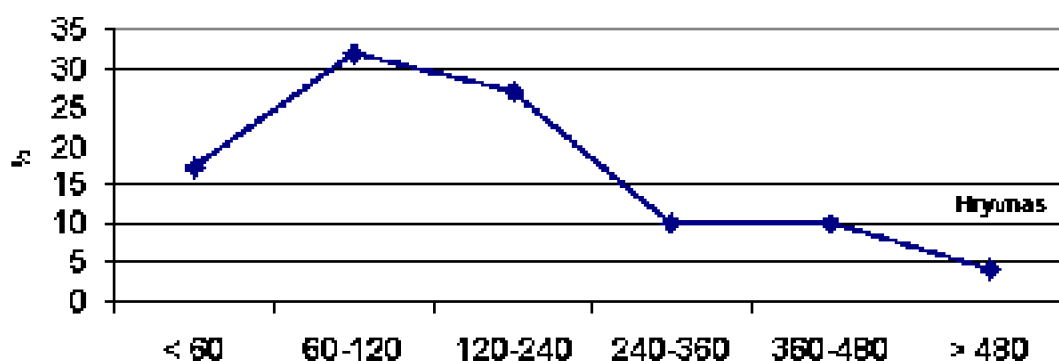
Le niveau des revenus monétaires moyens est présenté dans le tableau suivant.

**Tableau 6.1 : Revenus moyens par personne (plus de 16 ans)**

Revenus	Total	Officiels	Non-officiels
Moyen, hryvnas	176,44	101,35	75,09
%	100	58	42

A cause de la proportion non adéquate des différentes couches de la population dans les enquêtes (ce qui, par contre, ne déforme pas les autres résultats), ce tableau ne reflète probablement pas bien la situation réelle (en ce qui concerne les valeurs absolues) mais le rapport entre les revenus officiels et non officiels semble bien réel.

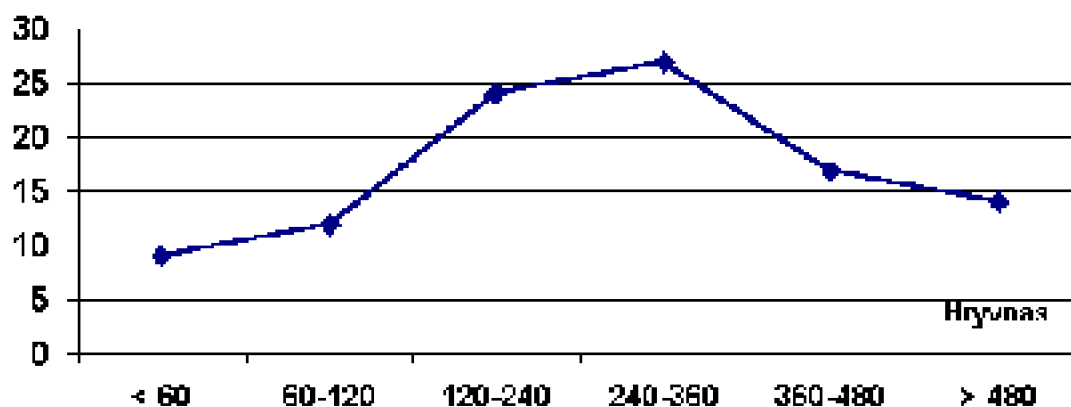
La répartition de la population selon le niveau des revenus monétaires est présentée dans le graphique suivant.



*Graphique 6.1 : Répartition de la population selon le niveau des revenus monétaires*

La tendance de la courbe représente bien la logique, la plupart de la population dispose de revenus situés entre 120 et 240 hryvnas par mois.

Le graphique suivant représente la même situation mais ne prenant en considération que des personnes possédant une voiture particulière.

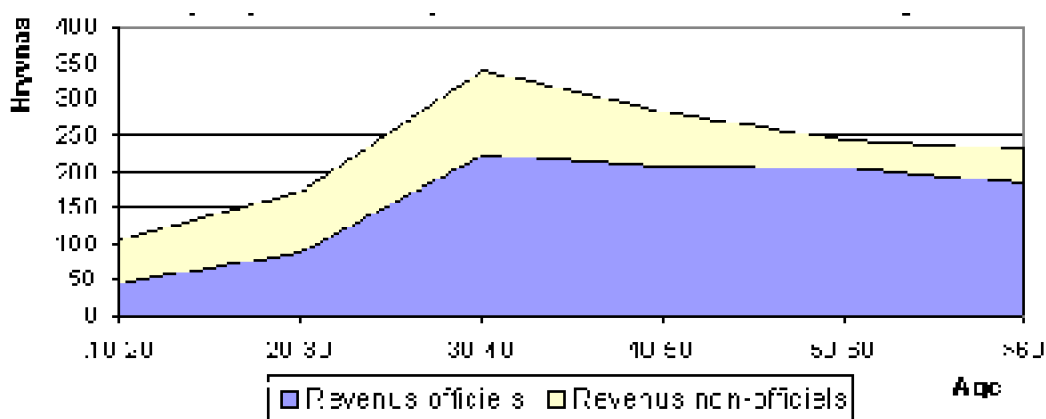


*Graphique 6.2 : Répartition des personnes ayant une VP selon le niveau des revenus*

## monétaires

Les tendances de ces deux courbes sont identiques, hormis pour la sinuosité qui se situe plus à droite. Cela peut s'expliquer par le fait que les personnes disposant de voitures particulières ont normalement davantage d'argent. De plus, on remarque que la part des personnes gagnant moins de 60 hryvnas par mois est bien supérieure chez ceux ne possédant pas une voiture que chez les automobilistes. Il en est de même mais dans le sens contraire, si on regarde la part de population gagnant plus de 480 hryvnas par mois.

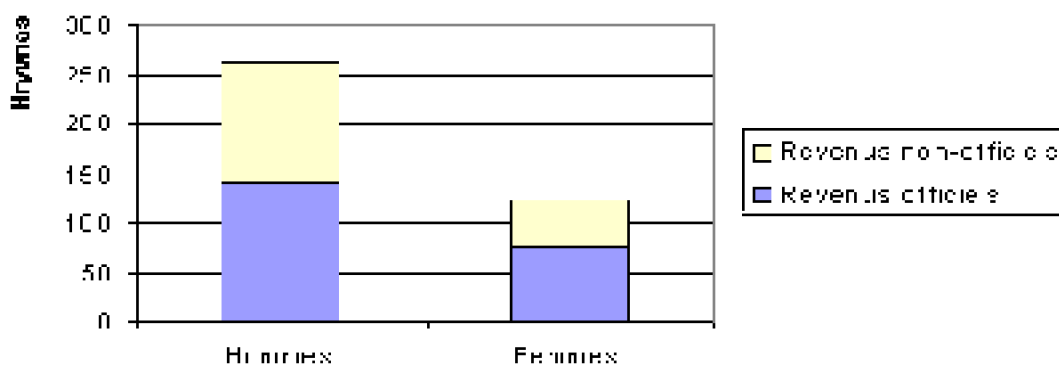
Ensuite nous allons envisager la répartition des revenus selon certains critères. La répartition selon l'âge est présentée dans le graphique suivant (la valeur totale des revenus correspond à la somme des revenus officiels et non officiels).



Graphique 6.3 : Répartition des revenus selon l'âge

Les tendances des deux courbes reflètent la situation dans laquelle les valeurs maximales des revenus (officiels, ainsi que non officiels) se situent entre 30 et 40 ans, c'est-à-dire la période de la vie probablement la plus active. On peut remarquer aussi la diminution du rapport " revenus officiels / revenus non officiels " en fonction de l'augmentation de l'âge.

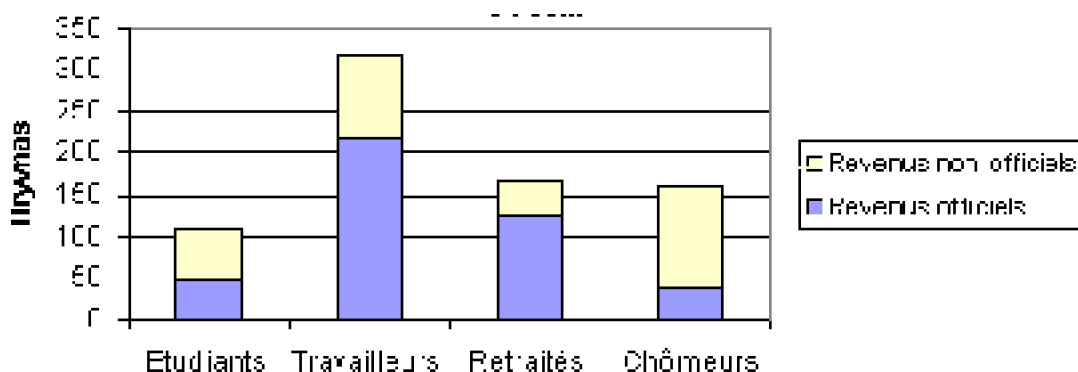
La répartition des revenus selon le sexe est présentée dans le graphique suivant. Comme dans le cas précédant, la valeur totale des revenus correspond à la somme des revenus officiels et non officiels.



Graphique 6.4 : Répartition des revenus selon le sexe

Comme probablement partout en Ukraine, à Kharkov les hommes gagnent, en moyenne, plus que les femmes. Le rapport “ revenus des hommes / revenus des femmes ” se situe à un niveau proche de 2. Outre cela, la part relative des revenus non officiels chez les hommes est supérieure à celle des femmes.

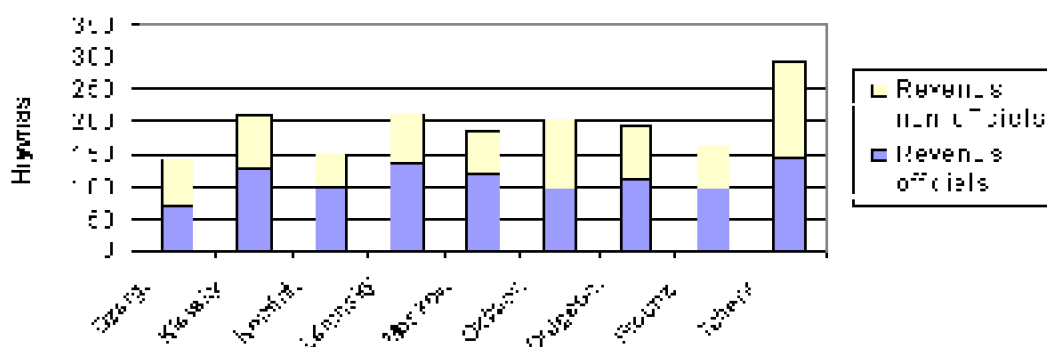
La répartition des revenus selon le statut social est montrée dans le graphique suivant.



Graphique 6.5 : Répartition des revenus selon le statut social

Tout apparaît logique en ce qui concerne le niveau des revenus officiels : les travailleurs gagnent plus que les autres. Les revenus principaux des chômeurs se composent des non officiels. Parmi les étudiants, un sur cinq dispose d'un travail régulier, et un sur deux d'un travail irrégulier (souvent spontané). Le moindre rapport “ revenus officiels / revenus non officiels ” est observé chez les retraités, celui maximal se retrouve chez les chômeurs.

Le graphique suivant représente la répartition des revenus selon l'arrondissement de Kharkov.



Graphique 6.6 : Répartition des revenus selon l'arrondissement

On observe une répartition des revenus presque homogène entre les arrondissements de Kharkov. Seulement un arrondissement “ Tchervonozavodsky ” se trouve en dehors de cette tendance. Ceci était inattendu même pour l'auteur, selon toute probabilité c'est la situation figurant uniquement dans les enquêtes.

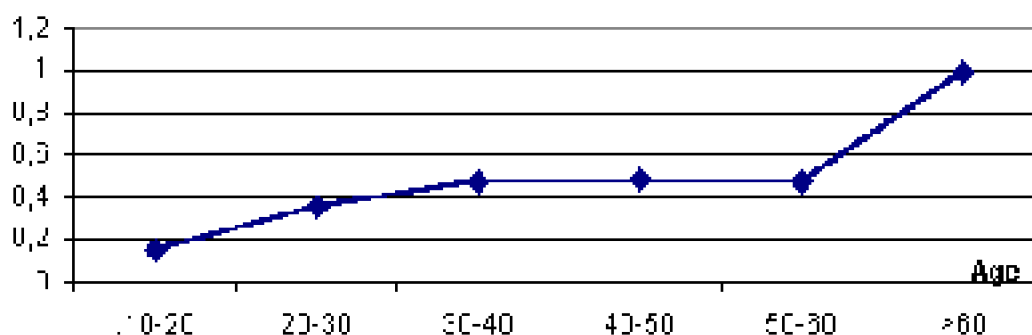


## 6.2. Possession d'un permis de conduire

Tout d'abord une petite remarque sur la différence concernant l'usage du chiffre " taux de possession d'un permis de conduire " en France et en Ukraine. Si, en France, les personnes ayant le permis de conduire sont considérées comme ayant le choix d'un mode de transport pour se déplacer (il s'agit bien évidemment du choix " voiture particulière – transports collectifs "), en Ukraine les formalités concernant la possibilité de conduire une voiture passe le plus souvent par la nécessité de posséder officiellement l'automobile. C'est pourquoi nous considérons ici que la part de population possédant une voiture a le choix entre l'automobile et les transports en commun.

Le taux moyen de possession d'un permis de conduire est de 32,6 %.

La répartition du taux de possession d'un permis de conduire selon l'âge est présentée dans le graphique suivant.



Graphique 6.7 : Taux de possession d'un permis de conduire selon l'âge

Le taux de possession augmente proportionnellement à l'âge et atteint le maximum (ici 1) pour les personnes âgées plus de 60 ans.

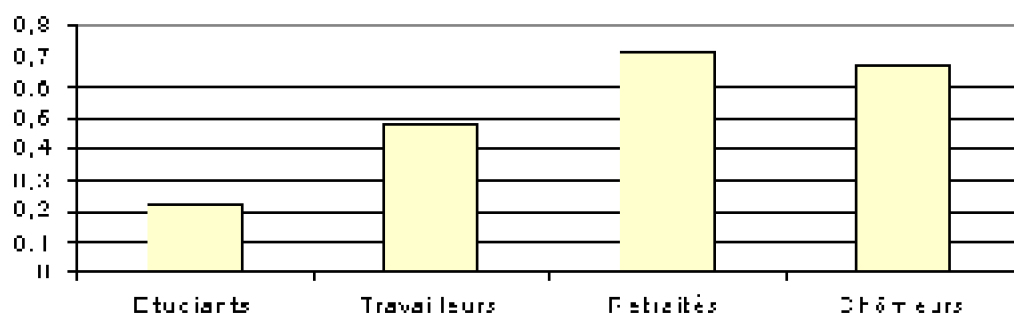
Le graphique suivant montre la répartition du taux de possession d'un permis de conduire selon le sexe.



Graphique 6.8 : Taux de possession d'un permis de conduire selon le sexe

Ce taux est bien supérieur chez les hommes que chez les femmes.

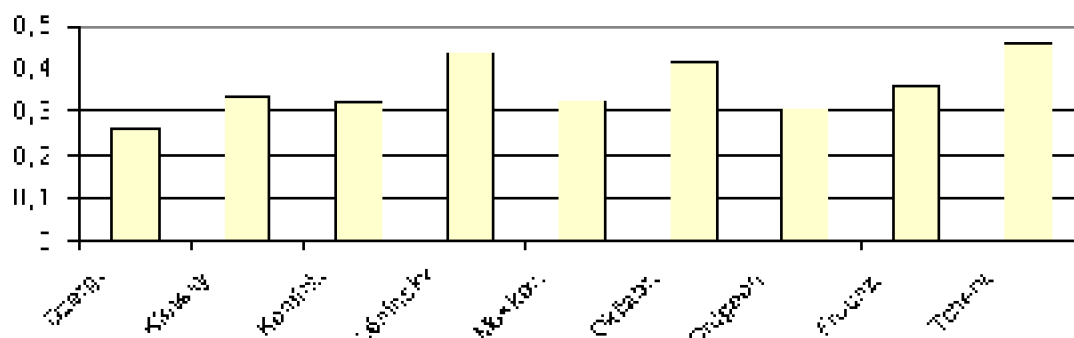
La répartition selon le statut social représente le graphique suivant.



Graphique 6.9 : Taux de possession d'un permis de conduire selon le statut social

Les chômeurs ont un taux de possession d'un permis de conduire avec un niveau relativement élevé (par rapport aux autres). Cela peut être expliqué par la situation particulière de l'Ukraine où une bonne partie des chômeurs officiels occupent un travail en dehors de ce statut. La non-correspondance entre les taux de possession d'un permis de conduire chez les retraités (dans ce graphique (0,72)) et chez les personnes âgées de plus de 60 ans dans le graphique ci-dessus (1) est expliquée par le fait que le début de la retraite dépend à la fois de l'âge (à partir de 60 ans pour les hommes et 55 ans pour les femmes) et du domaine de travail (dans certains cas on peut avoir la retraite dès 30 ans, mais d'habitude elle est de 50 ans pour les hommes, et 45 ans pour les femmes).

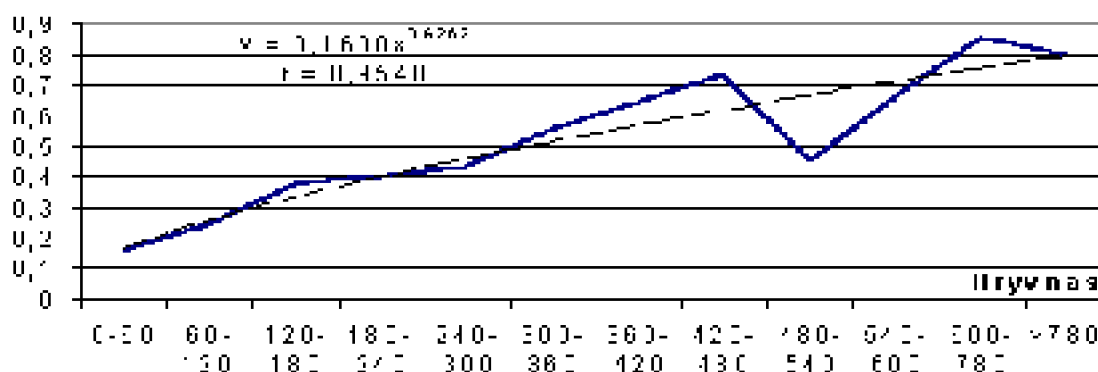
La répartition du taux de possession d'un permis de conduire selon l'arrondissement de Kharkov est montrée dans le graphique suivant.



Graphique 6.10 : Taux de possession d'un permis de conduire selon l'arrondissement

La répartition selon l'arrondissement de Kharkov est plus ou moins homogène.

Le graphique suivant reflète la situation de la répartition du taux de possession d'un permis de conduire selon le niveau des revenus (y compris officiels et non officiels).



Graphique 6.11 : Taux de possession d'un permis de conduire selon le niveau des revenus

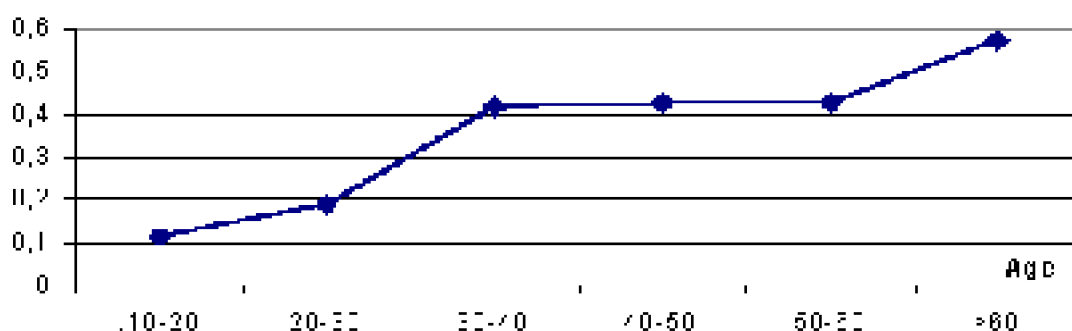
On observe une forte corrélation entre le niveau des revenus et le taux de possession d'un permis de conduire.

### 6.3. Taux de motorisation

Le taux de motorisation sera envisagé comme le prolongement de l'analyse du taux de possession d'un permis de conduire, bien que ce soit le taux de motorisation qui notamment reflète la possibilité du choix " voiture – transports collectifs ". Dans notre travail ce taux signifie le taux de possession de l'automobile.

Le taux moyen de motorisation à Kharkov est de 21,8 % (pour comparer avec Lyon où il est de 62,7 %, pour les personnes à partir de 18 ans). Ce taux est supérieur à celui officiel en Ukraine (voir dans le chapitre précédant) puisque dans les enquêtes on ne prend en considération que la population à partir de 16 ans.

La répartition du taux de motorisation selon l'âge est montrée dans le graphique suivant.

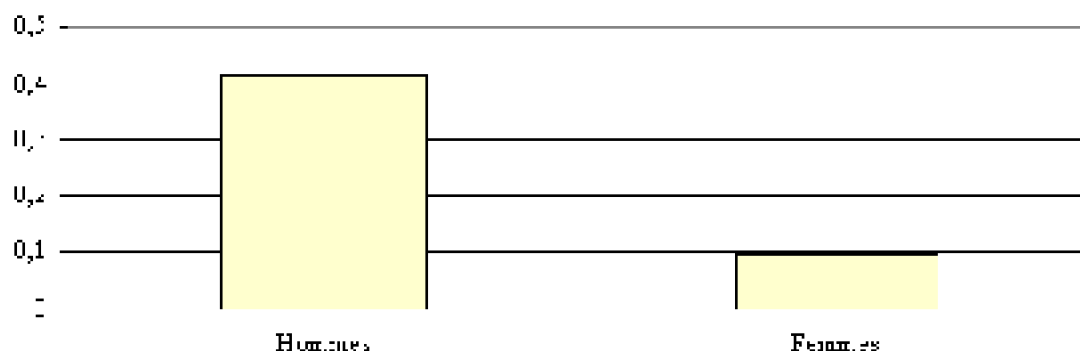


Graphique 6.12 : Taux de motorisation selon l'âge

Comme dans le cas avec le taux de possession d'un permis de conduire, ici la motorisation augmente proportionnellement à l'âge. Mais il faut noter que le parc des automobiles en fonction de l'âge (et surtout à partir de 50 ans) est bien plus ancien (ce qui induit davantage de consommation d'essence, de dépenses de réparation, etc.) que celui des plus jeunes. C'est-à-dire que la possibilité d'usage d'une voiture (en la possédant) est

normalement supérieure chez les personnes plus jeunes.

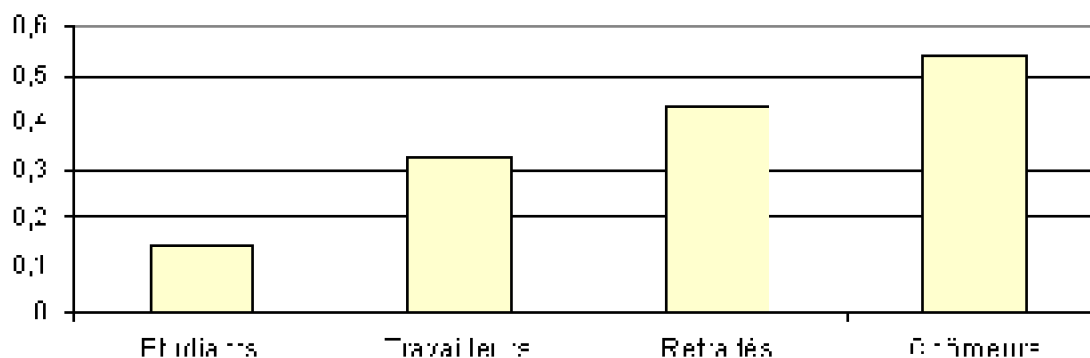
Le graphique suivant représente la situation de la répartition du taux de motorisation selon le sexe.



Graphique 6.13 : Taux de motorisation selon le sexe

Ce cas reflète bien la situation des pays avec le niveau du développement économique relativement faible. Les hommes sont beaucoup plus motorisés que les femmes, où en général une seule voiture par ménage existe.

La répartition du taux de motorisation selon le statut social est présentée dans le graphique ci-dessous.

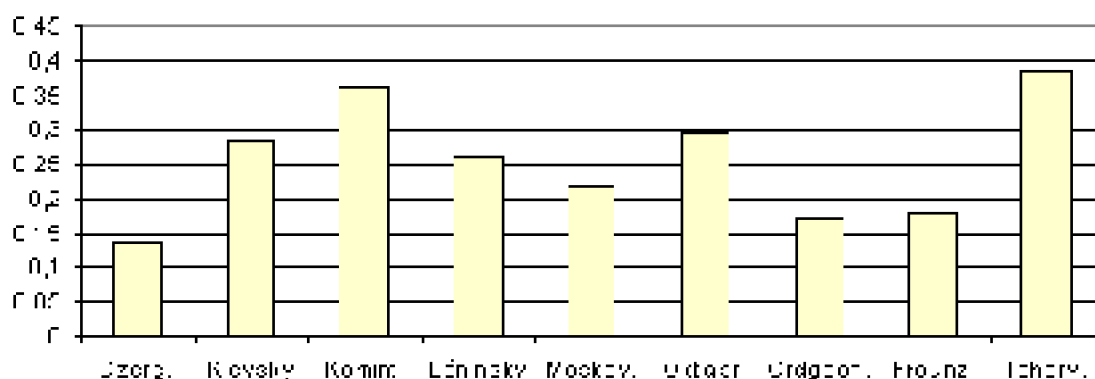


Graphique 6.14 : Taux de motorisation selon le statut social

On observe le taux de motorisation plus élevé chez les chômeurs, ce qui est surprenant. La seule explication semble être la suivante (mentionnée plus haut) : la situation particulière de l'Ukraine où une bonne partie des chômeurs officiels dispose d'un travail en dehors de ce statut. Par exemple, les déplacements par auto-stop en Ukraine sont payant (mais il est habituel de négocier le prix, ce qui rend quelque fois moins cher les déplacements par auto-stop que par taxi, et parfois moins cher – pour un groupe – que les prix dans les transports collectifs), donc un “ métier ” bien attractif pour les personnes possédant une automobile.

A l'exception de cela, la tendance de cet histogramme semble logique.

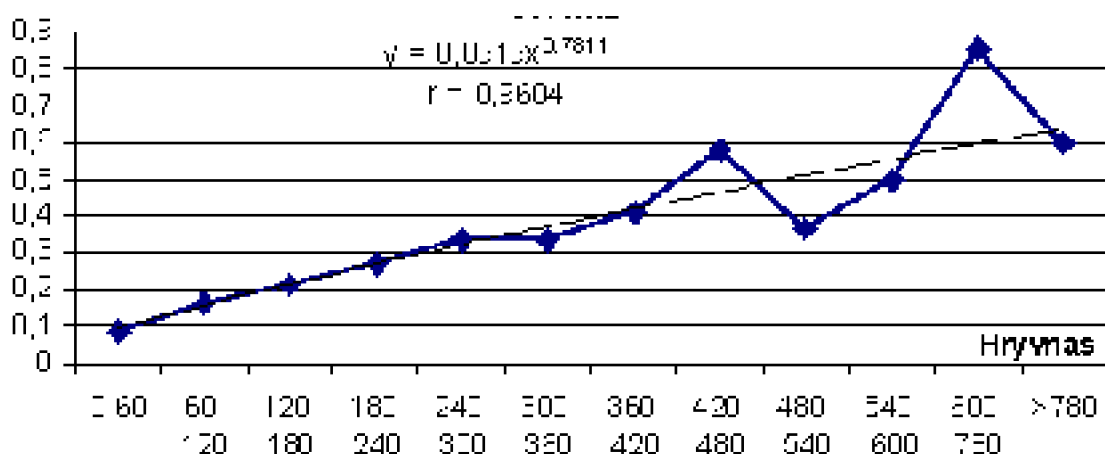
Le graphique suivant montre la situation de la répartition du taux de motorisation selon l'arrondissement de Kharkov.



Graphique 6.15 : Taux de motorisation selon l'arrondissement

Les écarts dans ce graphique sont expliqués par la répartition de la population à Kharkov. Par exemple, la plupart des étudiants (les résidences universitaires) sont concentrés dans l'arrondissement " Dzerzhinsky ", alors que dans les arrondissements " Kominternovsky " et " Tchervonozavodsky " il n'y a pas de résidences universitaires.

Enfin nous présentons la répartition du taux de motorisation selon le niveau des revenus dans le graphique ci-dessous.



Graphique 6.16 : Taux de motorisation selon le niveau des revenus

Comme dans le cas correspondant au taux de possession d'un permis de conduire, on observe une forte corrélation entre le niveau des revenus et le taux de motorisation.

## 6.4. Répartition modale

Dans cette partie du chapitre nous envisageons la répartition entre les différents modes de transports urbains. Tout d'abord nous présentons les résultats concernant la répartition modale " voiture particulière – transports collectifs – marche à pied " selon certains critères pour toute la population. Il faut noter que dans les enquêtes, outre ces trois modes de déplacement figurait aussi le vélo, mais comme parmi toutes les réponses il n'y en avait même aucune sur l'usage du vélo, nous avons donc omis ce mode dans notre

présentation.

Ensuite, nous analysons la répartition modale “ voiture particulière – transports collectifs – marche à pied ” pour la population possédant une automobile. Cela donne une version du choix modal des personnes ayant la possibilité de ce choix.

Et enfin, en prenant en considération les particularités de l’usage des transports collectifs dans les villes ukrainiennes (mentionnées plus haut), nous envisageons la répartition entre les différents modes de transports en commun.

Outre cela il faut ajouter qu’il s’agit ici des déplacements les plus habituels pour la population enquêtée : ce sont notamment les déplacements “ domicile – travail – domicile ”, “ domicile – école (université) – domicile ” ou équivalents.

On commence par le temps moyen d'un déplacement (pour Kharkov on ajoute aussi les coûts moyens).

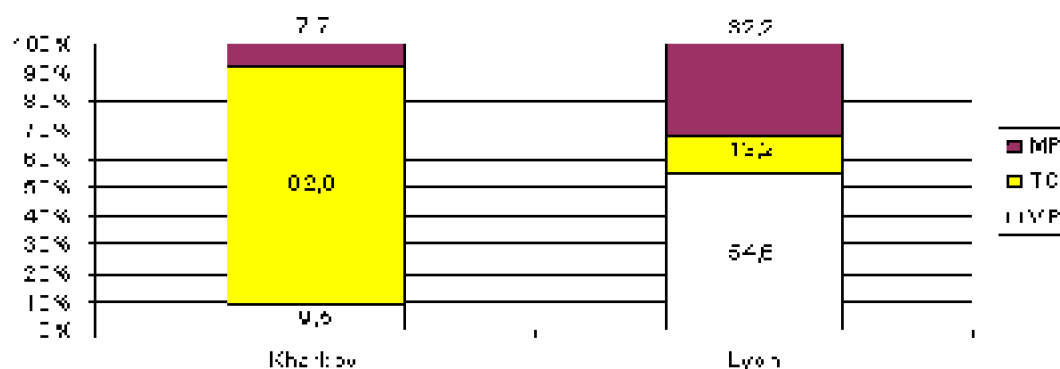
**Tableau 6.2 : Temps et coût d'un déplacement**

Kharkov (2000)		Lyon <sup>79</sup> (1995)	
Transports collectifs	Voiture particulière	Transports collectifs	Voiture particulière
42 min	23 min	32 min	16 min
0,59 hryvna	4,04 hryvnas	-	-

Toutes les descriptions, s'il y a une comparaison, ne concernent que la ville de Kharkov.

### 6.4.1. Répartition modale de toute la population

La répartition moyenne des déplacements selon le mode de transport à Kharkov est présentée dans le graphique suivant.



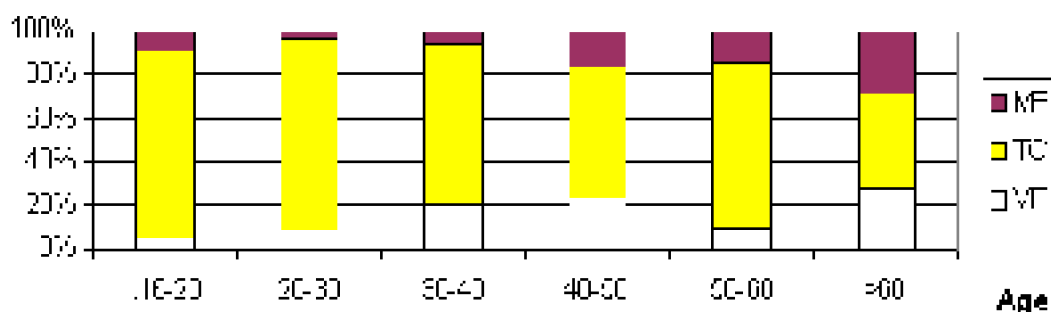
*Graphique 6.17 : Répartition modale moyenne*

On voit que les parts de différents modes de déplacements ne sont pas “ proportionnelles ” ni entre elles-mêmes, ni par rapport par exemple aux villes françaises.

<sup>79</sup> Les données sur Lyon se réfèrent à RAUX C. et al. "Développement d'un modèle stratégique de simulation des déplacements. L'agglomération lyonnaise", Rapport d'étape (1976-1986-1995), Lyon, LET, 1996.

La plupart (82,8 %) des déplacements est effectuée en transports en commun.

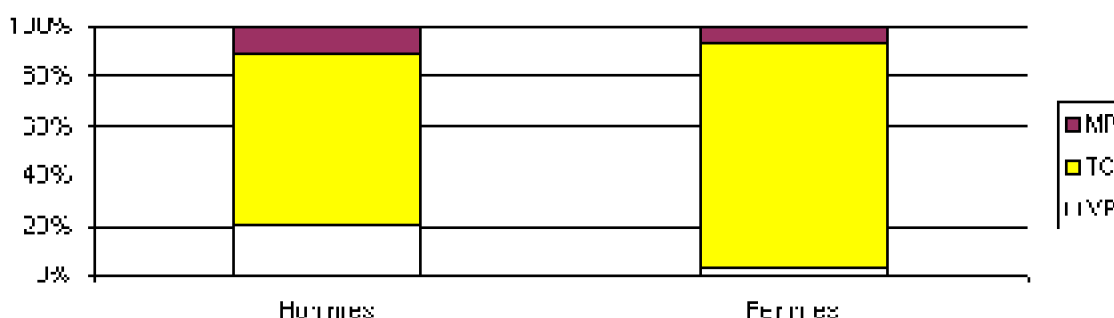
Le graphique suivant donne la répartition modale selon l'âge.



Graphique 6.18 : Répartition modale selon l'âge

On observe la diminution relative de la part des transports collectifs selon l'augmentation de l'âge et, conformément, la hausse relative des parts de l'automobile et de la marche à pied. C'est logique puisque la population plus âgée est davantage motorisée (comme conséquence la hausse de la part de l'automobile), et, à partir de 50 ans, et surtout de 60 ans on n'a plus besoin, dans la plupart des cas, d'effectuer les déplacements à grandes distances (hausse de la part de la marche à pied).

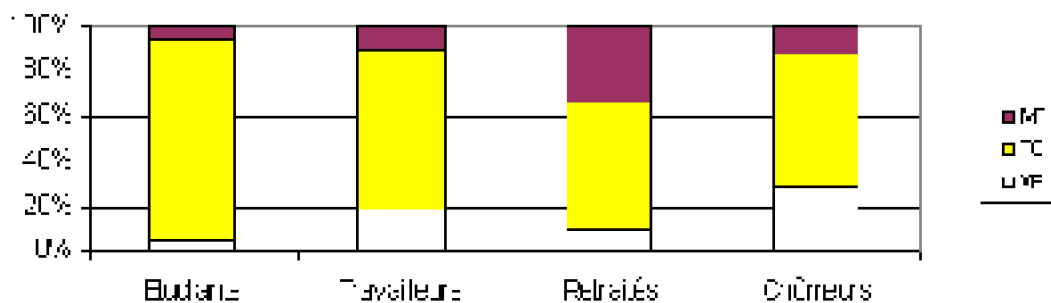
La répartition modale de toute la population selon le sexe est présentée dans le graphique ci-dessous.



Graphique 6.19 : Répartition modale des déplacements selon le sexe

On observe toujours la même tendance : l'usage beaucoup plus élevé de l'automobile chez les hommes que chez les femmes.

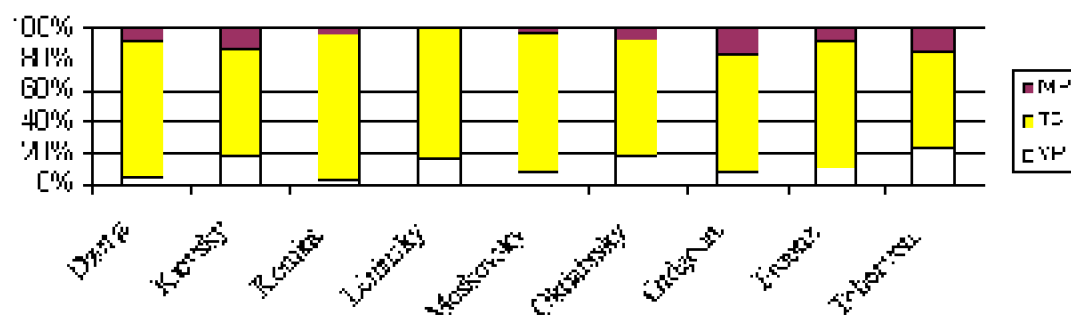
La répartition modale selon le statut social est montrée dans le graphique suivant.



Graphique 6.20 : Répartition modale selon le statut social

Puisque, dans notre cas, les chômeurs sont davantage motorisés, ils utilisent pour se déplacer plus que d'autres une voiture particulière. Outre cela on peut voir qu'en dépit d'un taux de motorisation plus élevé chez les retraités que par exemple chez les travailleurs, ces derniers utilisent plus l'automobile pour se déplacer. Chez les premiers la marche à pied augmente considérablement.

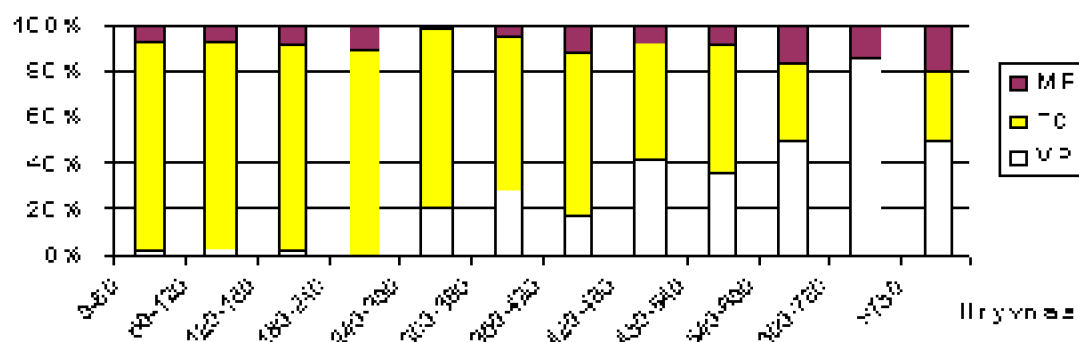
La situation de la répartition modale selon l'arrondissement de Kharkov représente le graphique ci-dessous.



Graphique 6.21 : Répartition modale selon l'arrondissement

L'absence (dans les enquêtes) de la marche à pied dans l'arrondissement " Léninsky " peut être expliquée par l'éloignement du centre-ville ainsi que par le très bas taux d'emplois par rapport à la population de cet arrondissement. Au contraire, celui le plus éloigné du centre-ville " Ordzhonikidzevsky " a le taux le plus élevé de ce rapport à Kharkov (seule l'usine de tracteur compte quelques dizaines de milliers d'emplois). C'est pourquoi dans cet arrondissement on observe la part relativement importante de la marche à pied.

Enfin, la répartition modale selon le niveau des revenus est présentée dans le graphique suivant.



Graphique 6.22 : Répartition modale selon le niveau des revenus

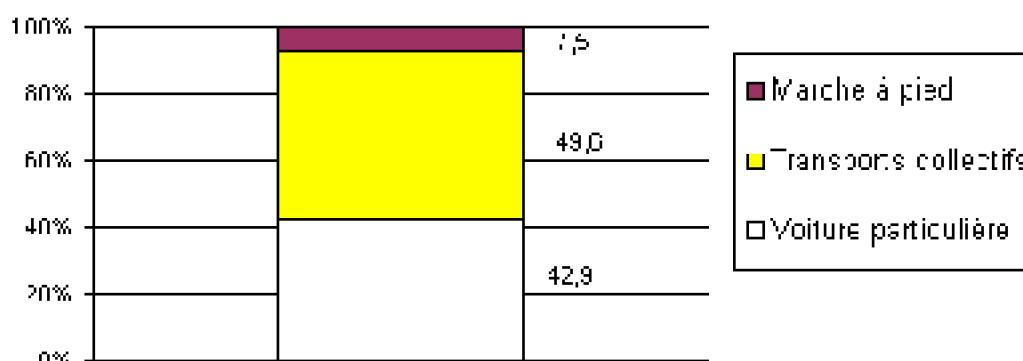
Si la dynamique de la part de marche à pied peut être considérée comme relativement homogène, les autres parts ont les tendances inverses. On voit notamment la hausse sensible de la part de la voiture particulière, et la baisse de celle des transports collectifs. Donc, tout semble logique.

#### 6.4.2. Répartition des modes de transport pour les déplacements des



## personnes possédant une voiture particulière

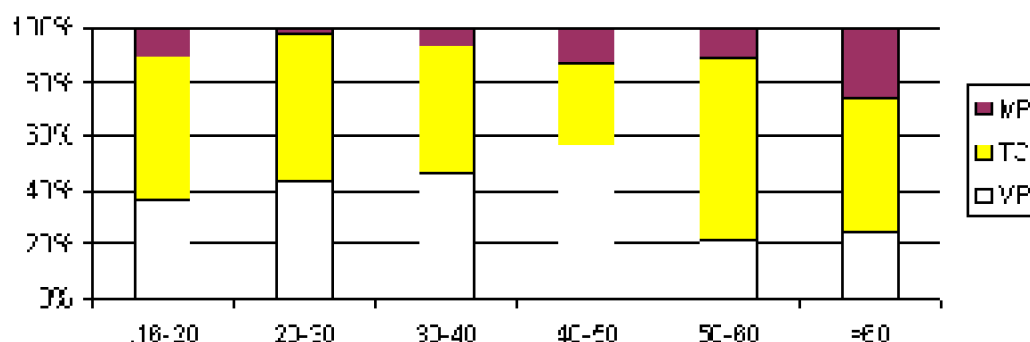
En moyenne, la répartition modale de la population ayant une automobile est montrée dans le graphique suivant.



Graphique 6.23 : Répartition modale des personnes possédant une VP

En moyenne, on voit que parmi les personnes qui ont la possibilité de faire le choix "voiture particulière – transports collectifs" 42,9 % utilisent d'habitude leur automobile. La majorité (49,6 %) préfère tout de même se déplacer en transports collectifs.

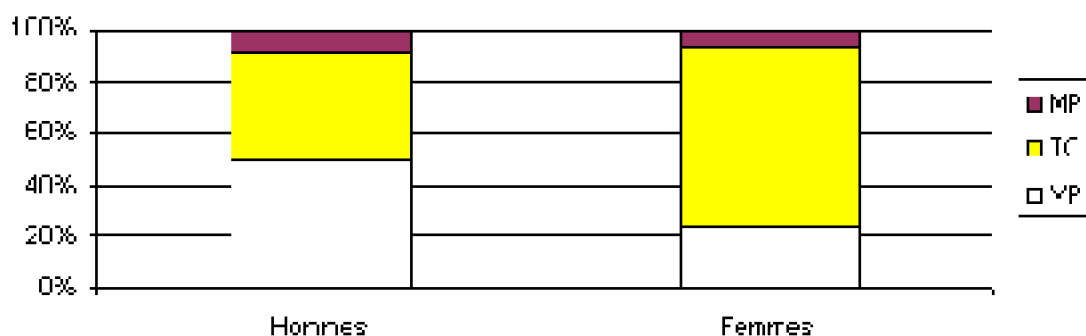
La répartition modale en fonction de l'âge est présentée dans le graphique ci-dessous.



Graphique 6.24 : Répartition modale des déplacements de personnes possédant une VP selon l'âge

On observe l'augmentation relative de la marche à pied chez les personnes plus âgées, ainsi que la diminution relative de l'usage de l'automobile à partir de 50 ans. Le sommet de cet usage se situe entre 30 et 50 ans, la période la plus active de la vie. Concernant la part des transports collectifs, on voit qu'elle augmente plus l'on s'approche des marges : jusqu'à 30 ans et à partir de 50 ans.

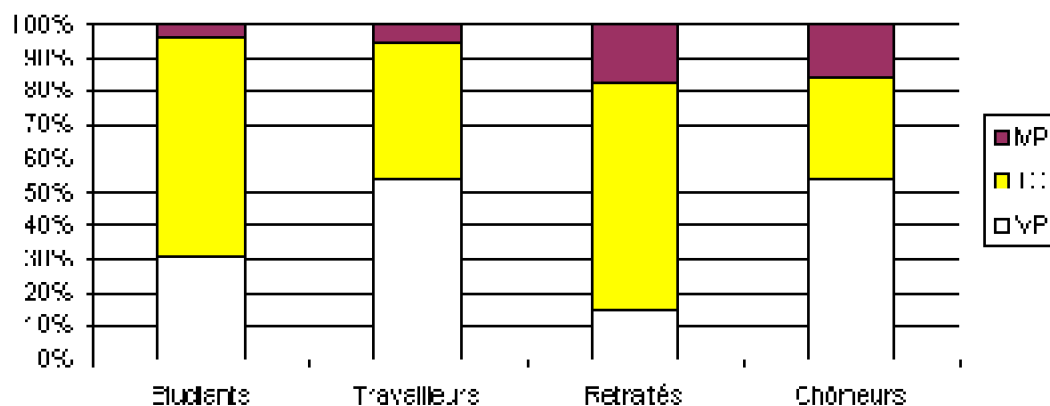
Le graphique suivant donne la situation de la répartition modale selon le sexe.



Graphique 6.25 : Répartition modale des déplacements de personnes possédant une VP selon le sexe

La tendance n'est pas rompue : les hommes préfèrent davantage l'usage d'une voiture particulière que les femmes. Chez ces dernières, la part des transports en commun reste très importante.

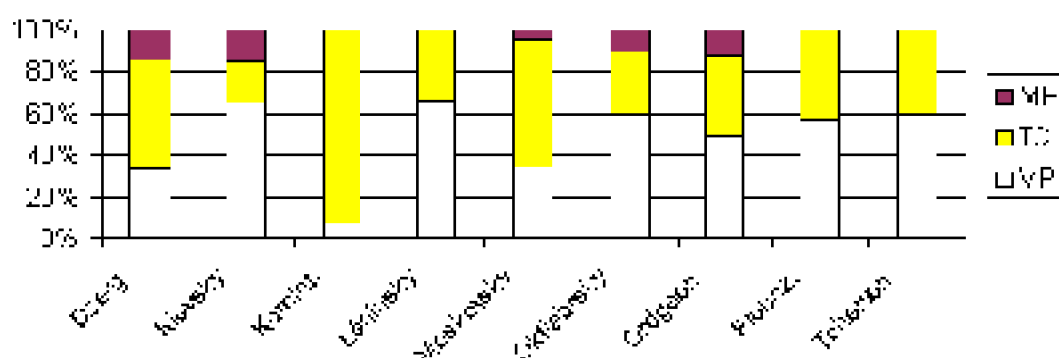
La répartition modale selon le statut social représente le graphique ci-dessous.



Graphique 6.26 : Répartition modale des déplacements des personnes possédant une VP selon le statut social

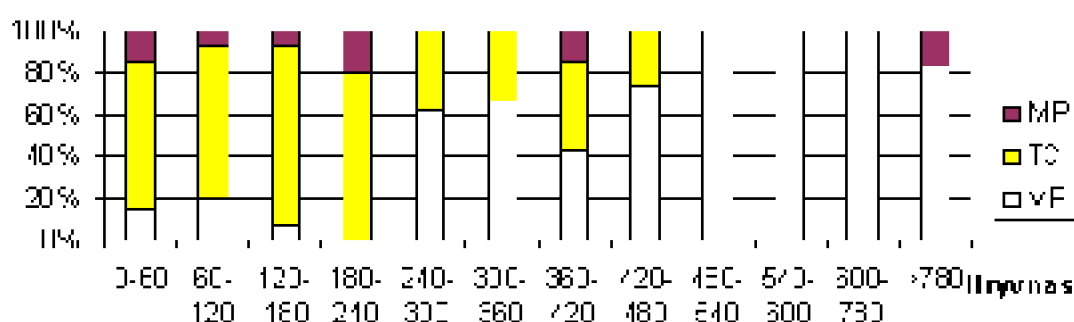
L'usage de l'automobile est plus fort, comme nous l'avons vu dans les cas précédents, chez les travailleurs et chômeurs. Les retraités n'utilisent pas beaucoup leurs voitures : ici on ajoute encore une raison importante – le droit pour eux de se déplacer gratuitement dans les transports en commun (métro et transports électriques de surface).

La répartition modale selon l'arrondissement de Kharkov est montrée dans le graphique suivant.



Graphique 6.27 : Répartition modale des déplacements de personnes possédant une VP selon l'arrondissement

Enfin, la situation de la répartition modale selon le niveau des revenus est représentée dans le graphique ci-dessous.



Graphique 6.28 : Répartition modale des déplacements de personnes possédant une VP selon le niveau des revenus

Conformément aux résultats du traitement des enquêtes nous voyons que l'augmentation de la part de l'automobile se trouve en bonne corrélation avec l'augmentation du niveau des revenus (elle devient prépondérante à partir du niveau des revenus de 240 hryvnas par mois). On observe la situation inverse avec la part des transports collectifs. La dynamique de la marche à pied peut être considérée comme homogène, malgré son absence dans certains intervalles.

### 6.4.3. Répartition des déplacements entre les différents modes de transports collectifs

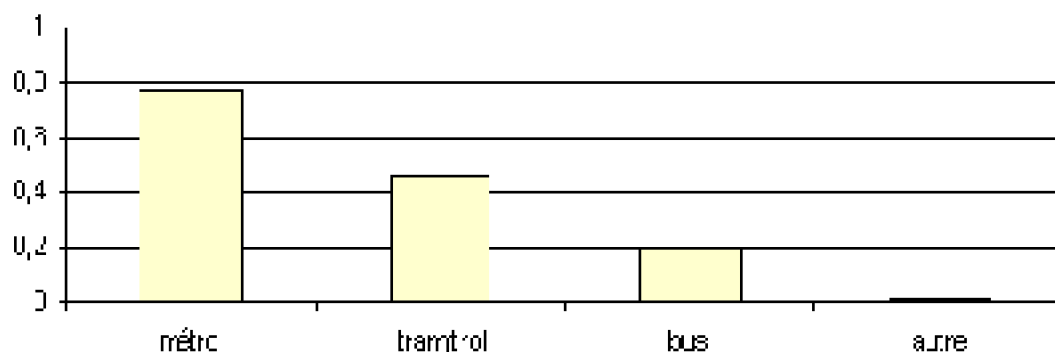
Ici, parallèlement à la répartition modale, nous présentons les coûts des déplacements en transports collectifs selon un ou plusieurs des modes utilisés.

Nous donnons tout d'abord certaines explications :

- *Méto* : les déplacements effectués uniquement par le métro ;
- *Tram,troll* : les déplacements effectués uniquement par le transport électrique de surface.

- *Bus* : les déplacements effectués uniquement par le bus ;
- *Autre* – les modes alternatifs (microbus) ;
- *Métro – tram, troll* : les déplacements effectués avec changement du transport électrique de surface pour le métro, ainsi que dans le sens envers ;
- *Métro – bus* : les déplacements effectués avec changement de bus pour le métro, ainsi que dans le sens envers ;
- *Tram, troll - bus* : la même chose pour le transport électrique de surface et les bus ;

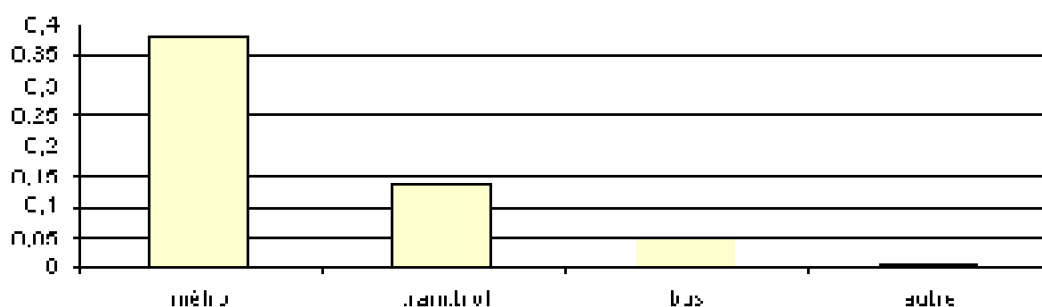
On commence par le graphique reflétant les parts des transports collectifs utilisés dans le nombre total de déplacements en TC.



Graphique 6.29 : Parts de modes de TC utilisés pour des déplacements en TC

L'usage du métro est bien supérieur à celui d'autres modes de transports. C'est la particularité du réseau des transports en commun de Kharkov qui explique ce fait. La plupart des lignes de transports de surface passent par les lignes de métro. Il faut également souligner l'importance de l'usage des transports électriques de surface, expliquée essentiellement par la faiblesse relative des tarifs (autour le 1<sup>er</sup> janvier 2001).

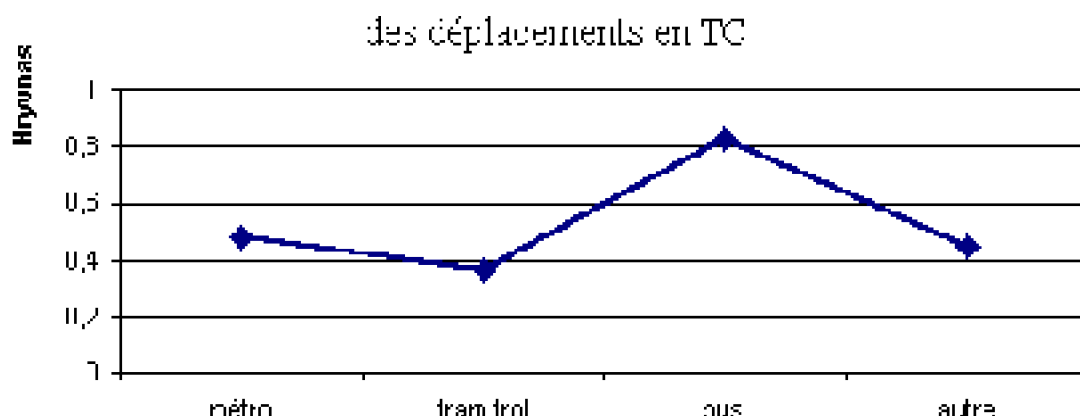
Les parts d'usage d'un mode unique pour les déplacements en transports collectifs sont présentées dans le graphique suivant.



Graphique 6.30 : Part d'usage d'un mode unique pour des déplacements en TC

Comme dans le cas précédant, ici aussi l'usage du métro a une part bien supérieure à l'usage d'autres modes (uniques) de transports collectifs.

Ensuite (dans le graphique ci-dessous), nous présentons les coûts moyens d'usage d'un mode unique des transports en commun.

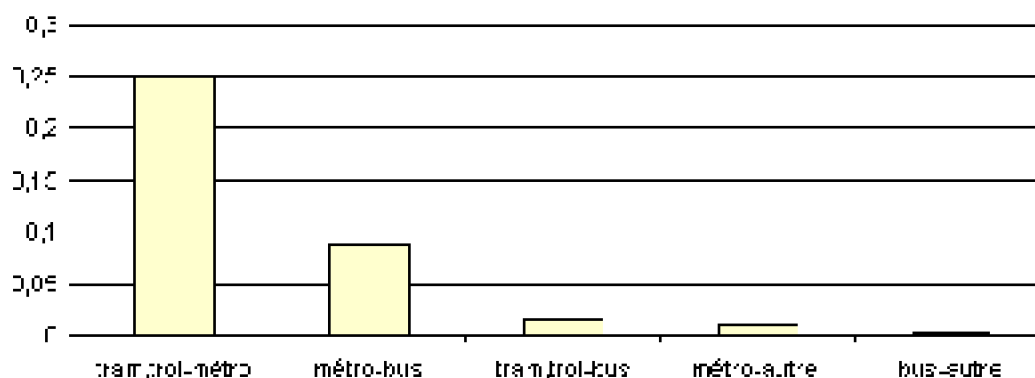


Graphique 6.31 : Coût moyen d'usage d'un mode pour des déplacements en TC

Les coûts moyens sont au niveau de 0,48 hryvna.

Pour l'usage des bus on observe des coûts plus élevés. C'est logique, puisque d'habitude les bus ont les tarifs supérieurs aux autres modes de transports collectifs (sauf probablement les modes alternatifs), ainsi que le nombre de catégories de passagers ayant les privilèges de se déplacer gratuitement qui est seulement de 5, mais de 24 dans les transports électriques de surface (au 1<sup>er</sup> janvier 2001).

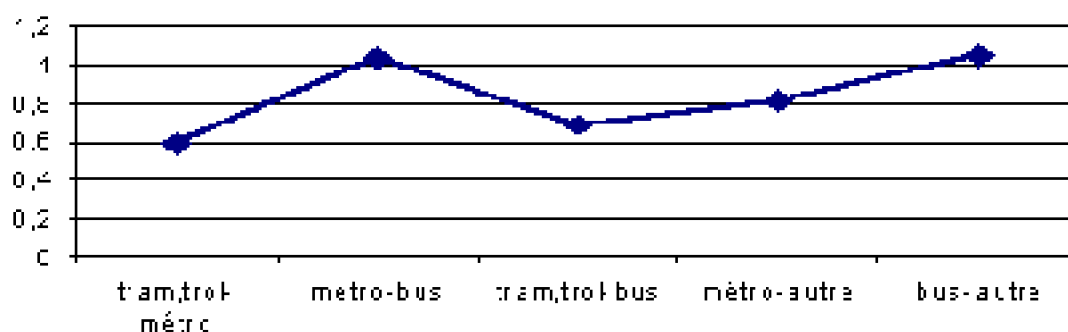
Les parts relatives, ainsi que les coûts d'usage des deux modes de transports collectifs sont présentés dans les graphiques ci-dessous.



Graphique 6.32 : Part d'usage de deux modes pour des déplacements en TC

On ne peut que dire : tout passe par le métro.

L'usage des deux modes pour un déplacement se situe au niveau un peu plus bas que celui d'usage d'un mode.

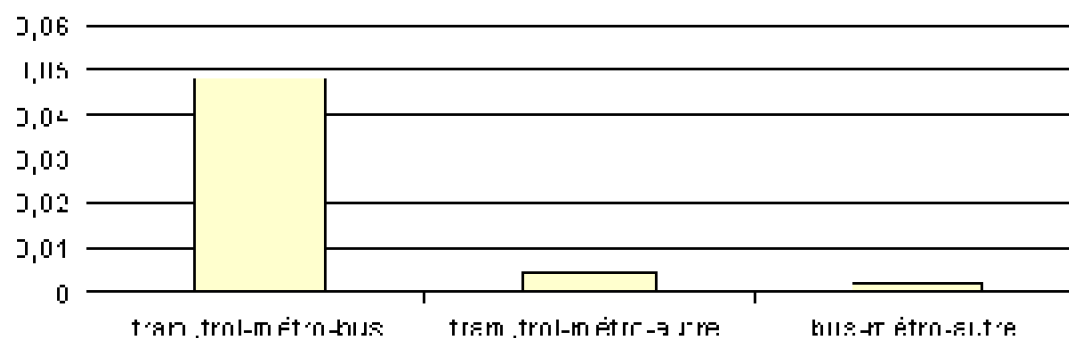


Graphique 6.33 : Coût moyen d'usage de deux modes pour des déplacements en TC

Les coûts moyens sont au niveau de 0,71 hryvna.

Les déplacements avec l'usage de bus restent les plus coûteux.

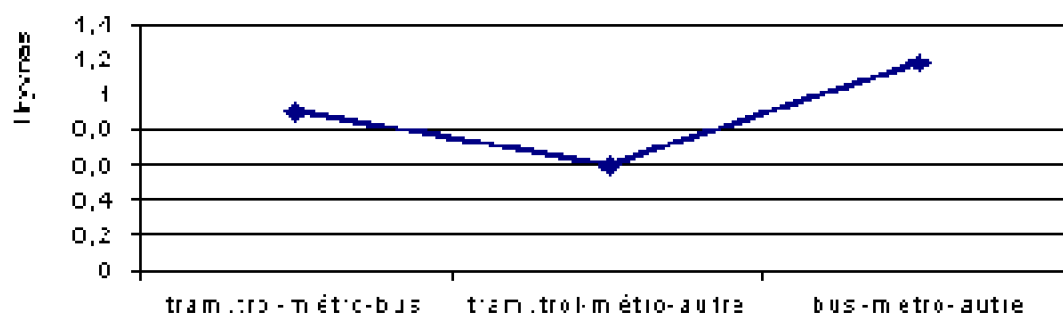
La situation avec l'usage des trois modes de transports collectifs pour un déplacement, ainsi que les coûts sont présentés dans les graphiques suivants.



Graphique 6.34 : Part d'usage de trois modes pour un déplacement en TC

L'usage des trois modes pour un déplacement se situe à un niveau presque négligeable (près de 5 % de tous les déplacements).

Les coûts moyens sont au niveau de 0,89 hryvna.



Graphique 6.35 : Coût moyen d'usage de trois modes pour un déplacement en TC

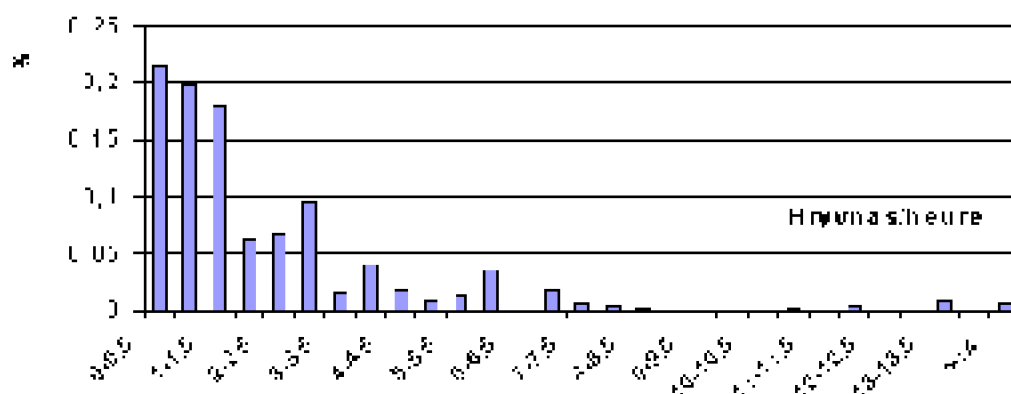
L'usage de bus reste le plus coûteux.

## 6.5. Valeur du temps

Dans cette partie nous commençons par le rappel de notre hypothèse que la valeur du temps peut être considérée ici comme “ pure ”, c’est-à-dire sans influence de la composante psychologique. Tous les résultats sont obtenus sur la base de la déclaration du choix préférable entre les différents modes de transports collectifs à Kharkov. Les avantages (particularités) des conditions de fonctionnement du système de transports collectifs, existantes à Kharkov, ainsi que la formalisation mathématique des calculs de la valeur du temps sont présentés dans le chapitre précédent.

La valeur du temps pour une personne moyenne est égale à 1,97 hryvnas/heure. Cela correspond à 190 % environ par rapport aux revenus monétaires moyens par heure.

La distribution de la valeur du temps est montrée dans le graphique suivant.

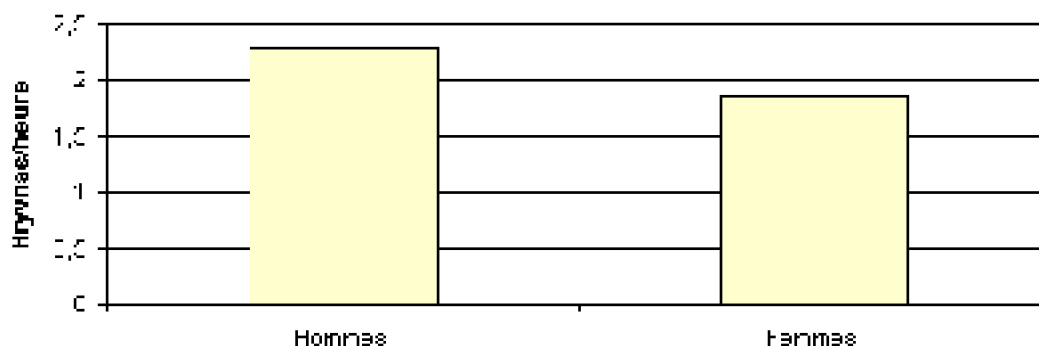


Graphique 6.36 : Distribution de la valeur du temps

La répartition de la valeur du temps selon l'âge est présentée dans le graphique suivant.

La valeur du temps la plus élevée est observée chez les personnes âgées de 20 à 50 ans. Probablement que chez les personnes âgées de plus de 60 ans la valeur du temps commence de nouveau à augmenter (l'âge qui impose à être pressé ?). Jusqu'à 20 ans c'est probablement le niveau des revenus relativement bas qui ne permet pas de dépasser un certain seuil de la valeur du temps.

La répartition de la valeur du temps selon le sexe est montrée dans le graphique ci-dessous.

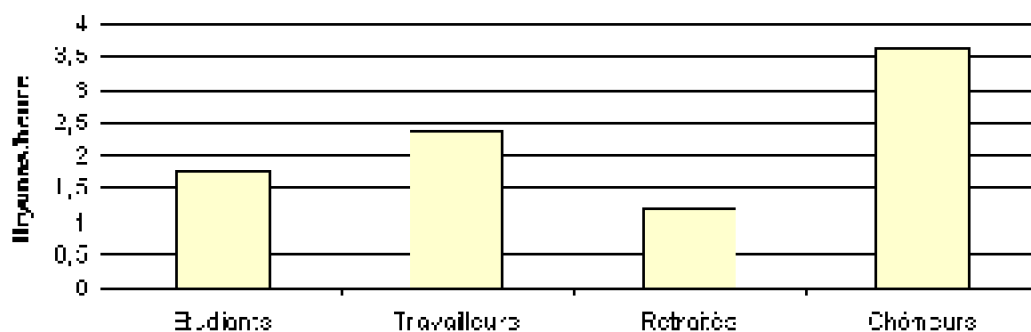


Graphique 6.38 : Valeur du temps selon le sexe

On voit qu'à Kharkov les hommes ont la valeur du temps la plus élevée. Mais, si on

prend en considération le ratio “ revenus monétaires / valeur du temps ” on peut constater que pour les femmes il est plus élevé que pour les hommes. Nous le voyons plus bas.

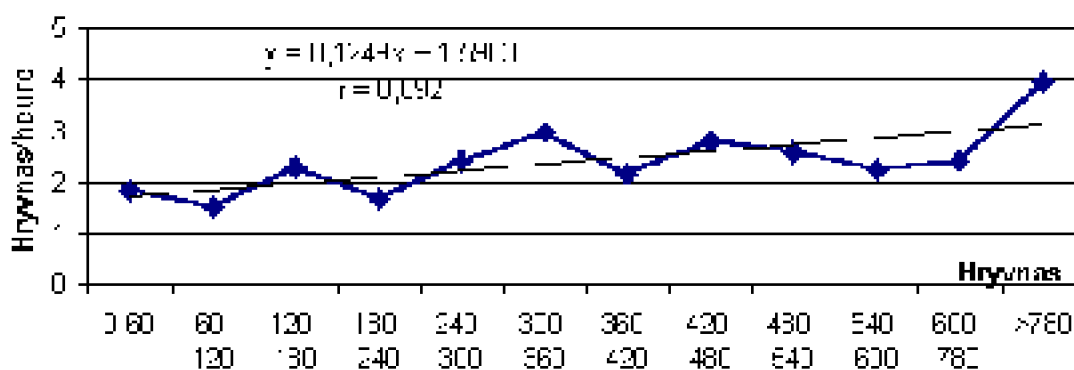
Le graphique suivant représente la situation de la répartition de la valeur du temps selon le statut social.



Graphique 6.39 : Valeur du temps selon le statut social

Ici, les chômeurs sont probablement en dehors de la tendance habituelle, mais nous avons déjà expliqué dans la partie précédente de ce chapitre, que les chômeurs en Ukraine ne sont souvent que les chômeurs officiels, bien qu'ils puissent parfois gagner (même régulièrement) davantage que les travailleurs ayant les emplois stables. Mais il faut aussi noter que ces données peuvent être précisées, ce qui nécessite du travail supplémentaire sur place.

La dépendance de la valeur du temps et du niveau des revenus est présentée dans le graphique suivant.

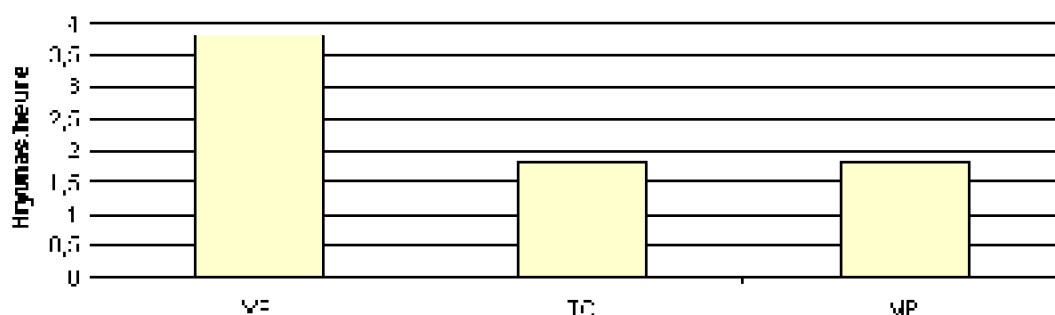


Graphique 6.40 : Valeur du temps selon le niveau des revenus

En dépit du caractère “ saccadé ” de cette courbe nous observons bien la tendance à l'augmentation de la valeur du temps conformément à l'augmentation du niveau des revenus. Cela est confirmé surtout par le saut du dernier intervalle (>780 hryvnas / mois) où les revenus personnels vont théoriquement de 780 hryvnas à l'infini.

Ensuite, nous présentons la répartition de la valeur du temps selon le choix modal. Pour les personnes possédant une automobile les calculs ont également été faits sur la base de leur déclaration concernant l'usage de différents modes de transports collectifs. Les résultats sont montrés dans le graphique suivant.

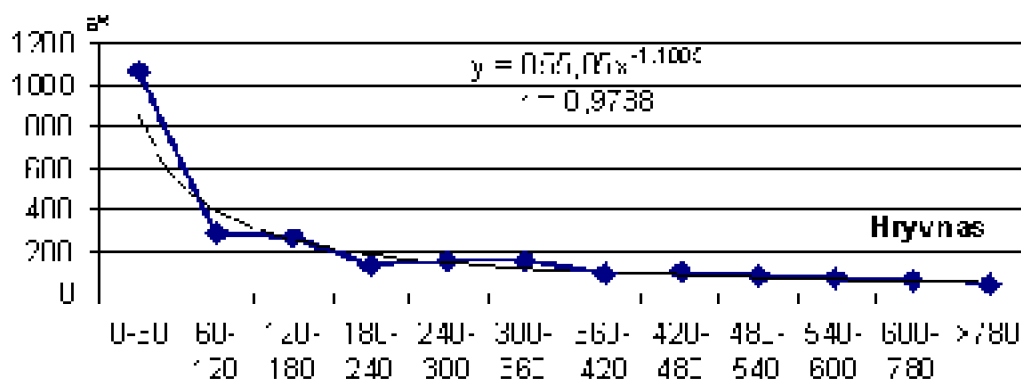




Graphique 6.41 : Valeur du temps selon le choix modal

Nous voyons que les personnes préférant l'usage d'une voiture particulière ont, en moyenne, la valeur du temps bien supérieure que les personnes qui utilisent soit les transports collectifs, soit la marche à pied. Pour l'ensemble d'observations, les valeurs du temps des utilisateurs de transports en commun et de la marche à pied sont presque au même niveau.

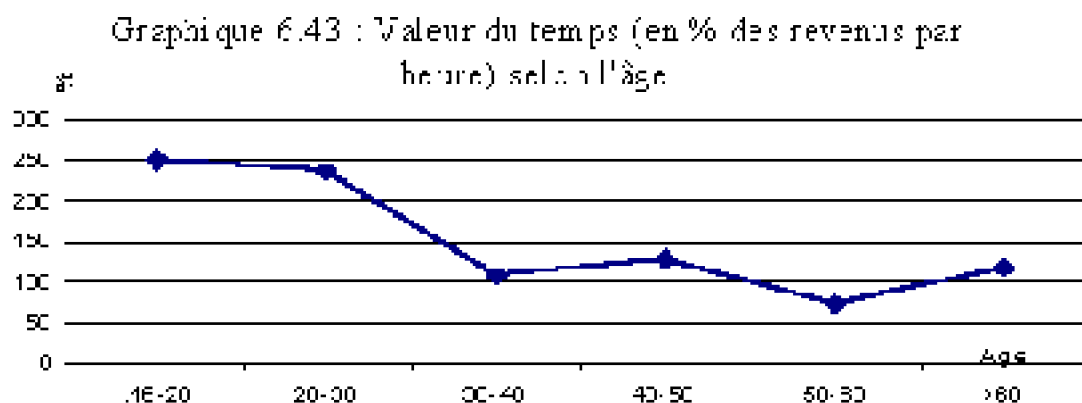
Le graphique ci-dessous montre la dépendance de la valeur du temps, exprimée en % des revenus monétaires par heure, avec le niveau des revenus mensuels (ici on considère que le nombre d'heures de travail par mois est égal à 176).



Graphique 6.42 : Valeur du temps (en % des revenus par heure) selon le niveau des revenus

On observe une très forte corrélation entre l'augmentation du niveau des revenus est la diminution du ratio " valeur du temps (hryvnas / heure) / revenus monétaires (hryvnas / heure) ", exprimé en %.

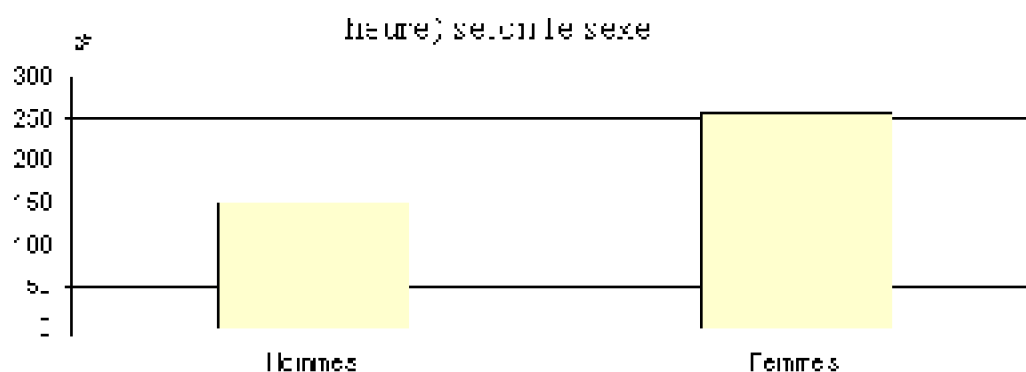
Ensuite nous allons envisager ce ratio avec des critères d'âge, de sexe et de statut social. Le graphique suivant montre la dépendance de ce ratio avec l'âge.



Graphique 6.43 : Valeur du temps (en % des revenus par heure) selon l'âge

La forme de cette courbe confirme l'hypothèse que : plus on gagne moins le ratio “ valeur du temps (hryvnas / heure) / revenus monétaires (hryvnas / heure) ” est élevé. Cette courbe a une forme assez proche de celle montrant la dépendance entre le revenu et l'âge.

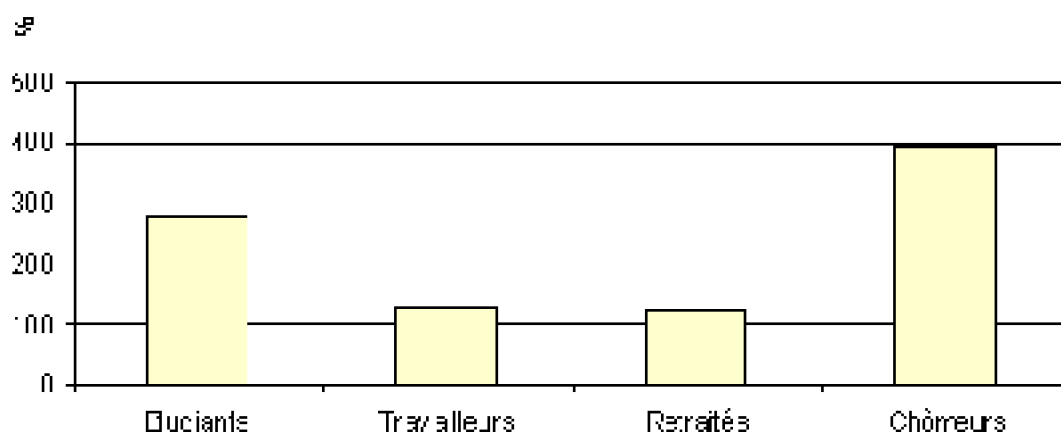
Le graphique suivant représente le cas de la dépendance de ce ratio avec le sexe.



Graphique 6.44 : Valeur du temps (en % des revenus par heure) selon le sexe

Comme nous l'avons déjà vu, les hommes ont la valeur du temps la plus élevée. Mais, d'après le ratio “ valeur du temps (hryvnas / heure) / revenus monétaires (hryvnas / heure) ” on peut constater que pour les femmes il est plus élevé que pour les hommes. La raison est la même : les hommes gagnent plus que les femmes.

Et enfin nous envisageons la dépendance de ce ratio avec le statut social. Cela est montré dans le graphique ci-dessous.

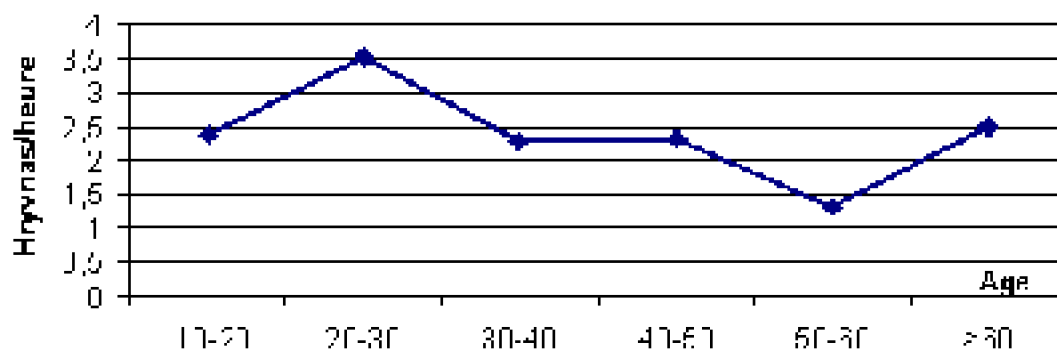


Graphique 6.45 : Valeur du temps (en % des revenus par heure) selon le statut social

A l'exception du cas des chômeurs qui sont toujours “ exceptionnels ”, on observe une situation identique : plus on gagne, moins le ratio “ valeur du temps (hryvnas / heure) / revenus monétaires (hryvnas / heure) ” est élevé.

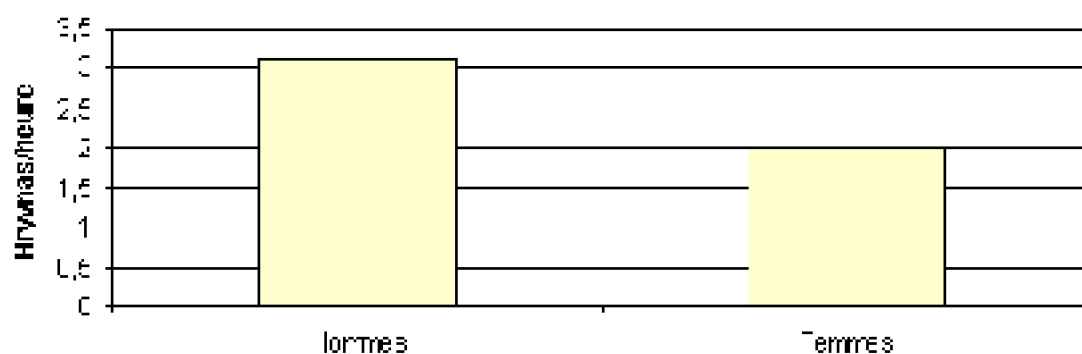
Pour finir cette partie du chapitre nous allons envisager les dépendances de la valeur du temps pour les personnes possédant une voiture particulière, donc pour celles qui ont la possibilité de faire le choix “ automobile – transports collectifs ”. Il faut noter que, a priori, les formes des courbes ou les tendances des histogrammes répètent les cas pour toute la population (sauf quelques nuances), mais à un niveau bien supérieur de ceux précédents. Donc, nous ne ferons pas beaucoup de commentaires, sauf pour les cas où on observe des changements de tendance.

On commence par la dépendance entre la valeur du temps et l'âge, ce qui est montré dans le graphique ci-dessous.



Graphique 6.46 : Valeur du temps des personnes possédant une VP selon l'âge

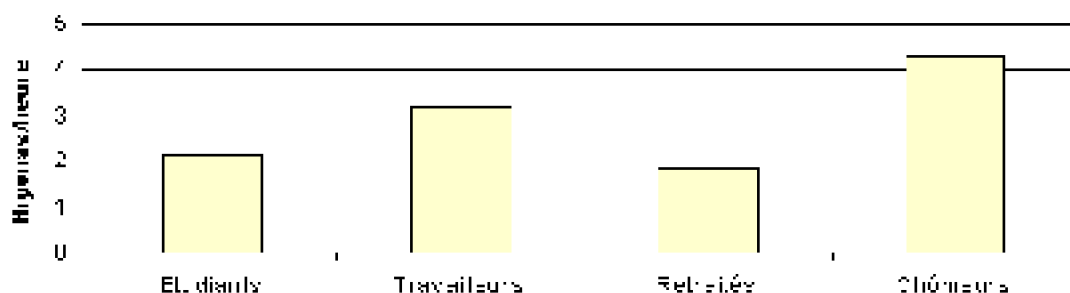
Ensuite, nous présentons le graphique de la dépendance entre la valeur du temps et le sexe.



Graphique 6.47 : Valeur du temps des personnes possédant une VP selon le sexe

On observe la même tendance pour les personnes possédant une voiture particulière que pour toute la population.

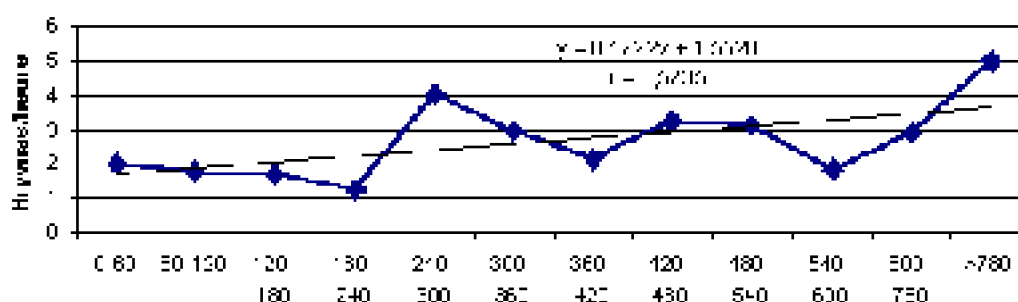
La dépendance entre la valeur du temps et le statut social est montrée dans le graphique ci-dessous.



Graphique 6.48 : Valeur du temps des personnes possédant une VP selon le statut social

Le cas des chômeurs est toujours exceptionnel.

Le graphique suivant donne la dépendance de la valeur du temps avec le niveau des revenus.

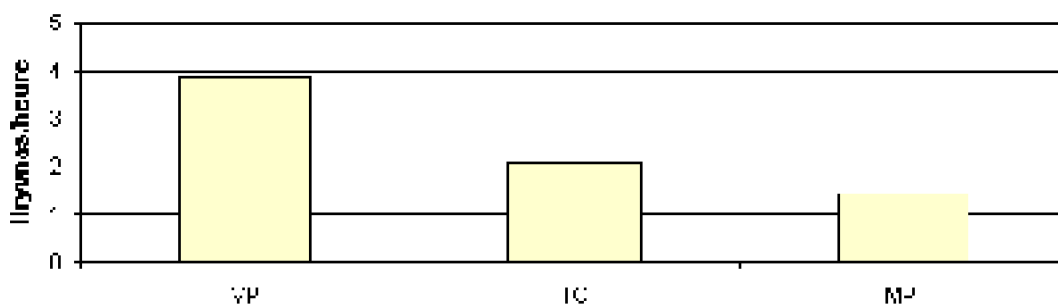


Graphique 6.49 : Valeur du temps des personnes possédant une VP selon le niveau des revenus

La corrélation n'est pas si forte que pour le cas correspondant à l'ensemble de la population, mais la tendance est bien observée.

Enfin le graphique présentant la dépendance entre la valeur du temps et le choix modal (on remarque encore une fois, que cette répartition modale reflète la situation du choix parmi les personnes ayant la possibilité du choix " voiture particulière – transports

collectifs ”).



Graphique 6.50 : Valeur du temps des personnes possédant une VP selon le choix modal

Nous voyons qu'ici, à la différence du cas de toute la population, la valeur du temps des personnes utilisant d'habitude les transports en commun pour se déplacer dans la ville est supérieure à celle des personnes préférant la marche à pied.

## 6.6. Composante psychologique (valeur absolue)

Cette partie de notre travail présente certains résultats de la recherche qui sont, probablement, originaux, puisque la méthode, ainsi que la formalisation mathématique des calculs ont été élaborées par l'auteur. Cela nécessite la continuation des recherches dans ce domaine. Tous les résultats ci-dessous ne peuvent être considérés que comme le début des travaux sur la séparation de la composante psychologique (une remarque concernant le terme “ composante psychologique ” qui peut prendre différents sens selon ce que l'on recherche, comme le facteur confort ou sécurité, par exemple) et de la valeur du temps. L'importance de cela ne porte aucun doute.

La méthode ainsi que la formalisation mathématique des calculs sont présentées dans les chapitres précédents.

La composante psychologique définit ici un facteur ayant une certaine influence sur le choix modal “ voiture particulière – transports collectifs ”, outre celle du temps (vitesse) et du prix (coûts) des déplacements.

Tout d'abord il faut noter qu'il s'agit ici de la valeur absolue de la composante psychologique, puisque, comme nous l'avons vu plus haut, la valeur absolue peut avoir des influences différentes relatives selon les changements des conditions de déplacement (temps et prix).

Dans notre cas la valeur absolue de la composante psychologique est exprimée en termes monétaires (hryvnas), mais il est aussi possible de la mesurer en unités de temps (minutes, par exemple).

En ce qui concerne le signe algébrique, s'il est négatif, cela veut dire que la personne (la catégorie) exprime la préférence pour l'usage d'une voiture particulière, ou à l'inverse, s'il est positif, – cela signifie que cette personne (ou cette catégorie) préfère l'usage des

transports collectifs. Evidemment, la valeur absolue de la composante psychologique correspond à la valeur indiquée (chiffre sur l'axe OY).

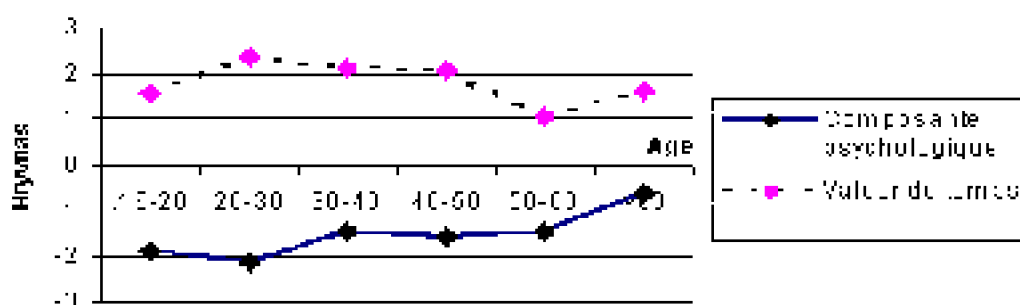
Comme dans la présentation des résultats concernant la valeur du temps, ici nous les avons aussi divisés en deux parties : ceux de la population totale, ce qui peut être considéré comme les résultats basés sur les réponses plutôt hypothétiques, et ceux des personnes possédant une voiture particulière, donc ayant la possibilité du choix “ automobile – transports collectifs ”.

Parallèlement avec la dynamique de la composante psychologique nous présentons la dynamique de la valeur du temps. Avec cela nous pouvons voir, outre la dépendance de cette composante des différents critères, la corrélation entre la valeur du temps et la composante psychologique.

Tous les chiffres sont présentés dans l'annexe XV.

### 6.6.1. Toute la population

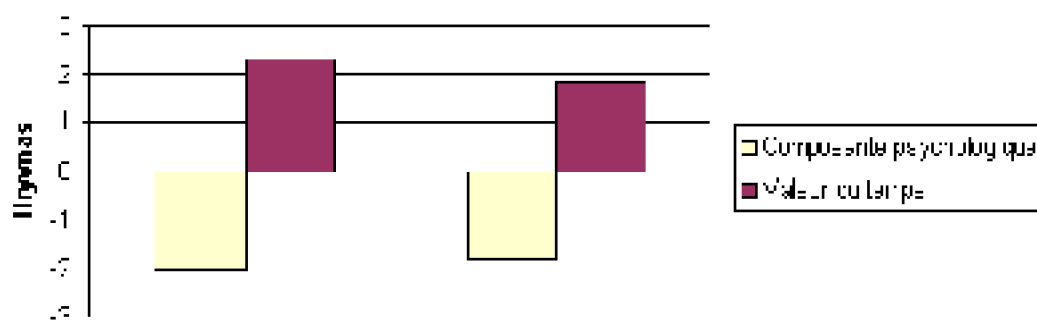
On commence traditionnellement par le graphique représentant la dépendance entre la composante psychologique de toute la population et l'âge.



Graphique 6.51 : Composante psychologique selon l'âge

On observe une forte dépendance entre la diminution de la composante psychologique en faveur de l'usage d'une automobile et l'augmentation de l'âge. Cela semble logique, puisque avec l'augmentation de l'âge les rapports entre la voiture et l'homme deviennent, probablement, plus “ matériels ”. Nous voyons aussi la dépendance (en moyenne) entre les tendances des deux courbes : celles de la valeur du temps et de la composante psychologique.

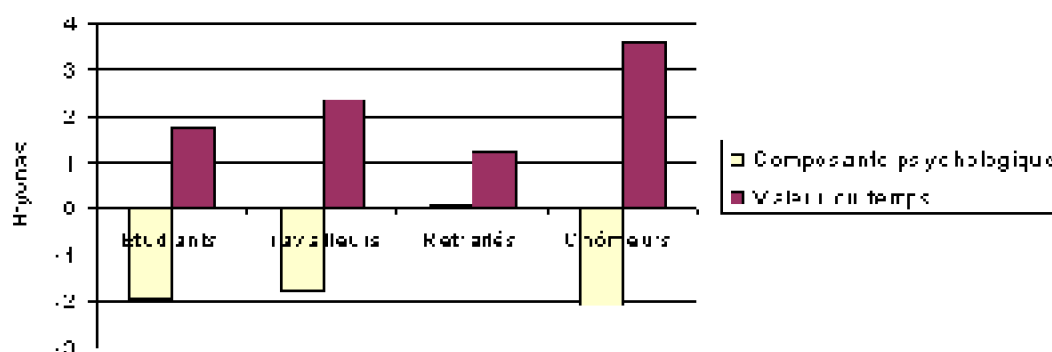
La dépendance de la composante psychologique avec le sexe donne le graphique ci-dessous.



Graphique 6.52 : Composante psychologique selon le sexe

La préférence reste toujours pour l'usage d'une voiture particulière, sauf que chez les hommes elle est un peu plus forte que chez les femmes. Comme dans le graphique précédent nous voyons la dépendance entre la diminution de la valeur du temps et la diminution de la valeur absolue de la composante psychologique.

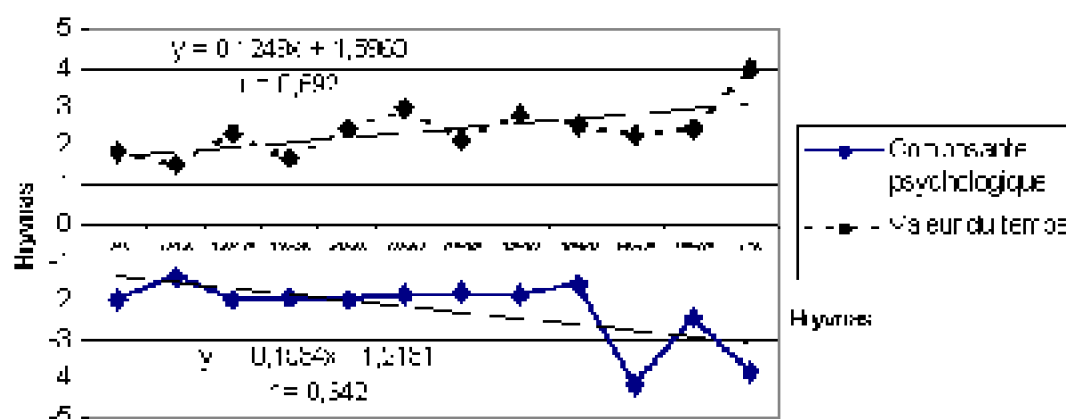
Dans le graphique suivant nous voyons la dépendance entre la composante psychologique et le statut social.



Graphique 6.53 : Composante psychologique selon le statut social

Ici, pour la première fois, nous observons, chez les retraités, une préférence positive (en moyenne) pour l'usage des transports collectifs. Les chômeurs sont toujours dans une situation exceptionnelle. La dépendance entre la dynamique de la valeur du temps et la composante psychologique n'est pas si visible comme dans les cas précédents.

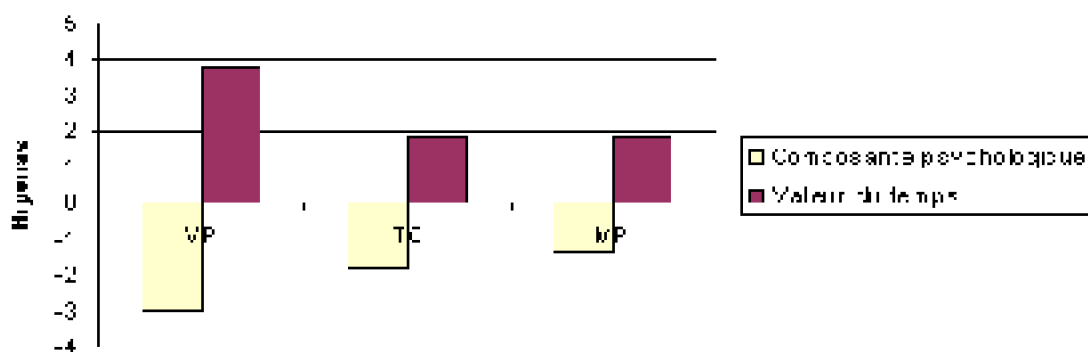
La dépendance entre le niveau des revenus et la composante psychologique donne la graphique suivant.



Graphique 6.54 : Composante psychologique selon le niveau des revenus

Nous observons la corrélation entre l'augmentation du niveau des revenus et l'augmentation de la composante psychologique en faveur de l'usage d'une voiture particulière. Selon toute probabilité, il existe un seuil dans le niveau des revenus, après lequel la composante psychologique devient beaucoup plus préférable pour l'usage d'une automobile. A Kharkov, d'après nos résultats, ce seuil correspond à une somme de près de 600 hryvnas par mois (trois fois plus que le salaire moyen, en 2000).

La dépendance entre la composante psychologique et le choix modal est montrée dans le graphique suivant.



Graphique 6.55 : Composante psychologique selon le choix modal

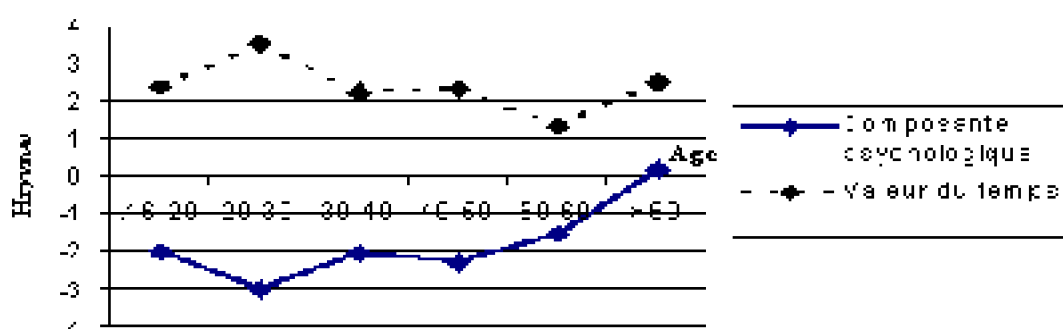
Le choix en faveur d'une voiture particulière donne le niveau de la valeur absolue de la composante psychologique préférable pour l'usage de l'automobile plus élevé que le choix en faveur des transports collectifs ou de la marche à pied. La valeur du temps a une dynamique identique.

## 6.6.2. Personnes possédant une VP

Maintenant, nous allons envisager les mêmes cas, mais pour les personnes qui possèdent une automobile.

La dépendance entre la composante psychologique et l'âge est présentée dans le graphique suivant.

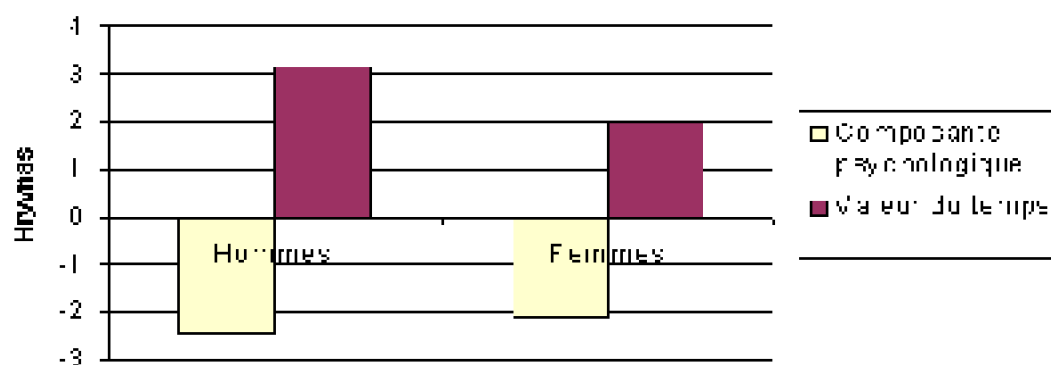




Graphique 6.56 : Composante psychologique des personnes possédant une VP selon l'âge

La forme des courbes de ce graphique est identique à la forme pour toute la population, sauf qu'on observe la valeur positive de la composante psychologique pour les personnes âgées de plus de 60 ans, cela signifie donc une préférence pour l'usage des transports collectifs.

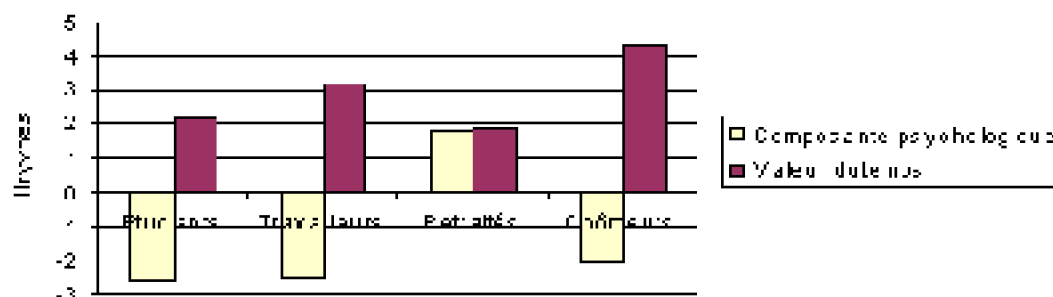
Ensuite, dans le graphique suivant, on observe la dépendance de la composante psychologique avec le sexe.



Graphique 6.57 : Composante psychologique des personnes possédant une VP selon le sexe

Comme dans le cas précédent, les graphiques pour toute la population et pour les personnes possédant une automobile sont presque identiques.

La dépendance entre la composante psychologique et le statut social est montrée dans le graphique ci-dessous.

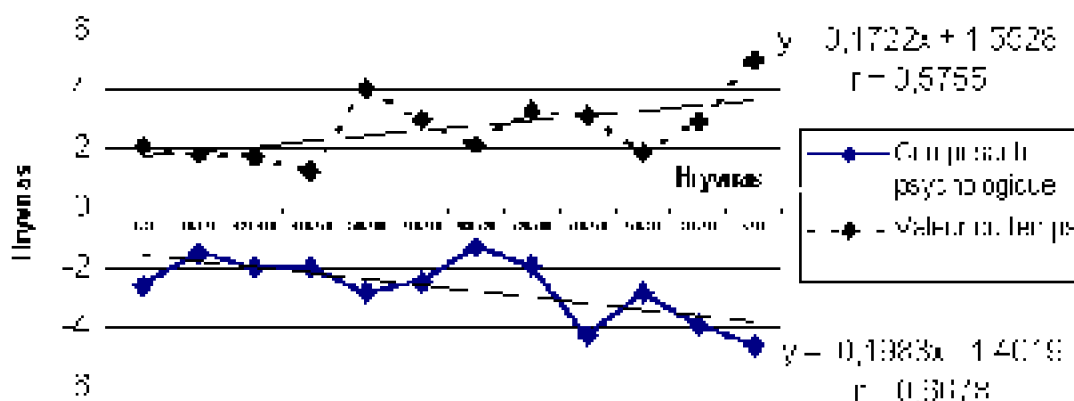


Graphique 6.58 : Composante psychologique des personnes possédant une VP selon le statut social

*statut social*

Les retraités expriment, d'après nos résultats, la préférence pour l'usage des transports collectifs. Une remarque : ici la valeur de la composante psychologique est plus élevée que dans le cas du traitement des données pour toute la population.

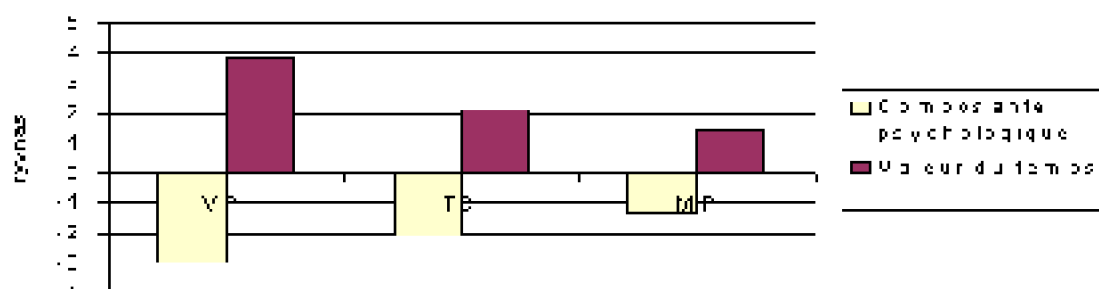
La dépendance de la composante psychologique avec le niveau des revenus est présentée dans le graphique suivant.



Graphique 6.59 : Composante psychologique des personnes possédant une VP selon le niveau des revenus

On observe les mêmes tendances que dans le graphique pour toute la population, surtout un seuil du niveau des revenus, après lequel la composante psychologique devient bien plus préférable pour l'usage d'une voiture particulière.

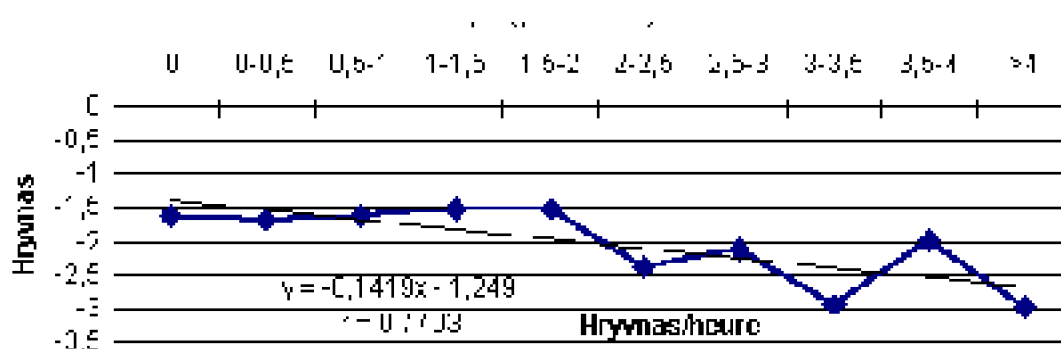
Enfin, la dépendance entre la composante psychologique et le choix modal est présentée dans le graphique ci-dessous.



Graphique 6.60 : Composante psychologique des personnes possédant une VP selon le choix modal

La composante psychologique est toujours préférable pour l'usage d'une voiture particulière. La diminution de la valeur du temps est corrélée avec la répartition modale selon l'enchaînement suivant : VP => TC => MP.

Et pour finir cette partie du travail nous présentons deux graphiques de dépendance de la composante psychologique et de la valeur du temps. Le premier concerne toute la population et le second représente la situation des personnes possédant une voiture particulière.



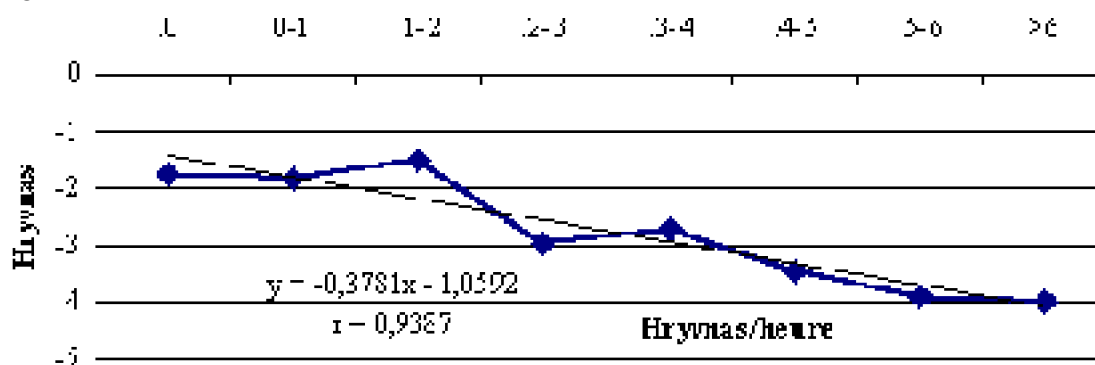
Graphique 6.61 : Composante psychologique selon la valeur du temps (pour tous)

Une forte corrélation, surtout dans le second cas est observée.

## 6.7. Conclusion du chapitre

Le traitement des données empiriques, basées sur les enquêtes, permet d'obtenir certains résultats par l'évaluation, selon les différentes caractéristiques de la population, du niveau des revenus monétaires des habitants de Kharkov, du taux de possession d'un permis de conduire, du taux de motorisation, de la répartition modale entre l'automobile et les transports en commun, ainsi qu'entre les différents modes de transports collectifs en concurrence.

La formalisation mathématique, développée au chapitre précédent, permet d'évaluer la valeur du temps et la valeur absolue de la composante psychologique. Les résultats semblent bien refléter les hypothèses de base. On observe une corrélation entre l'augmentations du revenu, l'augmentation de la valeur du temps et celle de la valeur absolue de la composante psychologique pour l'usage de l'automobile. La composante psychologique est aussi fortement corrélée avec la valeur du temps.



Graphique 6.62 : Composante psychologique des personnes possédant une VP selon la valeur du temps



## Conclusion générale

Pour conclure notre travail, nous soulignerons les principaux éléments de la recherche.

L'existence des conditions objectives (le progrès technique) de l'augmentation du taux de motorisation de la population est indiscutable. Même si les conditions sont, a priori, défavorables à l'achats d'automobiles, nous n'observons pas du changement structurel de la tendance d'une courbe de taux de motorisation. L'exemple de Kharkov confirme ce fait : malgré une diminution de la population (7 % sur la période de 1991 - 1999), une baisse des revenus officiels réels (3,4 - 8 fois), on observe le doublement du nombre de voitures particulières dans la ville. Ainsi, la conséquence est l'augmentation de la part de population ayant le choix : voiture particulière - transports collectifs.

Le choix “ voiture particulière - transports collectifs ”, surtout en milieu urbain, comprend un facteur psychologique important, dont une valeur de l'influence relative dépend des conditions de circulation des différents modes de transport urbain. L'influence de ces conditions peut être interprétée comme une combinaison du temps (vitesse) et du prix (coût) d'un déplacement. La composante psychologique, pour la grande majorité de la population, exprime une préférence pour l'usage d'une automobile.

La modélisation de l'arbitrage “ voiture particulière - transports collectifs ” dans la ville de Kharkov, où existent les conditions spécifiques de fonctionnement des transports en commun, dont les différents modes sont en concurrence (en fonction du temps et du prix d'un déplacement), permet d'effectuer la séparation de la valeur du temps et de la composante psychologique.

La prise en compte d'une influence complète, sur le choix " voiture particulière - transports collectifs ", des facteurs composés des conditions de circulation (le temps et le coût d'un déplacement) et de la composante psychologique permet de mieux expliquer le comportement des usagers dans certaines situations, très clairement exprimé quand  $t^{VP}$  s'approche de  $t^{TC}$  et  $p^{VP} \geq p^{TC}$ . Concernant les pronostics, la formalisation mathématique du modèle semble bien utile pour prévoir la répartition modale " voiture particulière - transports collectifs " dans les zones urbaines, surtout lorsqu'il s'agit de la construction des nouvelles lignes de transports en commun, des mesures ayant pour objectifs de diminuer la part de l'automobile, etc.

# Bibliographie

## Articles :

ASAI M., "Drinking driving - Attitudes, knowledge and behavior patterns of drivers", IATSS Research, No 2(13), 1989, pp. 7-14.

BANISTER D.J., "The influence of habit formation and modal choice – a heuristic model", Transportation, Vol. 7A, 1978.

Beaucire F., "Comment réussir le report modal sans offrir une alternative à la bonne auteur, c'est-à-dire lourde ?" Transports Urbains, No 100, juillet-septembre 1998, p. 1.

BERNHOF I.M., "How to substitute short car trips by cycling and walking", IATSS Research, No 2(23), 1999, pp. 26-35.

BLAUWENS G., VAN DE VOORDE, "The valuation of time saving in commodity transport", International Journal of Transport Economics, No 1(15), 1988.

Bonnafe A., "Le système des transports urbains", Economie et Statistique, No 294-295, 1996-4/5, pp. 99-108.

BONNEL P., CHAUSSE A., "Urban travel : competition and pricing", Transport Reviews,

- No 4(20), 2000, pp. 385-401.
- "Courrier de Kharkov", 1999.
- CYNA M., "Les Modèles désagrégés", Transp. Urb. Planif., No 4, 1985, pp. 115-133.
- Encyclopedia Universalis, V. 1, p. 658, V. 13, p. 79, V. 23, p. 298.
- Faivre d'Arcier B., Andan O., Raux C., "Stated adaptation surveys and choice process : Some methodological issues", Transportation, No 25, 1998, pp. 169-185.
- FRENAY P., "De l'importance des facteurs psycho-sociaux dans le choix modal", Recherche Transport Sécurité, No 55, 1997, pp. 47-66.
- GAUDRY M., DAGENAIS, "The dogit model", Publication No 82 du C.R.T. de Montréal, Transportation Research, Vol. 13B(2), 1979.
- GAUDRY M., "Modèles de demandes agrégés et désagrégés à forme variable : résultats sur Montréal et Paris", Transports, No 304, 1985, pp. 288-293.
- GAUDRY M., JARA-DIAZ S.R., ORTUZAR J., "Value of time sensitivity to model specification", Transportation Research, No 2 (23B), 1989, pp. 151-158.
- GUILBAULT M., "Choix modal : éléments de cadrage de la demande et mise en perspective du transport combiné", Recherche Transport Sécurité, No 46, 1995, pp. 47-59.
- KAUFMANN V., "Pour limiter l'usage de la voiture en ville : une politique globale, coordonnée et légitime", Transport Public, No 983, 1999, pp. 18-38.
- KAUFMANN V., "Voiture ou transport public : un choix subjectif", Transport Public, No 914, 1993, pp. 26-30.
- "Kharkov de soir", le 29 mars 1996, le 29 juillet 1999.
- "Kievskie Vedomosti", le 30 mai 2000.
- KOPPELMAN F. S., GAUDRY M.J.I., WILLS M., "Estimating the functional form of travel demand models", Transportation Research, Vol. 12. No 4, 1978, pp. 257-289.
- LERMAN S.R., LOUVIERE, "Using fundamental measurement to identify the form of the utility functions in travel demand models", Transportation Research, No 673, pp. 78-85.
- MADRE J-L., "La voiture ou les transports en commun : comment se détermine le choix des usagers pour les déplacements locaux ?" Recherches, Transports, Sécurité, No 15, 1985, pp. 37-45.
- MINVIELLE E., "Transport en commun, voiture particulière : l'alternance utopique ?" Transports Urbains, No 77, 1992, pp. 3-4.
- MOREAU A., "Comment les clients vivent-ils l'attente du transport en commun ? Une recherche Marketing sur le réseau grenoblois", International Public Transport, No 3, 1992, pp. 52-71.
- MOORE L., "Segmentation of store choice models using stated preferences", Papers of the regional science association, No 69, 1990, pp. 121-131.
- Petit Robert, 1989.
- PIRON V., "Ile-de-France, Savoir choisir un mode de transport", Etudes Foncières, No 68, 1995, pp. 7-12.



- STOKES G., HALLETT S., "The Role of advertising and the car", *Transport Reviews*, No 2(12), 1992, pp. 171-183.
- EUBEL U., "The welfare effects and distributional impacts of road user charges on commuters - an empirical analysis of dresden", *International journal of transport economics*, No 2(27), 2000, pp. 231-255.
- VEDIEU J.P., "Ne pas confondre les autobus et les objectifs", *Transports Urbains*, No 81, 1993, pp. 3-4.
- VIENNET R., WAKS L., "Agents de prévention, contrôleurs, conducteurs,, Sur le terrain de l'insécurité", *Transport Public*, No 942, 1995, pp. 18-44.
- WYNTER L.M., "The value of time of freight transport in France : estimation of continuously distributed values from a stated preference survey", *International Journal of Transport Economics*, No 2(22), 1995, pp. 151-165.

## Rapports :

- Annuaire Statistique de la Région de Kharkov, 1999.
- BONNAFOUS A., "Conclusion d'un rapport rédigé pour le compte de l'O.C.D.E. La demande de transports de voyageurs en milieu urbain : méthodologie de l'analyse et de la prévision", Paris, C.E.M.T., Table Ronde, No 32, 1976.
- BROG W., ERL E., BIEBER A., "Les Déplacements de personnes à courte distance", Rapport de la 96e Table Ronde d'Economie des Transports, Paris, CEMT, 1994, 134 p.
- DENIZARD J.J., "Les modes des transports de personnes dans les grandes agglomérations", Paris, Rapports du CES, 1999, 47 p. + 191 p.
- "Développement d'un modèle stratégique de simulation des déplacements. L'agglomération lyonnaise", Dirigé par RAUX C, Rapport d'étape (1976-1986-1995), Lyon, LET, 1996.
- "Evaluation des modèles de prévision de trafic", Rapport de recherche, DRAST, Paris, 2000, 124 p. + syn, 7 p.
- INSEE, 1995, 1996, 1997, 2000.
- "Interactions between high-speed rail and air passenger transport", Final report, COST 318. January 1998.
- KAUFMANN V., JEMELIN C., GUIDEZ J.M., "Vers de nouvelles dynamiques urbaines écomobiles", Rapport de recherche, Paris, PREDIT, 2000, 164 p. +ann.
- "Le plan des déplacements urbains de l'agglomération lyonnaise", Lyon, 1997.
- "Les transports collectifs urbains : attitudes et comportements de consommation", Rapport du FIER, UTP, Paris, 1995, 101 p.
- "Les transports et l'environnement. Vers un nouvel équilibre", Dirigé par Bonnafous A., 1999.

Rapports annuels de la société des transports électriques de surface de Kharkov, 1997 - 2000.

Rapports annuels de la société du métro de Kharkov, 1999.

Tableaux de l'économie française, 1996-1997.

Union Routière de France, 1991.

## Ouvrages :

BEAUCIRE F., "Les Transports publics et la ville", Toulouse, Milan - Les Essentiels, 1996, 63 p.

BEN AKIVA M.E., LERMAN S.R., "Discrete Choice Analysis, Theory and Application to Travel Demand", Cambridge, The MIT Press, 1985.

BLAYAC T., CAUSSE A., "Valeurs du temps de transport : l'apport de la modélisation micro-économique du choix modal", LAMETA, Université de Montpellier I, 1998, 29 p.

BOESWILWALD A., LATORRE M., "Les Etudes de prévision de trafic en milieu urbain, Guide technique", Bagneux, CETUR, 1990, 78 p.

BONNAFOUS A., "Le siècle des ténèbres de l'économie", Paris, ECONOMICA, 1989.

Bonnafoous A., Puel H., "Physionomie de la ville", Paris, Les Editions Ouvrières, 1983, 165 p.

Bonnel P. et al, "Politique de déplacements urbains en Europe, Analyse comparative", Lyon, LET, 1994, 49 p.

"Circuler Demain", Dirigé par BONNAFOUS A., PLASSARD F., VULIN B., Edition de l'aube, 1993, 191 p.

COHEN S., "Ingénierie du trafic routier, Eléments de théorie du trafic et application", PENPC, 1990, 250 p.

DEMARE S., GUILLARME L., MERCIER A., "Pour une bi-modalité VP-TC à St Etienne", Lyon, Université Lumière Lyon II, 1995, 64 p.

JEANJEAN P., "Le calcul économique", Paris, Presses Universitaires de France, 1975, 128 p.

HIVERT L., ORFEUIL J.P., TROULAY P., "Modèles désagrégés de choix modal, Réflexions méthodologiques autour d'une prévision de trafic", Arcueil, INRETS, 1988, 65 p. + ann.

KAUFMANN V., "Mobilité quotidienne et dynamique urbaine : la question du report modal", Lausanne, EPFL, 2000, 252 p.

Kenneth J. Button, "Transport Economics", Cambridge, 1993, 269 p.

"Modèles désagrégés, Principes généraux, Méthodologie, Application (Grenoble, Nantes)", Bagneux, CETUR, 1986.

MERLIN P., "Les transports urbains", Paris, Presses Universitaire de France, 1992, 128

p.

MORSANGLIERE H., DE LA, "Analyse et prévision des besoins de déplacement, cours polycopie", E.N.T.P.E., 1981.

SILVESTRE-BARON P., "Simulation de Systèmes Dynamiques", Lyon, LESA, 1993.

SMALL K.A., "Urban transportation economics", HARWOOD ACADEMIC PUBLISHERS, 1995, 185 p.

SOULIER G., "L'Europe : histoire, civilisation, institutions", Paris, Armand Colin, 1994, 461 p.

STOPHER P.R., MEYBURG A.H., "Urban transportation modeling and planning", Lexington Mass, Lexington Books, 1975.

Tauveron A., "Pratiques et imaginaires des urbains face à la gestion du stationnement, L'exemple de Genève et de Saint-Etienne", Grenoble, Université des sciences sociales, 1989, 181 p.

WONNACOTT Thomas H., WONNACOTT Ronald J., "Statistique", Paris, Economica, 1991, 920 p.

## Communications :

BEN AKIVA M.E., "Séminaire sur la demande", E.N.P.C.

Bonnafoous A., "La croissance du transport en question", 12e symposium international sur la théorie et la pratique dans l'économie des transports", Lisbonne, 4-6 mai 1992, Lyon, CEMT, 60 p.

KAUFMANN V., "Mobilité quotidienne : le plus court est-il le mieux ?" 8<sup>th</sup> WCTR, Anvers, Belgique, 1998.

Raux C., DESS "Transports Urbains et Régionaux de Personnes", 1998-1999.

## Thèses et mémoires :

BONNAFOOUS A., "La logique de l'investigation économétrique", Thèse pour le doctorat ès sciences économiques, 1972, 212 p. + annexes.

HIVERT L., "Modélisation de la demande de transport : présentation critique de l'outil désagrégré", Mémoire DEA Modèles et Algorithmes de la Décision, Université Pierre et Marie Curie Paris - VI, 1989, 116 p.

LE NIR M., "Les modèles de prévision de déplacements urbains", Thèse d'Université, Université Lumière Lyon 2, Lyon, 1991.

PERROTIN A., "Rationalité et choix de l'automobiliste", Mémoire DEA Economie des

transports, Université d'Aix-Marseille II, 1992, 86 p.

Tabourin E., "Un modèle de simulation du financement des transports collectifs urbains à l'horizon 2000 : le modèle QUINQUIN, application à l'agglomération lyonnaise", Thèse d'Université, Université Lumière Lyon 2, Lyon, 1989.

TREPANIER M., "Modélisation totalement désagrégée et orientée - objet appliquée aux transports urbains", Thèse de Doctorat de Génie civil, Université de Montréal, 1999, 228 p.

# Annexes

## Annexe I : Taux de change

Tableau I.1 : Taux de change : hryvna ukrainienne contre franc français

1996											
Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
2,75	2,75	2,78	2,78	2,78	2,80	2,81	2,84	2,89	2,89	2,88	2,89
1997											
Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
2,90	2,90	2,90	2,92	2,94	2,93	2,93	2,95	2,97	3,01	3,02	3,02
1998											
Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
3,02	3,01	3,00	2,98	2,94	2,89	2,75	1,52	1,61	1,60	1,42	1,41
1999											
Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
1,39	1,42	1,47	1,44	1,44	1,47	1,40	1,25	1,24	1,25	1,26	1,27
2000											
Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
1,27	1,28	1,28	1,28	1,30	1,31	1,30	1,30	1,31	1,34	1,35	1,32
2001											
Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
1,30											

## Annexe II : Division administrative et population des régions de l'Ukraine et de Kharkov<sup>80</sup>

Tableau II.1 : Division administrative et population des régions de l'Ukraine au 1<sup>er</sup> janvier 1999, en milliers d'habitants

<sup>80</sup>

Source : Annuaire statistique de la Région de Kharkov, 1999.

Régions de l'Ukraine	Toute la population	Urbaine	Rurale
Crimée	2134,7	1338,3	796,4
de Dniepropetrovsk	3745,0	3130,3	614,7
de Donetsk	5007,9	4516,0	491,9
de Gitomir	1445,5	810,1	635,4
d'Ivano-Frankovsk	1460,6	634,0	826,6
de Kiev	1849,6	1070,0	779,6
de Kirovograd	1183,8	724,5	459,3
de Kharkov	2997,9	2364,5	633,4
de Kherson	1237,1	760,1	477,0
de Khmelnytsky	1474,0	775,8	698,2
de Lougansk	2673,8	2309,1	364,7
de Lvov	2728,6	1658,5	1070,1
de Nikolaev	1309,9	865,3	444,6
d'Odessa	2528,6	1665,0	863,6
de Poltava	1693,1	994,9	698,2
de Rovno	1190,3	566,8	623,5
de Soumy	1354,5	879,3	475,2
de Tcherkassy	1463,7	801,1	662,6
de Tchernovtsy	935,4	399,3	536,1
de Tchernigov	1302,9	759,9	543,0
de Ternopol	1163,9	512,3	651,6
de Vinnitsa	1831,5	882,5	949,0
Volynskaya (de Loutsk)	1063,9	554,4	509,5
Zakarpatskaya (d'Oujgorod)	1287,4	501,6	785,8
de Zaporogié	2023,8	1548,2	475,6
la ville de Kiev	2626,5	2626,5	0,0
la ville de Sébastopol	391,7	369,1	22,6
<b>Total Ukraine</b>	<b>50105,6</b>	<b>34017,4</b>	<b>16088,2</b>

Tableau II.2 : Superficie, nombre d'habitants et densité de population de la région de Kharkov au 1<sup>er</sup> janvier 1999

Régions	Superficie, km <sup>2</sup>	Nombre d'habitants, en milliers			Densité, habitants/ km <sup>2</sup>
		Total	Urbain	Rural	
Ville de Kharkov	306,0	1510,2	1510,2	- 33,7	4935 47
<u>Régions de campagne</u> de	1986,5	93,4 32,5	59,7 13,7	18,8 21,3	24 19 41
Balakleya de Barvenkovo	1364,5	26,7 47,8	5,4 22,0	25,8 14,4	25 77 24
de Bliznuki de	1380,0	21,5 88,9	7,1 66,0	22,9 15,9	21 111 23
Bogodoukhov de	1160,3	23,5 23,1	7,6 4,8	18,3 27,9	52 30 149
Borovaya de Chougouev	875,3	99,5 28,4	71,6 7,5	20,9 22,4	28 79 55
de Chevchenkovo de	1161,4	83,7 23,6	61,3 9,8	13,8 65,2	33 79 34
Dvouretchnaya de	977,4	213,2 9,3	148,0 4,1	5,2 31,9	47 25 23
Dergatchi de Grand	1112,4	103,7 54,1	71,8 26,1	28,0 23,3	35 31 24
Bourlouk d'Izume de	900,1	34,0 112,7	10,7 88,4	24,3 25,9	60 36 <b>95</b>
Kéguitchevka de Kharkov	1220,8	40,8 57,4	14,9 36,7	20,7 5,8	
de Kolomak de	1594,3	11,8 27,2	6,0 9,5	17,7 20,5	
Koupiansk de Krasnograd	782,5	36,9 57,8	16,4 29,2	28,6 14,7	
de Krasnokoutsk de	1434,5	19,4 81,6	4,7 39,2	42,4 23,1	
Lozovaya de Novaya	329,5	35,2	12,1	<b>633,4</b>	
Vodolaga de Pervomaysk	1313,7	<b>2997,9</b>	<b>2364,5</b>		
de Petchénégui de	985,1				
Sakhnovchina de Valki	1040,8				
de Voltchansk de	1421,6				
Zatchépilovka de Zmiev	1182,7				
de Zolotchev <b>Total de la</b>	1225,3				
<b>région de Kharkov</b>	467,5				
	1169,9				
	1010,5				
	1888,6				
	794,0				
	1364,7				
	968,6				
	<b>31418,5</b>				

## Annexe III : Schéma des transports collectifs à Kharkov



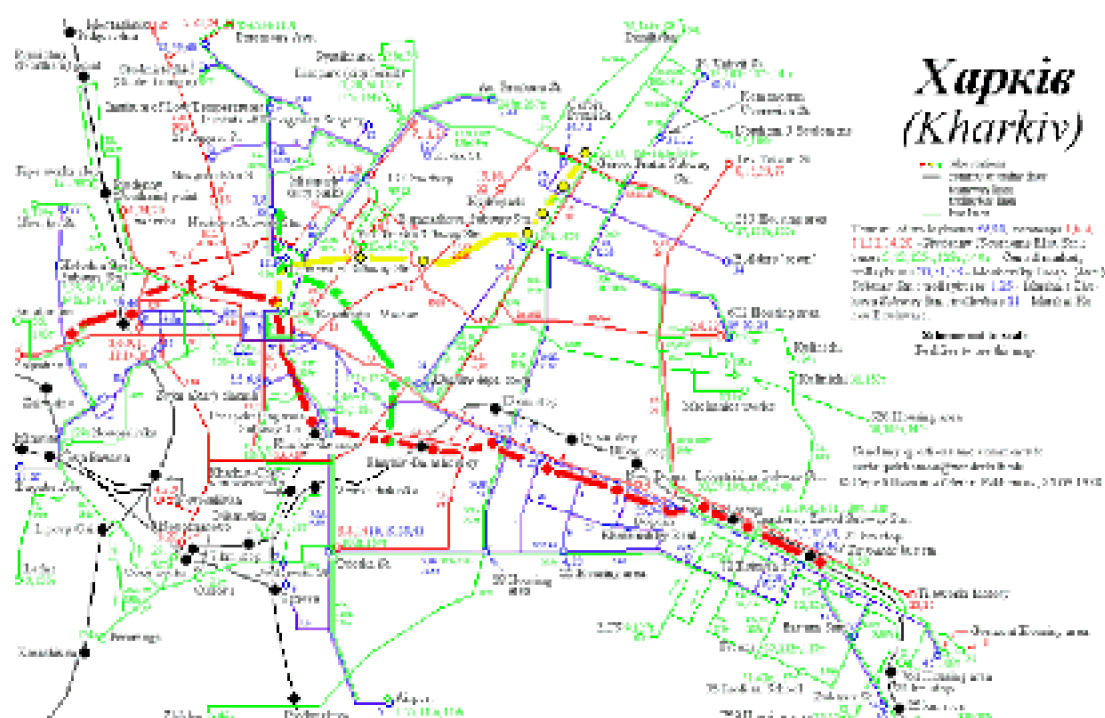


Schéma des transports collectifs à Kharkov

## Annexe IV : Liste des catégories de la population ayant des privilèges (gratuité) pour des déplacements en transport électrique de surface

Tableau IV.1 : Liste des catégories de la population ayant des privilèges (gratuité) pour des déplacements en transport électrique de surface (tramways et trolleybus) au 1<sup>er</sup> octobre 1996 à Kharkov

## Une modélisation de l'arbitrage entre voiture particulière et transport collectif :

Catégories de la population	Introduction du privilège
1. Enfants jusqu'à 7 ans	27 juillet 1969
2. Enfants-invalides	27 mars 1986
3. Invalides depuis l'enfance	27 mars 1986
4. Invalides du travail et de l'enfance sans deux membres extrémités, ou avec ceux paralysés	27 mars 1986
5. Invalides-aveugles	27 mars 1986
6. Enfants-orphelins	31 juillet 1987
7. Anciens adolescents prisonniers des camps de concentration	6 juin 1989
8. Policiers en service	20 décembre 1990
9. Patrouilles du service d'ordre volontaire	13 février 1991
10. Personnes frappées illégalement d'une répression dans les années 30 - 50 et les membres de leur famille	17 avril 1991
11. Personnes réhabilitées invalides de la suite des répressions	17 avril 1991
12. Procureurs et juges d'instruction	5 novembre 1991
13. Employés des inspections publiques pour le contrôle des prix	9 décembre 1991
14. Liquidateurs de la catastrophe de Tchernobyl (1 et 2 catégories)	19 décembre 1991
15. Militaires effectuant le service	20 décembre 1991
16. Etudiants des écoles militaires (y compris musicales) et de navigation maritime	20 décembre 1991
17. Membres du Cabinet des Ministres de l'Ukraine	16 mai 1992
18. Employés de l'Administration Fiscale Publique	5 octobre 1992
19. Employés du service de sécurité de l'Ukraine pendant la réalisation de leurs devoirs	25 mars 1993
20. Retraités (femmes depuis 55 ans, hommes depuis 60 ans)	17 mai 1993
21. Employés de l'inspection de quarantaine publique	30 juin 1993
22. Employés de l'inspection écologique publique	12 novembre 1993
23. Employés des organes de douane dans la région de Kharkov	12 décembre 1993
24. Employés du service public de la protection des droits des consommateurs	15 décembre 1993
25. Personnel du service public de sapeurs-pompiers en service	17 décembre 1993
26. Juges	24 février 1994
27. Employés du service sanitaire-épidémiologique public	24 février 1994
28. Vétérans du travail récompensés pour leur mérite pour la Patrie	12 août 1994
29. Invalides de premier et deuxième groupe	16 août 1994
30. Personnes accompagnant des invalides de premier et deuxième groupe (pas plus d'une personne par invalide	16 août 1994
31. Députés (candidats) de tous les niveaux	11 octobre 1994
32. Employés du service de contrôle architectural et de construction publique	14 octobre 1994
33. Héros de l'Union Soviétique, du Travail Socialiste, des chevaliers des ordres de trois grades de gloire des guerres et du travail	28 octobre 1994
34. Personnes décorées des ordres " Pour le service dans les forces militaires de l'URSS " de trois grades	28 octobre 1994

35. Personnes accompagnant des députés-invalides du premier groupe	28 octobre 1994
36. Gardes-frontières ukrainiens en service	18 juin 1996
37. Invalides de la Grande Guerre Nationale et assimilés	
38. Anciens combattants de la Grande Guerre Nationale et assimilés	
39. Parents et femmes des militaires tués, morts et disparus pendant le service militaire	
40. Scolaires habitant dans les régions rurales	
41. Conducteurs des autobus, tramways, trolleybus et receveurs	
42. Employés des centres de standardisation, de métrologie, de certification occupant les postes des inspecteurs publics	

## Annexe V : Activité de la société du transport électrique de surface de Kharkov<sup>81</sup>

### 1. Traits généraux

L'entreprise communale de Kharkov " Transport Electrique Urbain " (TEU) effectue son activité selon les statuts enregistrés dans le Comité spécialisé du Conseil urbain de Kharkov.

Dans son activité courante le TEU est soumis à la Direction de l'économie municipale (communale) et de l'infrastructure d'ingénierie du Conseil urbain de Kharkov.

La nomination du directeur du TEU incombe au maire de la ville selon les termes du contrat et pour le délai défini.

Le TEU comprend les subdivisions de structure suivantes :

- Le dépôt de tramway de Lénine,
- Le dépôt de tramway de Comintern,
- Le dépôt de tramway d'Octobre,
- Le dépôt de tramway de Saltov,
- Le dépôt de trolleybus No 1,
- Le dépôt de trolleybus No 2,
- Le dépôt de trolleybus No 3,
- Le dépôt pour le transport des biens,
- Le service des voies,

<sup>81</sup>

Source : Rapports annuels de la société des transports électriques de surface de Kharkov, 1996 - 1999.

- Le service de réparation des bâtiments,
- Le service de construction et de montage,
- L'entreprise communale d'autotransport,
- Le service de déplacement,
- Le service d'énergie,
- Le service de communication,
- Le combinat d'éducation,
- Le service de stock,
- Le service de matériel roulant,
- La pension de famille " Kommunalnik ",
- Le combinat d'alimentation des employés du TEU.

## **2. La structure d'organisation du TEU**

---

La structure d'organisation du TEU est constituée selon le "principe linéaire". Le nombre total d'employés au 1 juillet 1999 était 7937, dont 1053 de directeurs et de spécialistes, 273 d'employés chargés des postes nécessitant la formation supérieure, 1418 de travailleurs de réparation, 1436 de receveurs, 775 de conducteurs de tramway, 835 de conducteurs de trolleybus.

## **3. La situation financière**

---

La situation financière du TEU est critique. En dépit d'un grand nombre d'usagers, la part de ceux payant le déplacement reste relativement faible. Selon une estimation pendant six premiers mois de 1999 elle était de 29,7 %.

Les recettes couvrent 48 % des dépenses. Les pertes qui ne sont pas couvertes par des subventions du budget de ville s'élèvent à près de \$5 millions.

Dans les dépenses l'énergie électrique s'élève à 31,9 %.

Selon la législation en vigueur, les privilèges de se déplacer gratuitement, établis par les organes du pouvoir public central de l'Ukraine, doivent être compensés par le budget de ville pour le compte des allocations du budget d'Etat. En pratique, cette compensation ne se réalise pas, donc toutes les charges pèsent sur le budget de ville ayant des ressources insuffisantes pour les subventions.

*Les dépôts de tramway et trolleybus.* A Kharkov on compte trois dépôts de trolleybus : le premier, le deuxième et le troisième. En ce qui concerne les dépôts de tramway on les appelle par des noms propres. Ces noms gardent toujours les traits de l'époque soviétique. On compte quatre dépôts de tramway : Lénine, Octobre (la révolution 1917), Comintern et Saltov (le seul sans symbole soviétique). L'organisation et l'activité de tous les dépôts sont semblables, c'est pourquoi il suffit d'envisager un dépôt pour connaître les principes du fonctionnement et la structure d'organisation.

Le déficit des dépôts est intégré au plan financier. Actuellement le déficit n'est pas couvert par les subventions du budget de ville.

*Voici les données d'un dépôt typique*

Le dépôt n'est pas une " personne civile ", il est soumis directement à l'entreprise communale de Kharkov " Transport Electrique Urbain " (TEU). Le dépôt a un compte dans la banque, un sceau et une estampille avec le nom complet. La structure du dépôt est la suivante :

- la direction ;
- l'atelier du service technique du matériel roulant ;
- l'atelier de la réparation du matériel roulant ;
- le service d'approvisionnement ;
- le service d'exploitation.

Le devoir principal pour le dépôt est la réalisation des déplacements de passagers selon des itinéraires fixes avec prestation des services de haute qualité. Le dépôt garde le matériel roulant, organise tous les types de sa réparation, réalise des tickets simples et des abonnements, effectue le contrôle des billets, pendant l'hiver entretien des routes dans la ville où il y a des lignes de trolleybus.

Les biens du dépôt font partie de propriété communale. Selon le statut de TEU les recettes du transport des passagers et les revenus des autres types d'activités commerciales sont partagés entre le TEU et le dépôt. Les parts du partage sont définies selon l'ordre établi par TEU et le plan financier.

Le dépôt a les droits suivants :

- droit de l'utilisation des biens conformément aux objectifs et devoirs de son activité ;
- droit de l'embauche et du licenciement des employés selon l'ordre législatif, sauf le chef du dépôt, son adjoint, le chef du service technique et le chef du service comptable. Ces personnes sont soumises directement au directeur général de TEU ;
- droit de l'élaboration des plans de travail du dépôt selon des indices du fonctionnement fixés par TEU ;
- droit de l'élaboration des normes de dépense des matériels, des carburants, de l'énergie électrique, si ceux-ci ne relèvent pas de la compétence du TEU ;
- droit de la composition des contrats de la réalisation des travaux et de contracter des " personnes civiles " ou " morales " sur la base de la procuration du directeur général du TEU ;
- droit de retrancher certaines sommes de son bilan après en avoir informé le TEU ;
- selon l'autorisation du TEU le dépôt a le droit :
  - d'instituer les modalités de rétribution des employés ;
  - de définir les professions pour lesquelles fixer des appointements ;

- d'instituer les conditions du décernement des récompenses ;
- d'être l'accusateur ou le défendeur au jugement arbitral dans les affaires liées à l'activité du dépôt.

La direction du dépôt est effectuée selon ce règlement sur la base de la fusion des droits du directeur et des principes de l'autonomie du collectif de travail. Les décisions sur des questions socio-économiques concernant l'activité du dépôt sont élaborées et adoptées par ses organes de direction avec la participation du collectif de travail.

Le dépôt fait les rapports sur les résultats du travail.

Selon la législation de l'Ukraine, le contrôle de l'activité du dépôt est effectué principalement par le TEU, et l'administration publique des impôts ainsi que d'autres organismes publics.

La liquidation et la réorganisation du dépôt sont effectuées par le TEU selon la réglementation.

Les indices principaux de l'activité du TEU selon les dépôts pendant la période 1996 – 1999 sont présentés dans les tableaux ci-dessous. La base de certains chiffres est le nombre d'usagers payant le déplacement. Il faut rappeler qu'en Ukraine pour effectuer un trajet avec, par exemple, un changement (deux moyens de transport) on est obligé de payer le déplacement dans chaque voiture, ce qui est reflété dans la statistique comme deux déplacements.

**Tableau V.1 : Premier dépôt de trolleybus**

---

<sup>82</sup> Il s'agit ici du pourcentage de liaison effectivement régulières sur une ligne par rapport à celles théoriquement planifiées.

Indices	1996	1997	1998	1999
Superficie, hectares				
Nombre de lignes desservies	10	10	10	
Longueur totale des lignes				
Nombre d'arrêts				
Matériel roulant, nombre moyen	193	188	183	167
Coefficient d'utilisation du matériel roulant	0,63	0,60	0,64	0,58
Matériel roulant en service, nombre moyen	121	112	116	
Durée moyenne quotidienne du travail d'une voiture, heures	10,05	9,89	9,93	10,08
Vitesse commerciale moyenne, km/heure	16,34	15,88	15,72	15,66
Parcours total, milliers de voiture-km	7251,8	6448,0	6628,4	6628,4
Régularité <sup>82</sup> , %	85,7	86,4	90,3	
Nombre d'usagers transportés, milliers de personnes	15662	16415	21143	22614
Nombre d'usagers transportés par voiture-km	1,97	2,32	2,91	3,55
Tarif moyen d'un déplacement, hryvnas	0,10	0,18	0,19	0,207
Coût moyen d'un déplacement, hryvnas	0,23	0,23	0,23	0,21
Recette annuelle totale, milliers de hryvnas	1507,3	2891,5	3969,9	4671,6
Coûts totaux, milliers de hryvnas	3583,4	3850,5	4906,8	4778,6
Pertes, milliers de hryvnas	2076,1	959,0	936,9	107,0
Subventions municipales, milliers de hryvnas	1912,1	820,3	371,2	-
Recettes des amendes, milliers de hryvnas	2,8	8,1	8,15	17,0
Coefficient d'usure du matériel, %	47,4	50,5	53,2	
Nombre moyen d'employés	935	966	1098	1194
Nombre moyen de conducteurs	305	302	299	299
Nombre moyen de receveurs		239	290	290
Salaire moyen mensuel, hryvnas	124,63	114,35	135,48	

Tableau V.2 : Deuxième dépôt de trolleybus

<sup>82</sup> Il s'agit ici du pourcentage de liaison effectivement régulières sur une ligne par rapport à celles théoriquement planifiées.

**Une modélisation de l'arbitrage entre voiture particulière et transport collectif :**

Indices	1996	1997	1998	1999
Superficie, hectares	4,0	4,0	4,0	4,0
Nombre de lignes desservies				
Longueur totale des lignes				
Nombre d'arrêts				
Matériel roulant, nombre moyen	159	150	147	144
Coefficient d'utilisation du matériel roulant	0,67	0,64	0,66	0,69
Matériel roulant en service, nombre moyen	107	96	96	99
Durée moyenne quotidienne du travail d'une voiture, heures	10,97	10,55	10,29	9,88
Vitesse commerciale moyenne, km/heure	16,68	16,47	16,4	15,81
Parcours total, milliers de voiture-km	7146,0	6102,0	5927,7	5705,1
Régularité, %	92,5	93,0	93,9	92,2
Nombre d'usagers transportés, milliers de personnes	9514	12393	17185	21889
Nombre d'usagers transportés par voiture-km	1,33	2,03	2,90	3,84
Tarif moyen d'un déplacement, hryvnas	0,11	0,21	0,22	0,22
Coût moyen d'un déplacement, hryvnas	0,30	0,27	0,24	0,20
Recette annuelle totale, milliers de hryvnas	1023,6	2560,6	3723,8	4758,4
Coûts totaux, milliers de hryvnas	2893,0	3331,2	4079,8	4418,9
Pertes, milliers de hryvnas	1851,5	770,6	318,2	-
Subventions municipales, milliers de hryvnas	1787,9	1025,1	409,3	-
Recettes des amendes, milliers de hryvnas				14,3
Coefficient d'usure du matériel, %				55,1
Nombre moyen d'employés	816	801	849	764
Nombre moyen de conducteurs				205
Nombre moyen de receveurs				193
Salaire moyen mensuel, hryvnas	119,0	129,7	163,7	182,0

**Tableau V.3 : Troisième dépôt de trolleybus**



Indices	1996	1997	1998	1999
Superficie, hectares				
Nombre de lignes desservies	12	12	12	
Longueur totale des lignes				
Nombre d'arrêts				
Matériel roulant, nombre moyen	168	165	165	165
Coefficient d'utilisation du matériel roulant	0,62	0,60	0,64	0,64
Matériel roulant en service, nombre moyen	104	100	105	106
Durée moyenne quotidienne du travail d'une voiture, heures	11,69	11,20	11,04	10,99
Vitesse commerciale moyenne, km/heure	16,17	15,48	15,30	14,98
Parcours total, milliers de voiture-km	7177,7	6298,8	6470,9	6338,7
Régularité, %	92,7	94,3	94,7	93,9
Nombre d'usagers transportés, milliers de personnes	12112	12760	16524	24328
Nombre d'usagers transportés par voiture-km	1,7	2,0	2,6	3,84
Tarif moyen d'un déplacement, hryvnas	0,11	0,21	0,23	0,22
Coût moyen d'un déplacement, hryvnas	0,26	0,28	0,29	0,22
Recette annuelle totale, milliers de hryvnas	1330,9	2736,7	3771,4	5423,9
Coûts totaux, milliers de hryvnas	3160,1	3513,4	4814,2	5375,8
Pertes, milliers de hryvnas	1829,2	776,7	1042,8	7,1
Subventions municipales, milliers de hryvnas	1674,1	1290,7	350,4	-
Recettes des amendes, milliers de hryvnas	5,5	17,0	16,9	16,7
Coefficient d'usure du matériel, %	43,9	46,1	49,1	53,2
Nombre moyen d'employés	900	900	963	909
Nombre moyen de conducteurs	261	236	232	245
Nombre moyen de receveurs		179	219	238
Salaire moyen mensuel, hryvnas	113,9	110,8	153,8	188,87

Tableau V.4 : Dépôt de tramway de Comintern

**Une modélisation de l'arbitrage entre voiture particulière et transport collectif :**

Indices	1996	1997	1998	1999
Superficie, hectares				
Nombre de lignes desservies	5	5	5	5
Longueur totale des lignes				
Nombre d'arrêts				
Matériel roulant, nombre moyen	169	155	155	151
Coefficient d'utilisation du matériel roulant	0,66	0,64	0,65	
Matériel roulant en service, nombre moyen	102	99	101	98
Durée moyenne quotidienne du travail d'une voiture, heures	11,10	10,56	9,90	10,3
Vitesse commerciale moyenne, km/heure	15,12	14,58	14,80	14,6
Parcours total, milliers de voiture-km	6832,8	5678,0	5308,0	5393,9
Régularité, %				89,4
Nombre d'usagers transportés, milliers de personnes	8678	8858	12580	15877
Nombre d'usagers transportés par voiture-km	1,27	1,56	2,37	2,94
Tarif moyen d'un déplacement, hryvnas	0,11	0,22	0,22	0,23
Coût moyen d'un déplacement, hryvnas	0,31	0,38	0,32	0,25
Recette annuelle totale, milliers de hryvnas	954,6	1771,6	2767,6	3597,1
Coûts totaux, milliers de hryvnas	2699,7	3351,3	4023,2	3912,5
Pertes, milliers de hryvnas	1745,1	1579,7	1255,6	315,4
Subventions municipales, milliers de hryvnas	1507,8	867,6	384,1	-
Recettes des amendes, milliers de hryvnas				
Coefficient d'usure du matériel, %	50	53	56	
Nombre moyen d'employés	661	678	713	721
Nombre moyen de conducteurs	187	170	163	145
Nombre moyen de receveurs				163
Salaire moyen mensuel, hryvnas	116,6	119,5	158,5	170,0

**Tableau V.5 : Dépôt de tramway de Saltov**

Indices	1996	1997	1998	1999
Superficie, hectares	20,8	20,8	20,8	20,6
Nombre de lignes desservies	5	5	5	5
Longueur totale des lignes	150,18	150,18	150,18	150,18
Nombre d'arrêts				
Matériel roulant, nombre moyen	191	170	165	162
Coefficient d'utilisation du matériel roulant	0,65	0,70	0,77	0,75
Matériel roulant en service, nombre moyen	130	119	128	120
Durée moyenne quotidienne du travail d'une voiture, heures	11,60	10,58	10,10	10,6
Vitesse commerciale moyenne, km/heure	16,86	16,75	16,60	16,3
Parcours total, milliers de voiture-km	8560	7723	7827	7587,79
Régularité, %	91,7	91,7	91,8	92,3
Nombre d'usagers transportés, milliers de personnes	6942	9334	15029	19385
Nombre d'usagers transportés par voiture-km	1,00	1,40	2,37	2,55
Tarif moyen d'un déplacement, hryvnas	0,11	0,23	0,24	0,235
Coût moyen d'un déplacement, hryvnas	0,60	0,44	0,32	0,25
Recette annuelle totale, milliers de hryvnas	787,6	2124,0	3606,4	4552,0
Coûts totaux, milliers de hryvnas	4175,8	4158,9	4792,6	4909,5
Pertes, milliers de hryvnas	3388,2	2034,9	1186,2	377,5
Subventions municipales, milliers de hryvnas	2500,5	2139,8	857,9	-
Recettes des amendes, milliers de hryvnas		11,8	29,5	21,0
Coefficient d'usure du matériel, %	58	59	60	
Nombre moyen d'employés	753	805	903	885
Nombre moyen de conducteurs	174	147	155	150
Nombre moyen de receveurs		142	215	240
Salaire moyen mensuel, hryvnas	119,9	125,2	156,4	170,9

Tableau V.6 : Dépôt de tramway de Lénine

Indices	1996	1997	1998	1999
Superficie, hectares				
Nombre de lignes desservies				
Longueur totale des lignes				
Nombre d'arrêts				
Matériel roulant, nombre moyen	82	73	83	127
Coefficient d'utilisation du matériel roulant	0,57	0,58	0,55	0,62
Matériel roulant en service, nombre moyen	47	42	47	79
Durée moyenne quotidienne du travail d'une voiture, heures	10,14	10,18	9,80	10,0
Vitesse commerciale moyenne, km/heure	15,08	14,91	14,80	14,9
Parcours total, milliers de voiture-km	2619	2355	2658	4322,6
Régularité, %				
Nombre d'usagers transportés, milliers de personnes	8527	8443	11082	12982
Nombre d'usagers transportés par voiture-km	3,26	3,58	4,58	
Tarif moyen d'un déplacement, hryvnas	0,10	0,20	0,22	0,23
Coût moyen d'un déplacement, hryvnas	0,30	0,33	0,29	0,26
Recette annuelle totale, milliers de hryvnas	890,0	1665,6	2429,9	2980,5
Coûts totaux, milliers de hryvnas	2533,0	2770,5	3197,1	3367,4
Pertes, milliers de hryvnas	1643,0	1140,9	767,2	637,2
Subventions municipales, milliers de hryvnas	1355,9	680,9	364,7	-
Recettes des amendes, milliers de hryvnas				
Coefficient d'usure du matériel, %	63	62	64	
Nombre moyen d'employés	620	627	659	657
Nombre moyen de conducteurs	108	105	103	122
Nombre moyen de receveurs				148
Salaire moyen mensuel, hryvnas	114,2	117,7	154,0	159,0

## Annexe VI : Activité de la société du métro de Kharkov

83

La première ligne de métro de Kharkov a été mise en exploitation en 1975. Depuis cette date les travaux de construction du métro continuaient constamment. En 1999 à Kharkov fonctionnent trois lignes (la deuxième depuis 1984, la troisième depuis 1995). La longueur totale des trois lignes fait 33,9 km, dont 17,3 km pour la première (13 stations), 10,4 km pour la deuxième (8 stations) et 6,2 km pour la troisième (5 stations). La distance moyenne entre deux stations voisines est 1,47 km.

83

Source : Rapports annuels de la société de métro de Kharkov, 1997-1998.

Tableau VI.1 : Indices principaux de l'activité du métro

Indices	1996	1997	1998
1. Nombre de passagers transportés, millions de pass.	249,9	226,8	221,1
2. Nombre moyen de passagers transportés par jour	682 800	621 500	605 800
3. Remplissage moyen d'une voiture, passagers.	52,01	50,50	49,82
4. Nombre moyen de kilomètres par jour par voiture	403,9	367,1	363,5
5. Vitesse commerciale, km/h	38,4	37,9	37,0
6. Nombre total de voitures	303	303	308
7. Coefficient d'usage du matériel roulant, %	77,37	78,77	78,28
8. Nombre d'emplois	3809	3759	3788
9. Salaire moyen mensuel, hryvnas	204,48	239,15	256,27
10. Dépenses, milliers de hryvnas	37 005	56 617	67 310
11. Recettes, milliers de hryvnas :			
Total, dont :	46 637	46 664	46 542
- transport des passagers	35 874	42 524	41 277
- subventions	8 212	1 100	2 096
- autres sources	2 551	3 040	3 169

## Annexe VII : Autobus à Kharkov

La société anonyme ouverte <sup>84</sup> " Kharkovautotrans " a été fondée selon la décision du Département régional du fond des biens d'Etat de l'Ukraine en région de Kharkov le 4 février 1997 par transformation de l'entreprise publique " Kharkovautotrans " en société anonyme conformément à l'arrêté du Cabinet des ministres de l'Ukraine du 11 septembre 1996 " Sur l'établissement du règlement de la transformation pendant le processus de privatisation des entreprises publiques en sociétés anonymes ouvertes ".

*Les objectifs de l'activité sont les suivants :*

- la réalisation de la commande d'Etat et des obligations du transport de passagers ;
- l'utilisation des formes et des méthodes progressives de l'organisation d'autoservice, de marché d'automobile, de processus de transport des passagers ;
- l'augmentation du rendement du travail, la diminution des coûts ;
- la sécurité dans le transport, la protection de l'environnement ;
- l'obtention d'un bénéfice et sa distribution selon la décision des actionnaires.

*L'objet de l'activité est :*

<sup>84</sup> En Ukraine, selon le règlement de la privatisation on peut créer des sociétés anonymes, soit " ouvertes ", soit " fermées ". Pour les premières, les actions de ces premières peuvent alors être distribuées aux demandeurs ou être présentées en bourse. Pour les secondes les actions ne sont distribuées qu'aux membres du collectif de travail et sans cotation en bourse.

- le transport des passagers selon les itinéraires dans la ville, suburbains et entre les villes ;
- la location des bus à la population et aux entreprises sous les conditions de la rétribution à l'heure ;
- la réalisation des transports internationaux de passagers et des marchandises par le transport d'automobile ;
- la prestation des services aux gares d'autobus ;
- le commerce en gros, y compris des produits pétroliers ;
- les services intermédiaires dans le domaine des transports, des services municipaux, de l'éducation, de la culture, de la santé publique et de la science ;
- la prestation des services de la réparation des moyens de transport ;
- le commerce extérieur ;
- d'autres activités commerciales.

Les indices de l'activité principale sont présentés dans le tableau suivant.

**Tableau VII.1 : Activité de “ Kharkovautotrans ”** <sup>85</sup>

Indices	1997	1998
Volume du transport des marchandises, milliers de tonnes	8111	7196
Volume du transport des passagers, milliers de passagers, dont :	5050	6730
Intraurbain	3250	4363
Périurbain	1200	1686
Interurbain	525	614
International	75	67
Trafic marchandises, milliers de tonnes-km	2353	3188
Trafic passagers, milliers de passager-km	12503	13276
Nombre de véhicules	7196	8634
Nombre moyen de kilomètres par jour par véhicule	102,6	147,8

## Annexe VIII : Taxi et déplacements par auto-stop à Kharkov

En ce qui concerne ces déplacements, on observe une tendance générale. Jusqu'à la fin des années 1980 on observe une pénurie de l'offre par rapport à la demande. La situation est inverse depuis le début des années 1990.

La possibilité d'utiliser le service de taxi peut être déclinée selon trois formes :

<sup>85</sup> Source : Rapport annuel de la société “ Kharkovautotrans ”, 1998.

- Le taxi : le service municipal.
- Le détenteur d'une patente (licence) : le service enregistré officiellement par un entrepreneur possédant une voiture particulière pour rendre ces services.
- Le propriétaire d'une voiture qui gagne de l'argent par prestation de ses services mais qui n'a pas de licence officielle. Cette forme peut être subdivisée en deux : ceux qui rendent les services en permanence, en consacrant le temps pour cela, et ceux qui le font occasionnellement, c'est-à-dire en s'arrêtant devant quelqu'un qui désire se déplacer par auto-stop.

Il faut noter qu'en Ukraine, ainsi que dans d'autres républiques de l'ancienne Union Soviétique, d'habitude on paie si on se déplace par auto-stop. Le montant du paiement dépend de la négociation préalable entre le conducteur et le passager.

La première et la troisième forme existaient à l'époque de l'Union Soviétique, la deuxième est apparue à la fin des années 1980.

## **ANNEXE IX : Formes des enquêtes**

L'objectif du questionnaire est l'accumulation de l'information statistique pour l'estimation des besoins de la population de Kharkov pour des modes alternatifs de transport (exceptionnellement pour les recherches scientifiques)

1. L'âge

10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	> 70

2. Le sexe : M ☐ F ☐ 3. Vous êtes : étudiant ☐ travailleur ☐ retraité ☐ chômeur ☐

4. Le domicile (arrondissement)

Dzerg	Kievsk	Komintern	Léninsk	Mosk	Okt	Ordg	Proutz	Cheromonov

5. Le niveau des revenus monétaires mensuels (en moyenne) de l'enquêteé, hryvna :  
- les revenus officiels

< 60	60-120	120-180	180-240	240-300	300-360	360-420	420-480	> 480

- les revenus non officiels

< 60	60-120	120-180	180-240	240-300	300-360	360-420	420-480	> 480

6. Possédez-vous un permis de conduire ? Oui ☐ Non ☐

7. Disposez-vous d'une voiture ? Oui ☐ Non ☐

8. La voiture pour vous est

Moyen de déplacement	Mode d'expression	Source de revenu

9. Pour rendre à votre lieu de travail (études) vous utilisez d'habitude

Voiture	Transports en commun				Vélo	Marche à pied
	Tramway ou trolleybus	Méto	Bus	Autre		

10. Combien de temps consacrez vous en moyenne pour un déplacement « domicile – travail » ou pour un motif professionnel dans le cadre de votre activité régulière (porte à porte), min ?

- en utilisant la voiture

< 10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	> 60

- en utilisant les transports en commun ou d'autres modes de déplacement

< 10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	> 60

11. La voiture vous coûte, hryvna par jour

< 3	3-6	6-9	9-12	12-15	15-18	18-21	21-24	24-27	27-30	30-33	> 33

12. Les déplacements en transports collectifs vous coûtent, hryvna par jour

0	0-0,6	0,6-1,2	1,2-1,8	1,8-2,4	2,4-3,0	3,0-3,6	3,6-4,2	> 4,2

13. Pour effectuer un déplacement en voiture comptez-vous d'habitude les dépenses outre celles d'essence et de parking ? Oui ☐ Non ☐



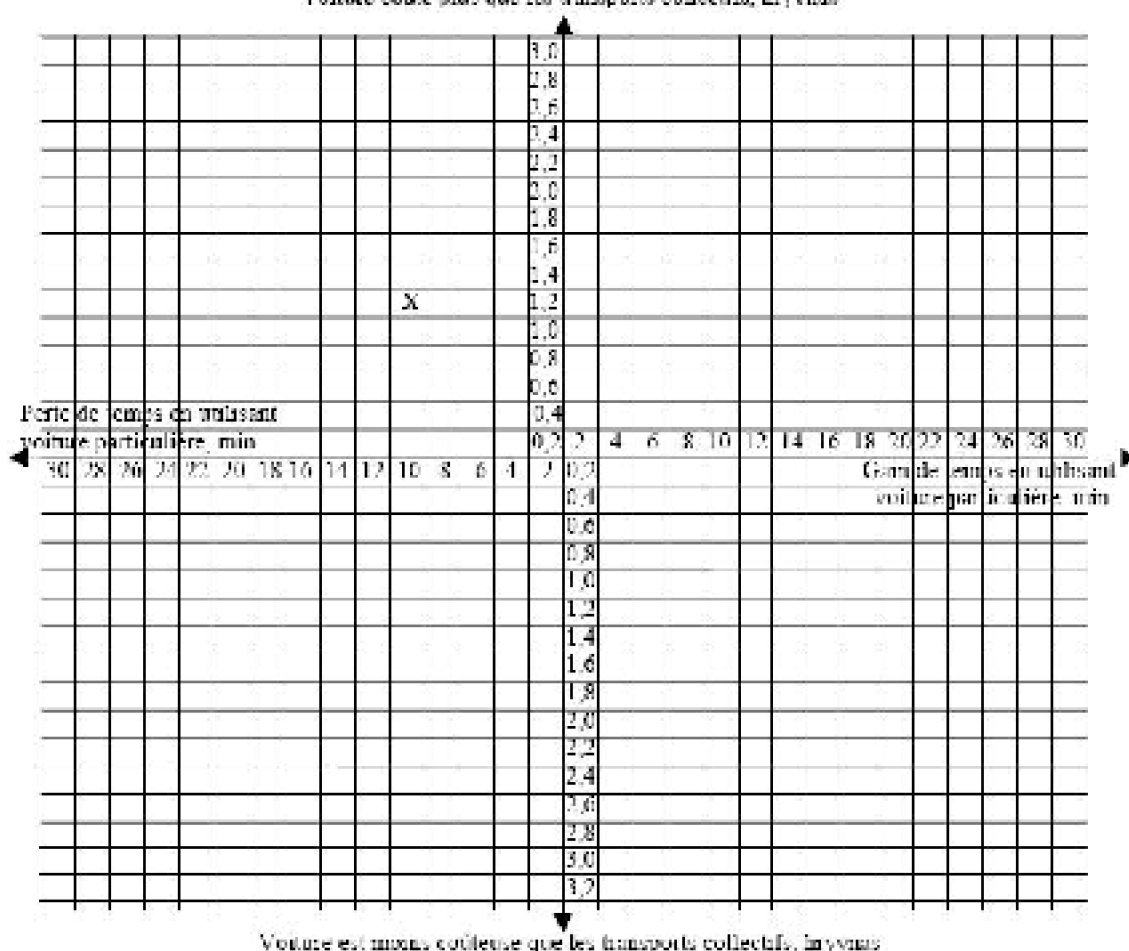
14. Si le temps et le coût d'un déplacement en voiture ou en transports collectifs sont égaux vous choisissez :

Automobile

Transports en commun

15. L'habitude, lors du processus de choix entre les modes alternatifs de transport (une voiture particulière ou des transports en commun) un usager se guide par des critères suivants : le temps, le prix (coût) et le confort d'un déplacement. Indiquez le moment (ou plusieurs) à partir duquel votre choix se ferait en faveur de l'usage des transports collectifs (exemple, « je suis prêt à abandonner mon automobile seulement dans le cas, où elle me coûte plus de 1,2 hryvna et la perte de temps atteint plus de 10 min. – X »)

Voiture coûte plus que les transports collectifs, hryvna



## Une modélisation de l'arbitrage entre voiture particulière et transport collectif :

16. En utilisant les transports en commun vous êtes prêt(e)  
dans (% des cas) (tracez les flèches : plusieurs variantes sont possibles)

0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
à payer plus, hryvnas										
0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2 et >
pour être à la destination plus vite, min.										
2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22 et >

### Et la deuxième variante de cette page

14. Si le temps et le coût d'un déplacement en voiture ou en transports collectifs sont égaux vous choisissez :

Automobile

Transports en commun

15. Si dans la réponse précédente, vous avez choisi la voiture, indiquez le moment à partir duquel vous êtes prêt(e) à l'abandonner et à faire un choix en faveur des transports collectifs :

A) le temps d'un déplacement en voiture est égal au temps en transports collectifs, mais le coût d'un déplacement en automobile est supérieur à celui en transports collectifs, hryvnas :

0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0	4,2	4,4	4,6	>

B) le coût d'un déplacement en automobile est égal au temps en transports collectifs, mais le temps d'un déplacement en automobile est supérieur à celui en transports collectifs, min. :

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	>

16. Si à la question 14, vous avez choisi les transports en commun, indiquez le moment, à partir duquel vous êtes prêt(e) à abandonner le transport collectif et à faire le choix en faveur de la voiture :

A) le temps d'un déplacement en transports collectifs est égal à celui en voiture, mais le coût d'un déplacement en transports collectifs est supérieur à celui en voiture, hryvnas :

0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0	4,2	4,4	4,6	>

B) le coût d'un déplacement en transports collectifs est égal à celui d'en voiture, mais le temps d'un déplacement en transports collectifs est supérieur à celui en voiture, min. :

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	>
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	---

17. En utilisant les transports en commun vous êtes prêt(e)  
dans (% des cas) (tracez les flèches : plusieurs variantes sont possibles)

0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----

à payer plus, la ymnas

0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2 et >
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	----------

pour être à la destination plus vite, min.

2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22 et >
---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	---------

## Annexe X : Questionnaire pour le lecteur français

## Une modélisation de l'arbitrage entre voiture particulière et transport collectif :

1. Vous avez une voiture à votre disposition : Oui ☐ Non ☐

2. Pour effectuer un déplacement « domicile – travail » vous utilisez d'habitude :  
Automobile ☐ Transports en commun ☐ Marche à pied ☐ Vélo ☐

3. De combien de temps disposez-vous pour un déplacement « domicile – travail » (porte-à-porte) ?

A) en utilisant l'automobile, min						
< 10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	> 60
B) en utilisant les transports en commun ou d'autres modes de déplacement, min						
< 10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	> 60

4. Combien coûte un déplacement « domicile – travail » en utilisant ?

A) automobile, F									
< 2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	12-14	14-16	16-18	> 22
B) transports en commun ou d'autres modes de déplacement, F									
0	0-2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	12-14	> 14	

5. Si le temps et le coût d'un déplacement en voiture et en transports collectifs sont égaux vous choisirez :  
Automobile ☐ Transports en commun ☐

6. Si, dans la réponse précédente, vous avez choisi l'automobile, indiquez le montant à partir duquel vous êtes prêt(e) à abandonner l'automobile et à faire un choix en faveur des transports collectifs :

- le temps d'un déplacement en automobile est égal au temps en transports collectifs, mais le coût d'un déplacement en automobile est supérieur à celui en transports collectifs, F :														
0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	>						

7. Si, dans le p. 5 vous avez choisi les transports en commun, indiquez le montant à partir duquel vous êtes prêt(e) à abandonner le transport collectif et à faire le choix en faveur de l'automobile :

- le temps d'un déplacement en transports collectifs est égal à celui en automobile, mais le coût d'un déplacement en transports collectifs est supérieur à celui en automobile, F :														
0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	>						

8. (Situation hypothétique en France) Si le temps et le prix d'un déplacement entre différents modes de transports en commun sont égaux, vous choisirez :

Bus ☐ Trolleybus ☐ Tramway ☐ Métro ☐ Indifférent ☐

9. (Situation hypothétique en France) En utilisant les transports en commun, vous êtes prêt(e) :

A) dans (% des cas)											
0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%	
B) à payer plus, Francs											
0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6
6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	>
C) pour être à la destination plus vite, minutes											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
>											

Tous les chiffres dans les formules suivantes (à l'exception de 0,6 et 60) correspondent au numéro de question.

1. Valeur du temps

$$VT = \frac{0,6 * 9 A) * 9 B)}{9 C)} = \boxed{\phantom{000}}, \text{ F / heure}$$

2. Composantes influençant le choix :

- conditions de circulation (C)

$$C = \frac{\frac{-VT * [3B) - 3A)]}{60} - [4B) - 4A)]}{|-6(ou + 7)| + \left\{ \frac{-VT * [3B) - 3A)]}{60} - [4B) - 4A)] \right\}} = \boxed{\phantom{000}}$$

- composante psychologique (M)

$$M = \frac{-6(ou + 7)}{|-6(ou + 7)| + \left\{ \frac{-VT * [3B) - 3A)]}{60} - [4B) - 4A)] \right\}} = \boxed{\phantom{000}}$$

Le signe "-" dans les résultats correspond à l'influence préférable pour l'usage d'une VP.

Le signe "+" dans les résultats correspond à l'influence préférable pour l'usage des TC.

La somme négative des composantes C et M signifie le choix préférable pour l'usage d'une VP.

La somme positive des composantes C et M signifie le choix préférable pour l'usage des TC.

Alors, votre choix déclaré correspond-il au choix réel (question N° 2) ?

## Annexe XI : Revenus monétaires de la population de Kharkov

Tableau XI.1 : Revenus monétaires de la population, hryvnas/mois

Revenus	Total	Officiels	Non-officiels
Moyen	176,4351	101,3528	75,08227

Selon l'âge	Total	Officiels	Non-officiels
16-20	106,5269	45,62874	60,8982
20-30	170,1923	87,34615	82,84615
30-40	339,1667	221,6667	117,5
40-50	282,2222	208,8889	73,33333
50-60	244,2857	204,2857	40,0
>60	231,4286	184,2857	47,14286

Selon le sexe	Total	Officiels	Non-officiels
Hommes	262,4257	141,6832	120,7426
Femmes	124,4118	75,70588	48,70588

Selon le statut social	Total	Officiels	Non-officiels
Etudiants	109,2988	47,46951	61,82927
Travailleurs	316,6038	217,5472	99,0566
Retraités	167,1429	124,2857	42,85714
Chômeurs	158,75	37,5	121,25

Selon l'arrondissement :	Total	Officiels	Non-officiels
Dzerg.	143,2895	72,43421	70,85526
Kievsky	208,3099	125,493	82,8169
Komint.	151,6216	99,72973	51,89189
Léninsky	213,75	136,25	77,5
Moskov.	186,8478	117,3913	69,45652
Oktiabr.	202,9412	95,29412	107,6471
Ordgeon.	195,6522	114,1304	81,52174
Frounz.	163,0769	96,15385	66,92308
Tcherv.	295,3846	145,3846	150

## Annexe XII : Taux de possession d'un permis de conduire et taux de motorisation

Tableau XII.1 : Permis de conduire et taux de motorisation

	Taux de possession d'un permis de conduire	Taux de motorisation
Moyen	0,326007	0,218349

Selon l'âge	Taux de possession d'un permis de conduire	Taux de motorisation
16-20	0,150602	0,114458
20-30	0,357692	0,189189
30-40	0,472222	0,416667
40-50	0,481481	0,425926
50-60	0,47619	0,428571
>60	1	0,571429

Selon le sexe	Taux de possession d'un permis de conduire	Taux de motorisation
Hommes	0,648515	0,415842
Femmes	0,132353	0,097345

Selon le statut social	Taux de possession d'un permis de conduire	Taux de motorisation
Etudiants	0,219512	0,140673
Travailleurs	0,471698	0,327044
Retraités	0,714286	0,428571
Chômeurs	0,666667	0,541667

Selon l'arrondissement	Taux de possession d'un permis de conduire	Taux de motorisation
Dzerg.	0,263158	0,138158
Kievsky	0,338028	0,28169
Komint.	0,324324	0,361111
Léninsky	0,434783	0,26087
Moskov.	0,326087	0,217391
Oktiabr.	0,411765	0,294118
Ordgeon.	0,304348	0,173913
Frounz.	0,358974	0,179487
Tcherv.	0,461538	0,384615

Selon le revenu	Taux de possession d'un permis de conduire	Taux de motorisation
0-60	0,163636	0,090909
60-120	0,244444	0,166667
120-180	0,378788	0,215385
180-240	0,405405	0,27027
240-300	0,435897	0,333333
300-360	0,555556	0,333333
360-420	0,647059	0,411765
420-480	0,730769	0,576923
480-540	0,454545	0,363636
540-600	0,666667	0,5
600-780	0,857143	0,857143
>780	0,8	0,6

## Annexe XIII : Répartition modale

Tableau XIII.1 : Répartition modale pour l'ensemble de la population

Choix modal	VP	TC	2R	MP
Moyen	0,095238	0,827839	0	0,076923

Selon l'âge	VP	TC	2R	MP
16-20	0,042169	0,861446	0	0,096386
20-30	0,080769	0,880769	0	0,038462
30-40	0,194444	0,75	0	0,055556
40-50	0,240741	0,592593	0	0,166667
50-60	0,095238	0,761905	0	0,142857
>60	0,285714	0,428571	0	0,285714

Selon le sexe	VP	TC	2R	MP
Hommes	0,207921	0,688119	0	0,10396
Femmes	0,023599	0,914454	0	0,061947



Selon le statut social	VP	TC	2R	MP
Etudiants	0,042813	0,902141	0	0,055046
Travailleurs	0,18239	0,716981	0	0,100629
Retraités	0,1	0,571429	0	0,328571
Chômeurs	0,291667	0,583333	0	0,125

Tableau XIII.2 : Répartition modale pour les personnes possédant une VP

Selon l'arrondissement	VP	TC	2R	MP
Dzerg.	0,046053	0,868421	0	0,085526
Kievsky	0,183099	0,676056	0	0,140845
Komint.	0,027027	0,945946	0	0,027027
Léninsky	0,166667	0,833333	0	0
Moskovsky	0,087912	0,89011	0	0,021978
Oktiabrsky	0,176471	0,764706	0	0,058824
Ordgeon.	0,086957	0,73913	0	0,173913
Frounz.	0,102564	0,820513	0	0,076923
Tchervon.	0,230769	0,615385	0	0,153846
Selon le revenu	VP	TC	2R	MP
0-60	0,013575	0,918552	0	0,067873
60-120	0,033708	0,898876	0	0,067416
120-180	0,015385	0,892308	0	0,092308
180-240	0	0,891892	0	0,108108
240-300	0,205128	0,769231	0	0,025641
300-360	0,277778	0,666667	0	0,055556
360-420	0,176471	0,705882	0	0,117647
420-480	0,423077	0,5	0	0,076923
480-540	0,363636	0,545455	0	0,090909
540-600	0,5	0,333333	0	0,166667
600-780	0,857143	0	0	0,142857
>780	0,5	0,3	0	0,2

Tableau XIII.2 : Répartition modale pour les personnes possédant une VP

	VP	TC	2R	MP
Moyen	0,428571	0,495798	0	0,07563

Selon l'âge	VP	TC	2R	MP
16-20	0,368421	0,526316	0	0,105263
20-30	0,428571	0,55102	0	0,020408
30-40	0,466667	0,466667	0	0,066667
40-50	0,565217	0,304348	0	0,130435
50-60	0,222222	0,666667	0	0,111111
>60	0,25	0,5	0	0,25

## Une modélisation de l'arbitrage entre voiture particulière et transport collectif :

Selon le sexe	VP	TC	2R	MP
Hommes	0,488095	0,428571	0	0,083333
Femmes	0,242424	0,69697	0	0,060606

Selon le statut social	VP	TC	2R	MP
Etudiants	0,304348	0,652174	0	0,043478
Travailleurs	0,538462	0,403846	0	0,057692
Retraités	0,1	0,666667	0	0,233333
Chômeurs	0,538462	0,307692	0	0,153846
Selon l'arrondissement	VP	TC	2R	MP
Dzerg.	0,333333	0,52381	0	0,142857
Kievsky	0,65	0,2	0	0,15
Komint.	0,076923	0,923077	0	0
Léninsky	0,666667	0,333333	0	0
Moskovsky	0,35	0,6	0	0,05
Oktiabrsky	0,6	0,3	0	0,1
Ordgeon.	0,5	0,375	0	0,125
Frounz.	0,571429	0,428571	0	0
Tchervon.	0,6	0,4	0	0

**Tableau XIII.3 : Répartition modale entre les modes de TC**

Selon le revenu	VP	TC	2R	MP
0-60	0,15	0,7	0	0,15
60-120	0,2	0,733333	0	0,066667
120-180	0,071429	0,857143	0	0,071429
180-240	0	0,8	0	0,2
240-300	0,615385	0,384615	0	0
300-360	0,666667	0,333333	0	0
360-420	0,428571	0,428571	0	0,142857
420-480	0,733333	0,266667	0	0
480-540	1	0	0	0
540-600	1	0	0	0
600-780	1	0	0	0
>780	0,833333	0	0	0,166667

**Tableau XIII.3 : Répartition modale entre les modes de TC**

Usage des TC (part sur l'ensemble des déplacements)	
Métro	0,778993
Tramway, trolleybus	0,45733
Bus	0,205689
Autre	0,021882

Usage d'un mode unique		Coût moyen par jour pour chaque mode, hryvnas	Coût moyen global par jour, hryvnas
Métro	0,376368	0,96	0,96
Tramway, trolleybus	0,137856	0,73	
Bus	0,04814	1,65	
Autre	0,002188	0,9	

Usage de deux modes		Coût moyen par jour pour chaque mode, hryvnas	Coût moyen global par jour, hryvnas
Tramway, trolleybus-métro	0,249453	1,17	1,41
Métro-bus	0,087527	2,06	
Tramway, trolleybus-bus	0,017505	1,38	
Métro-autre	0,010941	1,62	
Bus-autre	0,002188	2,10	

Usage de trois modes		Coût moyen par jour pour chaque mode, hryvnas	Coût moyen global par jour, hryvnas
Tramway, trolleybus-métro-bus	0,04814	1,80	1,78
Tramway, trolleybus-métro-autre	0,004376	1,20	
Bus-métro-autre	0,002188	2,38	

Marche à pied	
Seul	0,076923
Avec usage des TC	0,124169

## Annexe XIV : Valeur du temps

Tableau XIV.1 : Valeur du temps pour toute la population

Selon l'âge	Valeur du temps,	Revenus,	Valeur du temps par rapport aux
-------------	------------------	----------	---------------------------------

## Une modélisation de l'arbitrage entre voiture particulière et transport collectif :

	hryvnas/heure	hryvnas/mois	revenus par heure, %
16-20	1,557148	106,5269	251,4195
20-30	2,345791	170,1923	237,0707
30-40	2,122076	339,1667	107,6159
40-50	2,081093	282,2222	126,832
50-60	1,057182	244,2857	74,43549
>60	1,601299	231,4286	119,0101

Selon le sexe	Valeur du temps, hryvnas/heure	Revenus, hryvnas/mois	Valeur du temps par rapport aux revenus par heure, %
Hommes	2,289319	262,4257	150,0474
Femmes	1,865031	124,4118	257,8416

Selon le statut social	Valeur du temps, hryvnas/heure	Revenus, hryvnas/mois	Valeur du temps par rapport aux revenus par heure, %
Etudiants	1,78102	109,2988	280,2734
Travailleurs	2,379252	316,6038	129,2566
Retraités	1,217922	167,1429	125,3315
Chômeurs	3,605596	158,75	390,6535

Selon le revenu	Valeur du temps, hryvnas/heure	Valeur du temps par rapport aux revenus par heure, %
0-60	1,856932	1064,641
60-120	1,514527	289,443
120-180	2,312993	265,2232
180-240	1,660612	136,012
240-300	2,434879	155,1108
300-360	2,965348	154,5575
360-420	2,163484	95,41517
420-480	2,782682	104,0481
480-540	2,565727	86,53041
540-600	2,252679	67,97556
600-780	2,423117	60,40233
>780	3,966667	45,48444

**Tableau XIV.2 : Valeur du temps pour les personnes possédant une VP**

Selon le choix modal	Valeur du temps, hryvnas/heure
VP	3,800333
TC	1,840035
MP	1,84472

Tableau XIV.2 : Valeur du temps pour les personnes possédant une VP

Selon l'âge	Valeur du temps, hryvnas/heure
16-20	2,374821
20-30	3,518243
30-40	2,258952
40-50	2,323672
50-60	1,315909
>60	2,500909

Selon le sexe	Valeur du temps, hryvnas/heure
Hommes	3,118862
Femmes	2,012463

Selon le statut social	Valeur du temps, hryvnas/heure
Etudiants	2,1636
Travailleurs	3,159306
Retraités	1,88
Chômeurs	4,307278

Selon le revenu	Valeur du temps, hryvnas/heure
0-60	2,046176
60-120	1,78597
120-180	1,741736
180-240	1,254214
240-300	4,028952
300-360	2,947727
360-420	2,164675
420-480	3,244476
480-540	3,13
540-600	1,842857
600-780	2,90774
>780	4,975

Selon le choix modal	Valeur du temps, hryvnas/heure
VP	3,870118
TC	2,091849
MP	1,452208

## Annexe XV : Composante psychologique (valeur absolue)

Tableau XV.1 : Composante psychologique (valeur absolue) pour toute la population

Selon l'âge	Composante psychologique, hryvnas	Valeur du temps, hryvnas/heure	Revenu moyen, hryvnas/mois
16-20	-1,87309	1,557148	106,5269
20-30	-2,09486	2,345791	170,1923
30-40	-1,43568	2,122076	339,1667
40-50	-1,55859	2,081093	282,2222
50-60	-1,45063	1,057182	244,2857
>60	-0,6	1,601299	231,4286

Selon le sexe	Composante psychologique, hryvnas	Valeur du temps, hryvnas/heure	Revenu moyen, hryvnas/mois
Hommes	-2,05013	2,289319	262,4257
Femmes	-1,7829	1,865031	124,4118

Selon le statut social	Composante psychologique, hryvnas	Valeur du temps, hryvnas/heure	Revenu moyen, hryvnas/mois
Etudiants	-1,95123	1,78102	109,2988
Travailleurs	-1,75804	2,379252	316,6038
Retraités	0,076	1,217922	167,1429
Chômeurs	-2,0624	3,605596	158,75

Selon le revenu	Composante psychologique, hryvnas	Valeur du temps, hryvnas/heure
0-60	-1,93437	1,856932
60-120	-1,3703	1,514527
120-180	-1,92659	2,312993
180-240	-1,89728	1,660612
240-300	-1,92752	2,434879
300-360	-1,84147	2,965348
360-420	-1,81038	2,163484
420-480	-1,86106	2,782682
480-540	-1,5753	2,565727
540-600	-4,12	2,252679
600-780	-2,43273	2,423117
>780	-3,825	3,966667

Selon le choix modal	Composante psychologique, hryvnas	Valeur du temps, hryvnas/heure
VP	-2,9909	3,800333
TC	-1,81534	1,840035
MP	-1,36377	1,84472

**Tableau XV.2 : Composante psychologique (valeur absolue) pour les personnes possédant une VP**

Selon la valeur du temps	Composante psychologique, hryvnas
0	-1,60435
0-0,5	-1,69283
0,5-1	-1,61684
1-1,5	-1,52342
1,5-2	-1,50251
2-2,5	-2,37422
2,5-3	-2,1121
3-3,5	-2,92958
3,5-4	-1,98158
>4	-2,95968

**Tableau XV.2 : Composante psychologique (valeur absolue) pour les personnes possédant une VP**

## Une modélisation de l'arbitrage entre voiture particulière et transport collectif :

Selon l'âge	Composante psychologique, hryvnas	Valeur du temps, hryvnas/heure
16-20	-1,99726	2,374821
20-30	-3,00496	3,518243
30-40	-2,0359	2,258952
40-50	-2,29075	2,323672
50-60	-1,5375	1,315909
>60	0,205	2,500909

Selon le sexe	Composante psychologique, hryvnas	Valeur du temps, hryvnas/heure
Hommes	-2,44437	3,118862
Femmes	-2,14343	2,012463

Selon le statut social	Composante psychologique, hryvnas	Valeur du temps, hryvnas/heure
Etudiants	-2,60653	2,1636
Travailleurs	-2,49354	3,159306
Retraités	1,806667	1,88
Chômeurs	-2,06923	4,307278

Selon le revenu	Composante psychologique, hryvnas	Valeur du temps, hryvnas/heure
0-60	-2,6	2,046176
60-120	-1,54766	1,78597
120-180	-1,96914	1,741736
180-240	-2,03229	1,254214
240-300	-2,81278	4,028952
300-360	-2,497	2,947727
360-420	-1,28229	2,164675
420-480	-1,93289	3,244476
480-540	-4,275	3,13
540-600	-2,8	1,842857
600-780	-3,94091	2,90774
>780	-4,6	4,975

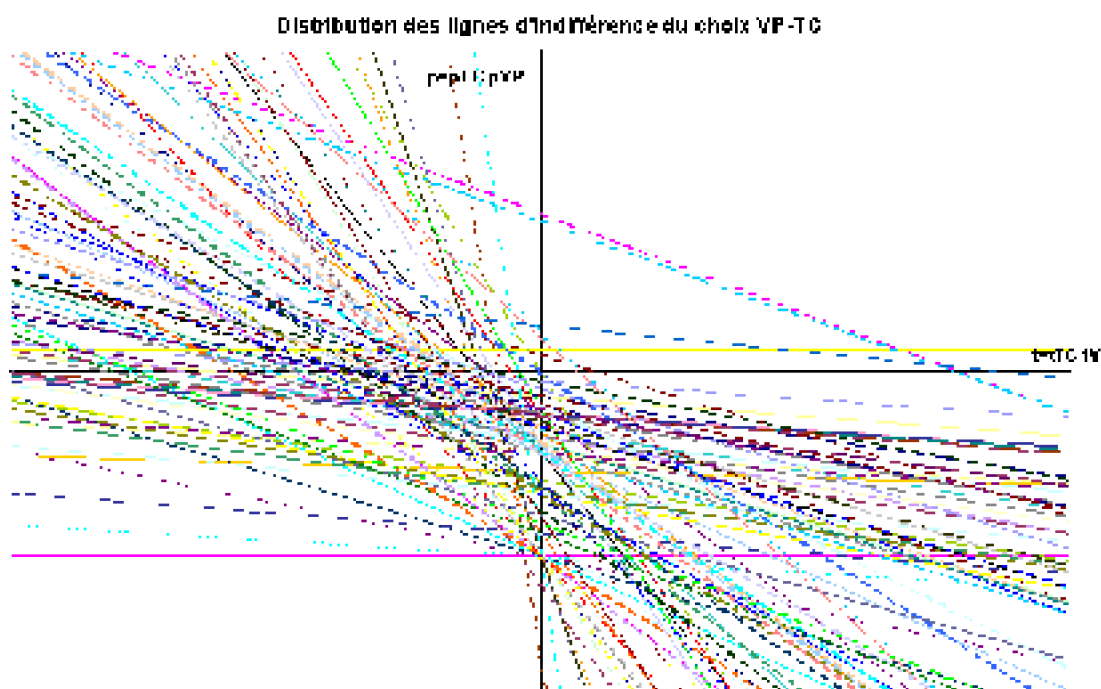
Selon le choix modal	Composante psychologique, hryvnas	Valeur du temps, hryvnas/heure
VP	-2,98581	3,870118
TC	-2,03321	2,091849
MP	-1,37143	1,452208



---

Selon la valeur du temps	Composante psychologique, hryvnas
0	-1,73333
0-1	-1,81129
1-2	-1,51518
2-3	-2,95711
3-4	-2,72533
4-5	-3,475
5-6	-3,88315
>6	-3,98333

## **Annexe XVI : Distribution des lignes d'indifférence du choix VP-TC**



*Distribution des lignes d'indifférence du choix VP-TC*

## ANNEXE XVII : Estimation des paramètres du modèle

Paramètres du modèle (pour le nombre total d'observations concernant les personnes possédant une automobile).

La dépendance entre  $\Delta t$  et  $\Delta p$  :

$$\Delta p = a\Delta t + b$$

a moyen	-0,04216667
b moyen	-2,36876096

- Le modèle :

$$P^{TC} = \frac{1}{1 + e^{a_0 + a_1 \Delta t + a_2 \Delta p}}$$

$$\Delta t = t^{VP} - t^{TC}$$

$$\Delta p = p^{VP} - p^{TC},$$

transformé en :

$$\ln(P^{VP}/P^{TC}) = a_0 + a_1 \Delta t + a_2 \Delta p.$$

- Les paramètres :

$a_0 =$	2,4632564
$a_1 =$	0,05973646
$a_2 =$	1,1816469

- Les coefficients de corrélation :

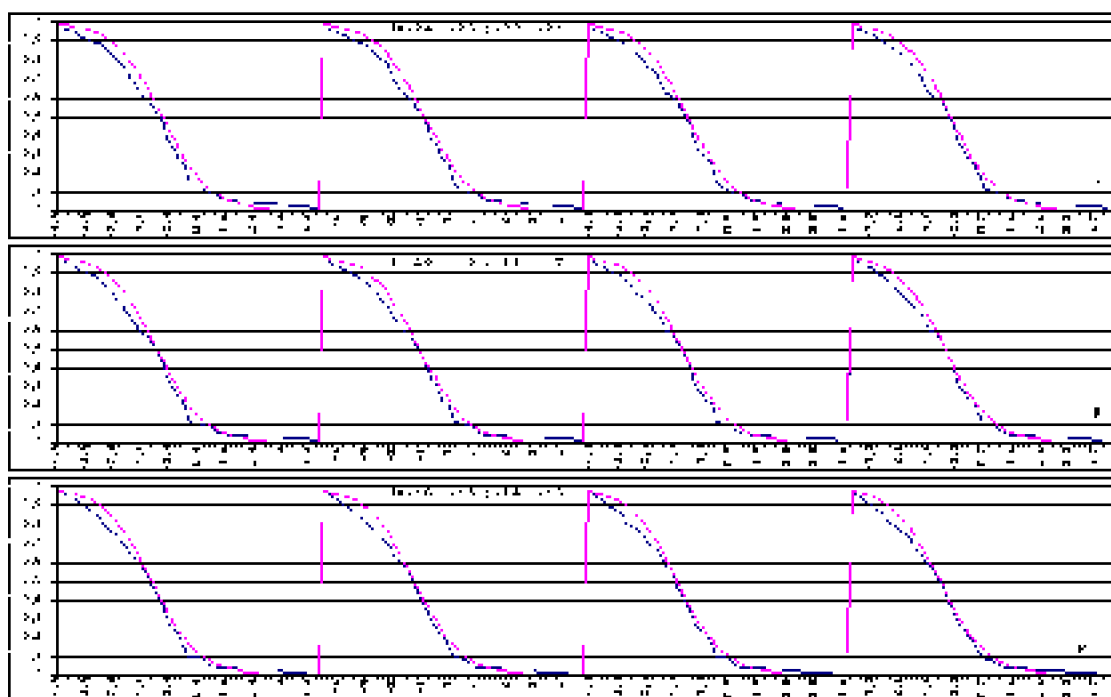
$r_{\Delta t \Delta c} =$	0
$r_{\Delta t \ln(PVP/PTC)} =$	0,21934072
$r_{\Delta c \ln(PVP/PTC)} =$	0,83232211
$R =$	0,86073831

**Part des TC pour les personnes possédant une VP  $\Delta t = t^{TC} - t^{VP}$ , min.**

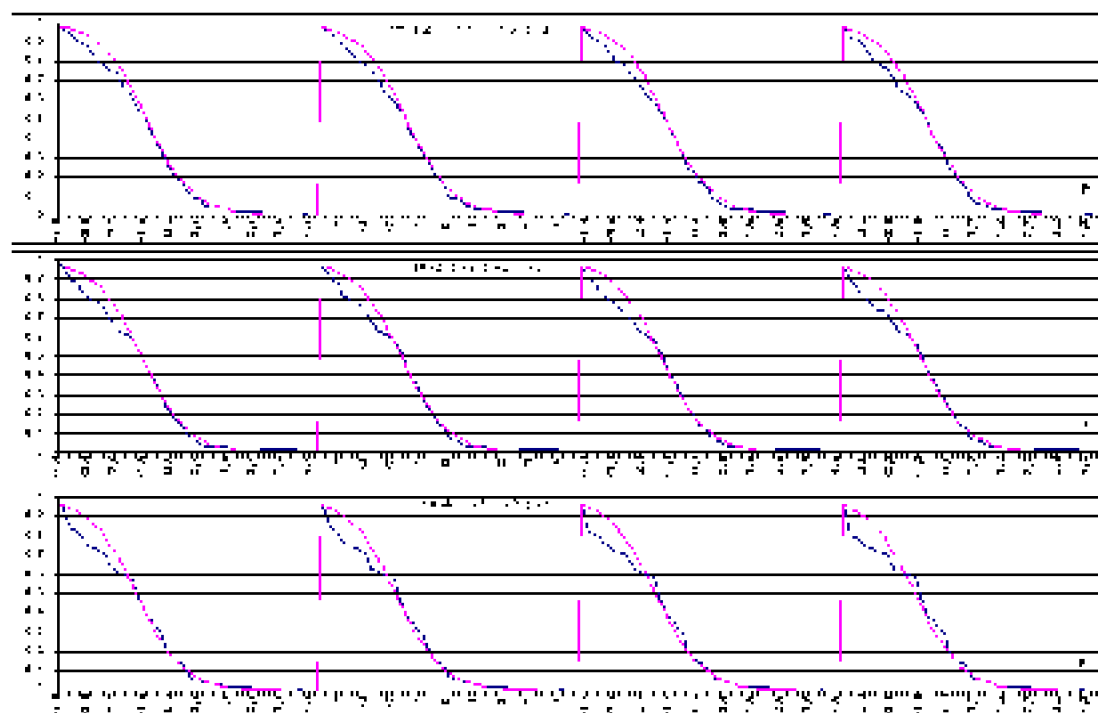
	E-coefficients	$\beta$ coefficients	$\Delta$ coefficients
$\Delta t$	0	0,21934072	0,0649376
$\Delta c$	0	0,83232211	0,9350624

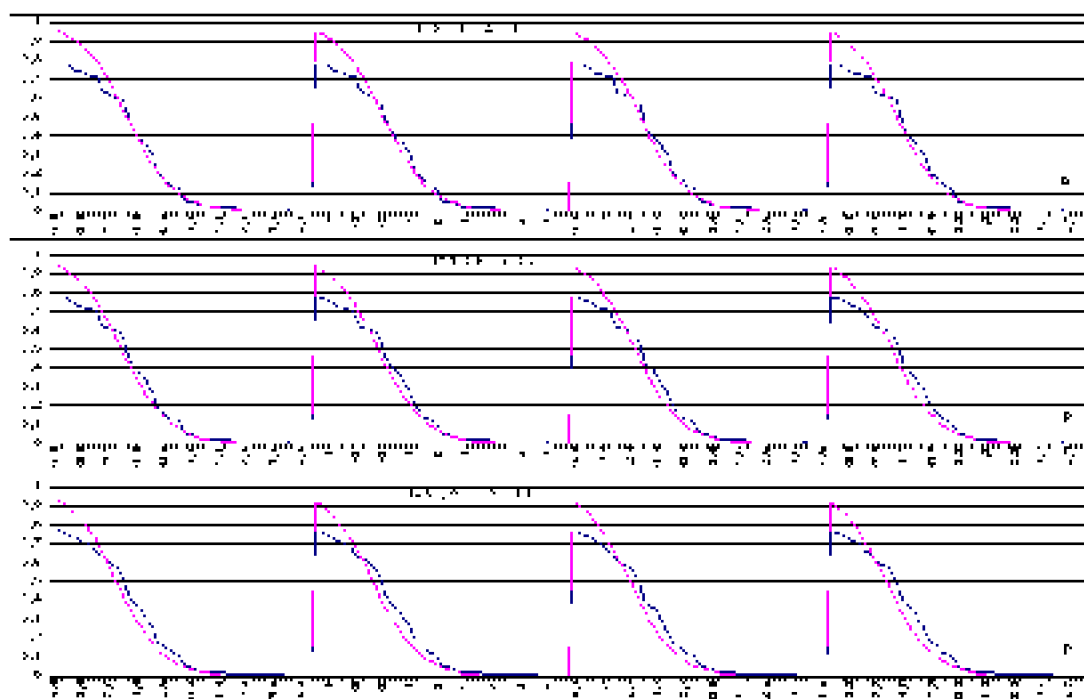
[illegible]

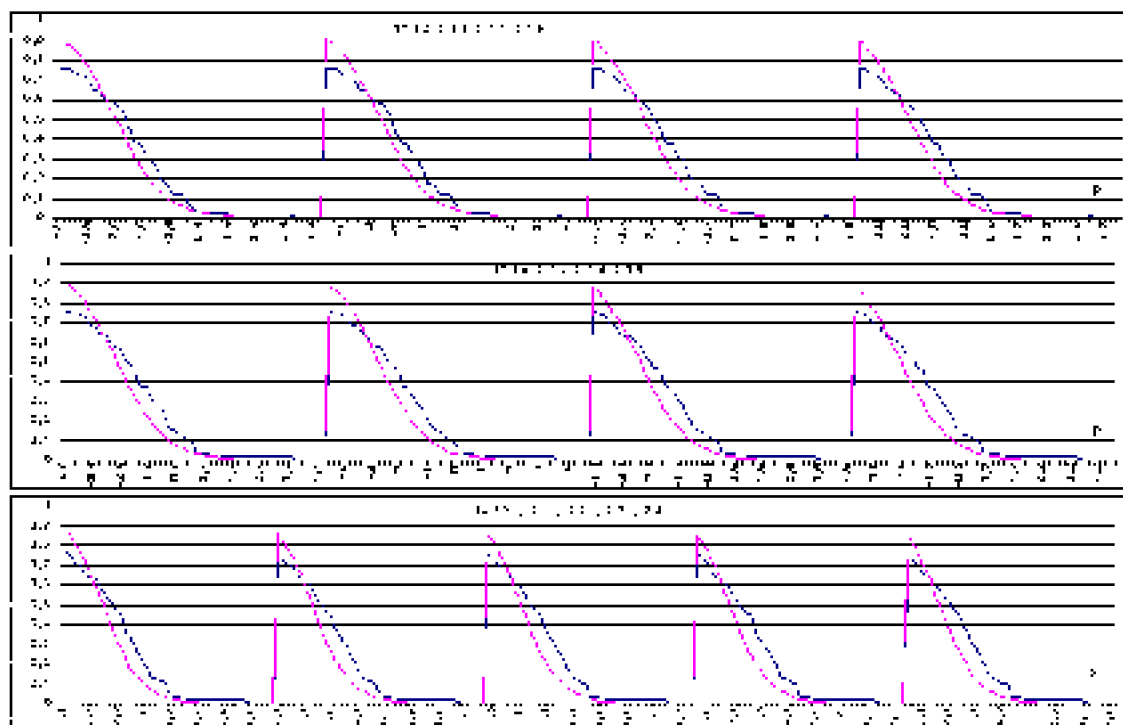
Part des TC pour les personnes possédant une VP  $\Delta t = t^{TC} - t^{VP}$ , min.



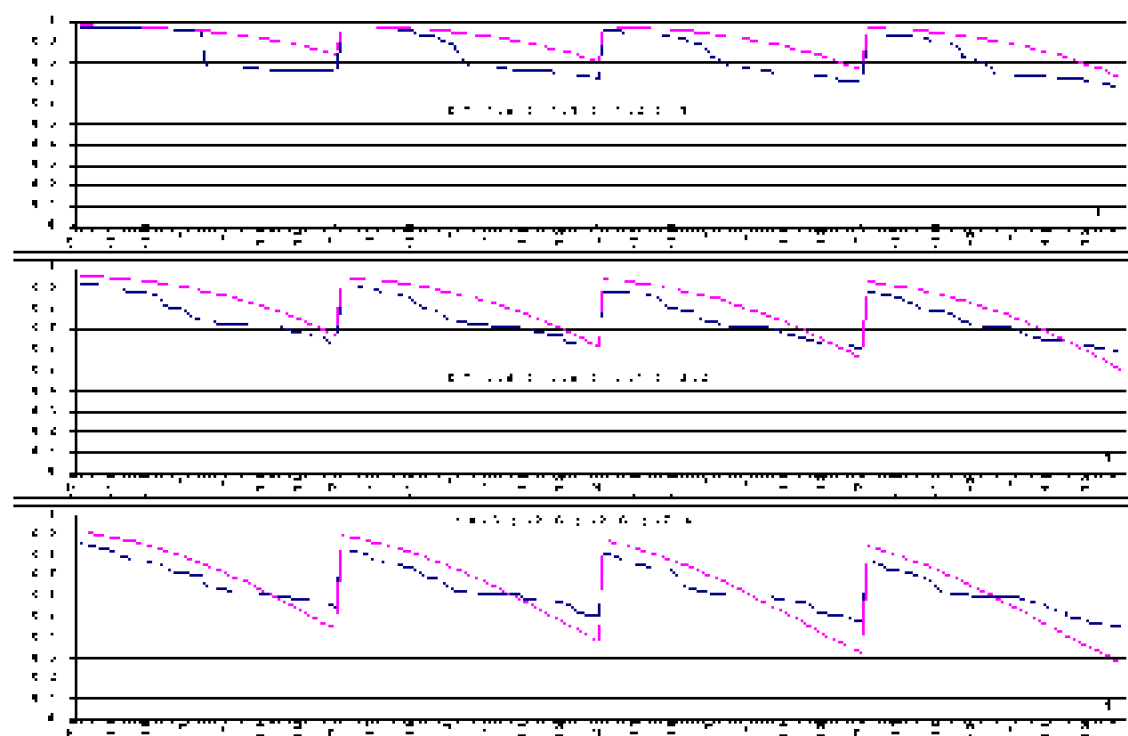
*Part de marché des TC : traitement des données des enquêtes ( ) et modèle ( )*

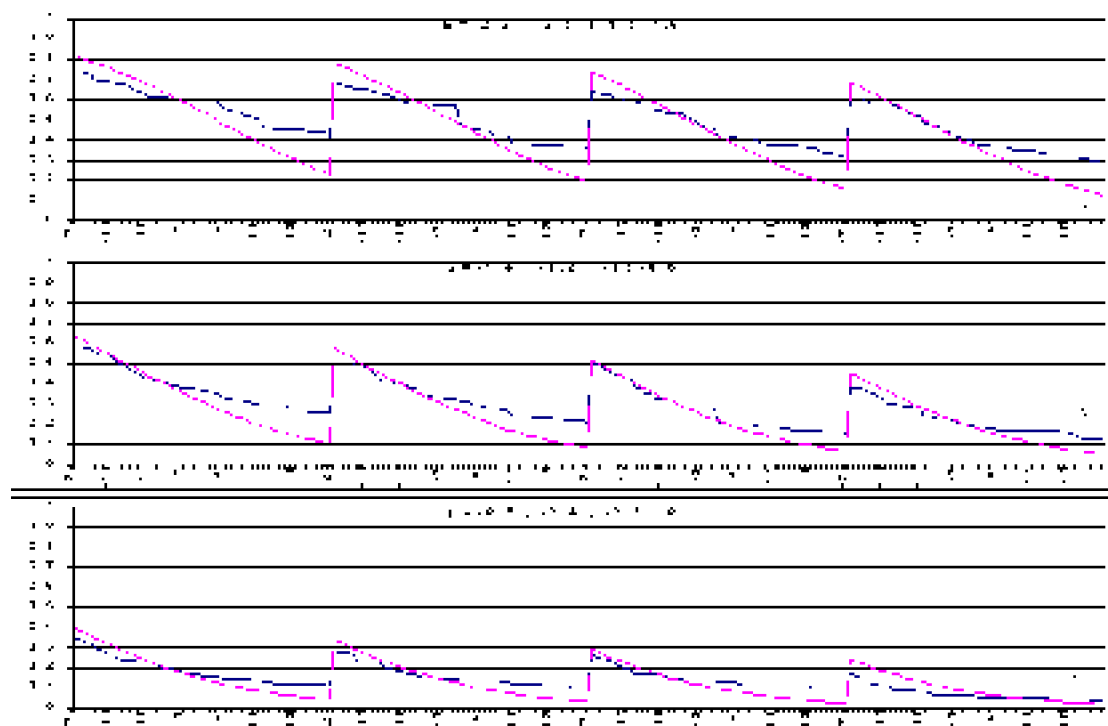


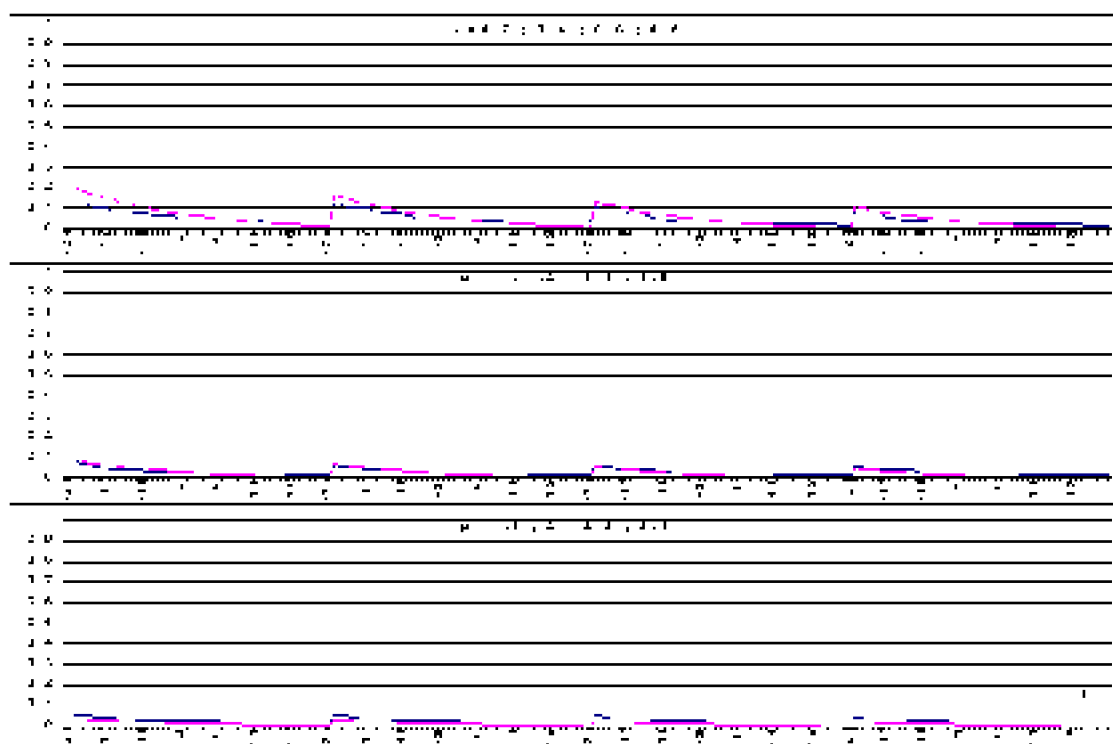


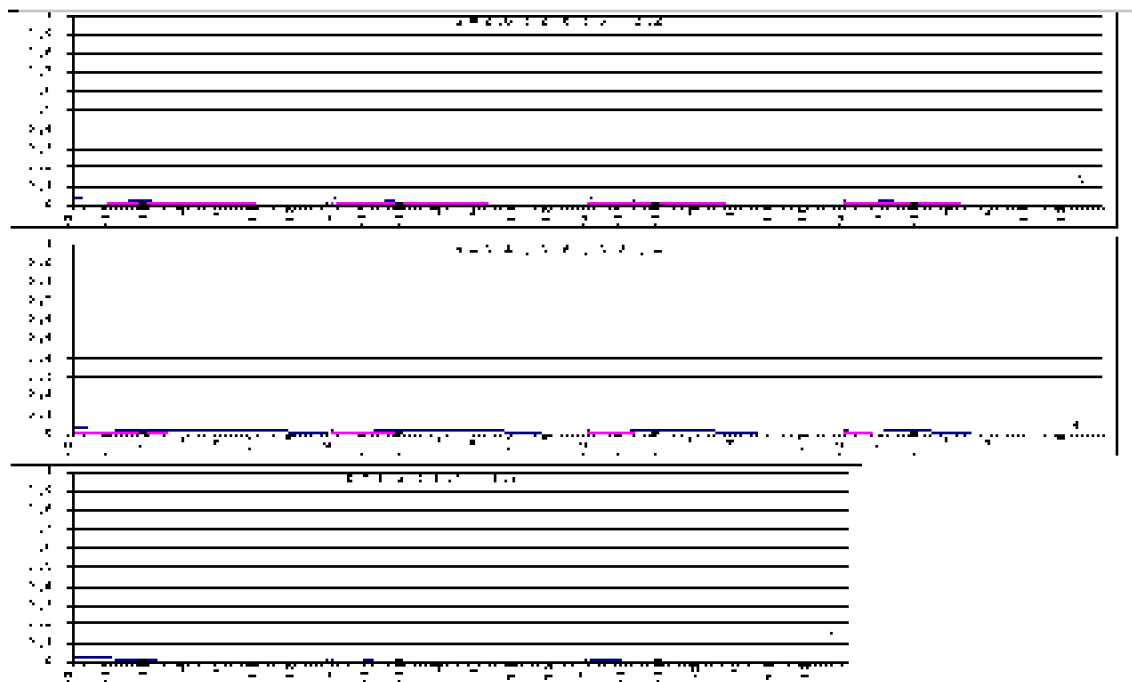












Paramètres du modèle (pour les personnes de 16 à 20 ans possédant une automobile).

La dépendance entre  $\Delta t$  et  $\Delta p$  :

$$\Delta p = a\Delta t + b$$

a moyen	-0,03958035
b moyen	-1,9972619

· Le modèle :

$$P^{TC} = \frac{1}{1 + e^{a_0 + a_1 \Delta t + a_2 \Delta p}}$$

$$\Delta t = t^{VP} - t^{TC}$$

$$\Delta p = p^{VP} - p^{TC},$$

transformé en :

$$\ln(P^{VP}/P^{TC}) = a_0 + a_1 \Delta t + a_2 \Delta p.$$

· Les paramètres :

$a_0 =$	4,849577
$a_1 =$	0,09351749
$a_2 =$	2,37177257

· Les coefficients de corrélation :

$r_{\Delta t \Delta c} =$	0
$r_{\Delta t \ln(PVP/PTC)} =$	0,18497492
$r_{\Delta c \ln(PVP/PTC)} =$	0,89994707
$R =$	0,91876028

Part des TC pour les personnes de 16 à 20 ans possédant une VP  $\Delta t = t^{TC} - t^{VP}$ , min.

	E-coefficients	$\beta$ coefficients	$\Delta$ coefficients
$\Delta t$	0	0,18497492	0,04053417
$\Delta c$	0	0,89994707	0,95946583

$$u = v = 0$$

Paramètres du modèle (pour les personnes de 20 à 30 ans possédant une automobile).

$$\Delta p = a\Delta t + b$$

a moyen	-0,05863739
b moyen	-3,00496377

- Le modèle :

$$P^{TC} = \frac{1}{1 + e^{a_0 + a_1 \Delta t + a_2 \Delta p}}$$

$$\Delta t = t^{VP} - t^{TC}$$

$$\Delta p = p^{VP} - p^{TC},$$

transformé en :

$$\ln(P^{VP}/P^{TC}) = a_0 + a_1 \Delta t + a_2 \Delta p.$$

· Les paramètres :

$a_0 =$	2,8850022
$a_1 =$	0,05679671
$a_2 =$	1,13497267

· Les coefficients de corrélation :

$r_{\Delta t \Delta c} =$	0
$r_{\Delta t \ln(PVP/PTC)} =$	0,21438438
$r_{\Delta c \ln(PVP/PTC)} =$	0,82182486
$R =$	0,84932725

Part des TC pour les personnes de 20 à 30 ans possédant une VP  $\Delta t = t^{TC} - t^{VP}$ , min.

	E-coefficients	$\beta$ coefficients	$\Delta$ coefficients
$\Delta t$	0	0,21438438	0,06371419
$\Delta c$	0	0,82182486	0,93628581

Part des TC pour les personnes de 20 à 30 ans possédant une VP  $\Delta t = t^{TC} - t^{VP}, \text{min}$

Part des TC pour les personnes de 20 à 30 ans possédant une VP  $\Delta t = t^{TC} - t^{VP}, \text{min}$ .

Paramètres du modèle (pour les personnes de 30 à 40 ans possédant une automobile).

La dépendance entre  $\Delta t$  et  $\Delta p$  :

$$\Delta p = a\Delta t + b$$

a moyen	-0,03764921
b moyen	-2,03590476

· Le modèle :



$$P^{TC} = \frac{1}{1 + e^{a_0 + a_1 \Delta t + a_2 \Delta p}}$$

$$\Delta t = t^{VP} - t^{TC}$$

$$\Delta p = p^{VP} - p^{TC},$$

transformé en :

$$\ln(P^{VP}/P^{TC}) = a_0 + a_1 \Delta t + a_2 \Delta p.$$

· Les paramètres :

$a_0 =$	4,80980401
$a_1 =$	0,0688696
$a_2 =$	1,95653394

· Les coefficients de corrélation :

$r_{\Delta t \Delta c} =$	0
$r_{\Delta t \ln(PVP/PTC)} =$	0,1641756
$r_{\Delta c \ln(PVP/PTC)} =$	0,89473074
$R =$	0,90966847

Part des TC pour les personnes de 30 à 40 ans possédant une VP  $\Delta t = t^{TC} - t^{VP}$ , min.

	E-coefficients	$\beta$ coefficients	$\Delta$ coefficients
$\Delta t$	0	0,1641756	0,03257249
$\Delta c$	0	0,89473074	0,96742751

$$\pi(\Gamma_1) = \pi(\Gamma_2) = \pi(\Gamma_3) = 1 - \epsilon$$

Paramètres du modèle (pour les personnes de 40 à 50 ans possédant une automobile).

$$\Delta p = a\Delta t + b$$

- Le modèle :

$$P^{TC} = \frac{1}{1 + e^{a_0 + a_1 \Delta t + a_2 \Delta p}}$$

$$\Delta t = t^{VP} - t^{TC}$$

$$\Delta p = p^{VP} - p^{TC},$$

transformé en :

$$\ln(P^{VP}/P^{TC}) = a_0 + a_1 \Delta t + a_2 \Delta p.$$

· Les paramètres :

$a_0 =$	6,18286654
$a_1 =$	0,02113974
$a_2 =$	2,13363467

· Les coefficients de corrélation :

$r_{\Delta t \Delta c} =$	0
$r_{\Delta t \ln(PVP/PTC)} =$	0,0468673
$r_{\Delta c \ln(PVP/PTC)} =$	0,90743242
$R =$	0,90864192

Part des TC pour les personnes de 40 à 50 ans possédant une VP  $\Delta t = t^{TC} - t^{VP}$ , min.

	E-coefficients	$\beta$ coefficients	$\Delta$ coefficients
$\Delta t$	0	0,0468673	0,00266045
$\Delta c$	0	0,90743242	0,99733955



$$P^{TC} = \frac{1}{1 + e^{a_0 + a_1 \Delta t + a_2 \Delta p}}$$

$$\Delta t = t^{VP} - t^{TC}$$

$$\Delta p = p^{VP} - p^{TC},$$

transformé en :

$$\ln(P^{VP}/P^{TC}) = a_0 + a_1 \Delta t + a_2 \Delta p.$$

- Les paramètres :

$a_0 =$	0,85811263
$a_1 =$	0,06441733
$a_2 =$	1,2485873

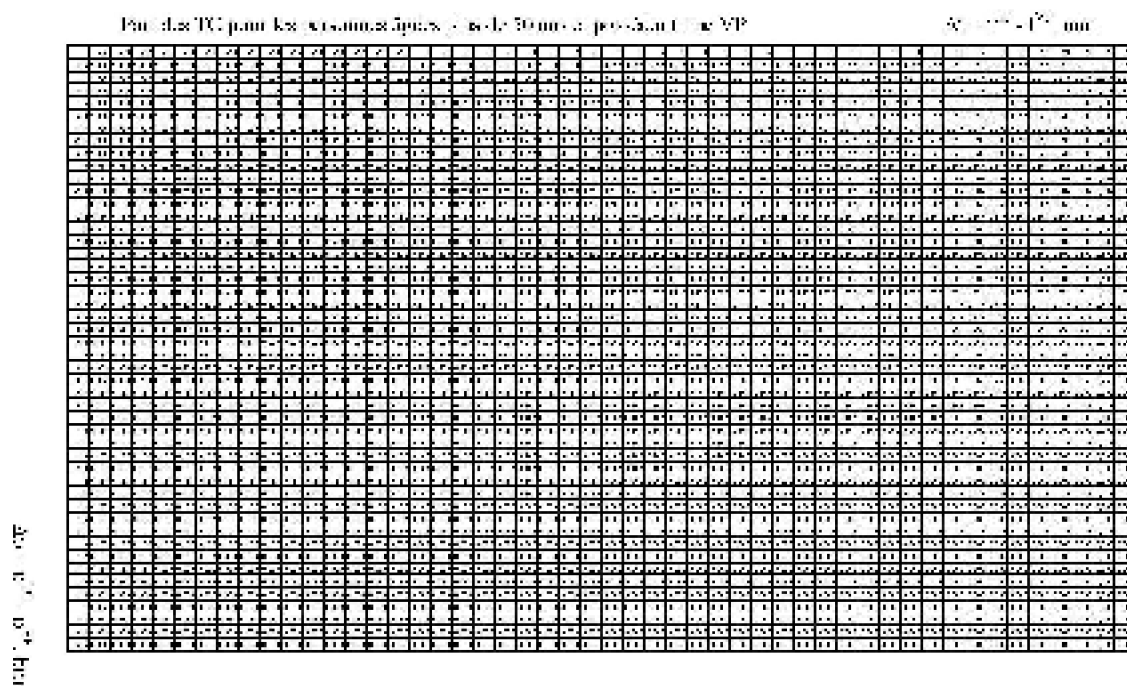
- Les coefficients de corrélation :

$r_{\Delta t \Delta c} =$	0
$r_{\Delta t \ln(PVP/PTC)} =$	0,2194533
$r_{\Delta c \ln(PVP/PTC)} =$	0,81598502
$R =$	0,84498006

**Part des TC pour les personnes âgées plus de 50 ans et possédant une VP  $\Delta t = t^{TC} - t^{VP}$ , min.**

	E-coefficients	$\beta$ coefficients	$\Delta$ coefficients
$\Delta t$	0	0,2194533	0,06745145
$\Delta c$	0	0,81598502	0,93254855

## Une modélisation de l'arbitrage entre voiture particulière et transport collectif :



Part des TC pour les personnes âgées plus de 50 ans et possédant une VP  $\Delta t = t^{TC} - t^{VP}$ , min.

Paramètres du modèle (pour les "hommes" possédant une automobile).

La dépendance entre  $\Delta t$  et  $\Delta p$  :

$$\Delta p = a\Delta t + b$$

a moyen	-0,05198103
b moyen	-2,44436985

· Le modèle :

$$P^{TC} = \frac{1}{1 + e^{a_0 + a_1 \Delta t + a_2 \Delta p}}$$

$$\Delta t = t^{VP} - t^{TC}$$

$$\Delta p = p^{VP} - p^{TC},$$

transformé en :

$$\ln(P^{VP}/P^{TC}) = a_0 + a_1 \Delta t + a_2 \Delta p.$$

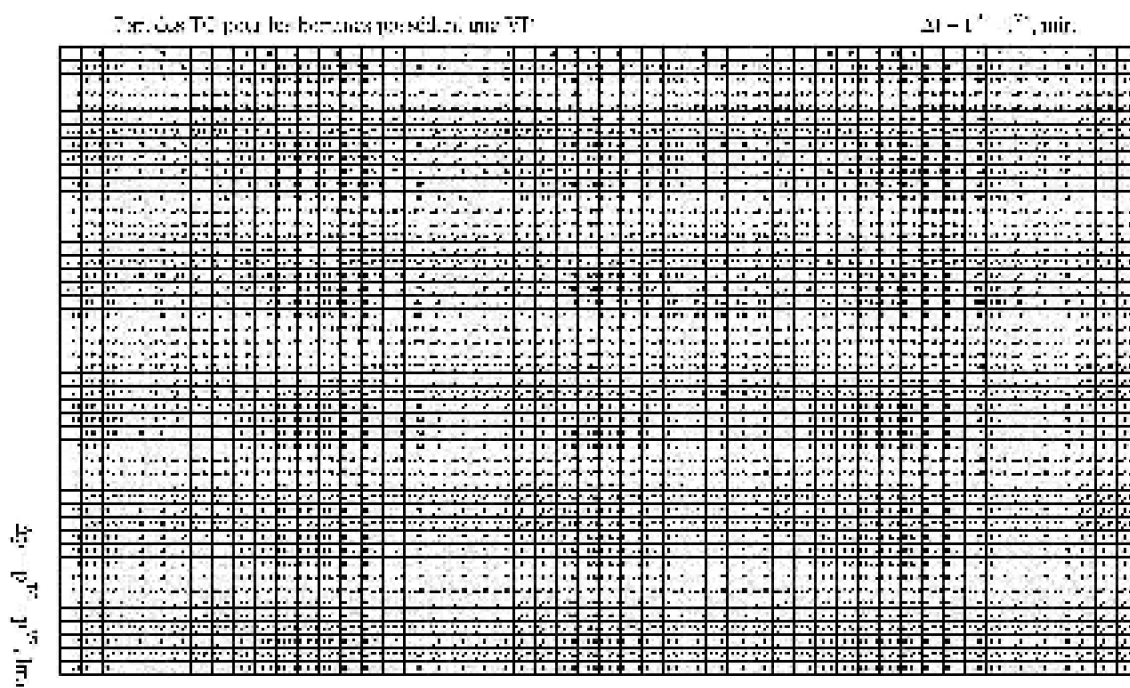
· Les paramètres :

$a_0 =$	2,35210033
$a_1 =$	0,05862188
$a_2 =$	1,13360518

· Les coefficients de corrélation :

$r_{\Delta t \Delta c} =$	0
$r_{\Delta t \ln(PVP/PTC)} =$	0,22101348
$r_{\Delta c \ln(PVP/PTC)} =$	0,81986948
$R =$	0,84913657

	E-coefficients	$\beta$ coefficients	$\Delta$ coefficients
$\Delta t$	0	0,22101348	0,06774581
$\Delta c$	0	0,81986948	0,93225419



Part des TC pour les hommes possédant une VP  $\Delta t = t^{TC} - t^{VP}$ , min.

Paramètres du modèle (pour les " femmes " possédant une automobile).

La dépendance entre  $\Delta t$  et  $\Delta p$  :

$$\Delta p = a\Delta t + b$$

a moyen	-0,03354105
b moyen	-2,14342857

· Le modèle :

$$P^{TC} = \frac{1}{1 + e^{a_0 + a_1 \Delta t + a_2 \Delta p}}$$



$$\Delta t = t^{VP} - t^{TC}$$

$$\Delta p = p^{VP} - p^{TC},$$

transformé en :

$$\ln(P^{VP}/P^{TC}) = a_0 + a_1 \Delta t + a_2 \Delta p.$$

- Les paramètres :

$a_0 =$	5,34931725
$a_1 =$	0,04702215
$a_2 =$	2,2363143

- Les coefficients de corrélation :

$r_{\Delta t \Delta c} =$	0
$r_{\Delta t \ln(PVP/PTC)} =$	0,10079524
$r_{\Delta c \ln(PVP/PTC)} =$	0,91959016
$R =$	0,9250977

**Part des TC pour les femmes possédant une VP  $\Delta t = t^{TC} - t^{VP}$ , min.**

	E-coefficients	$\beta$ coefficients	$\Delta$ coefficients
$\Delta t$	0	0,10079524	0,01187148
$\Delta c$	0	0,91959016	0,98812852

$$2\mathbf{I} - \mathbf{L}^T \mathbf{J}^T \mathbf{H} \mathbf{J} \mathbf{L}$$
$$\Delta p = a\Delta t + b$$

- Le modèle :

$$P^{TC} = \frac{1}{1 + e^{a_0 + a_1 \Delta t + a_2 \Delta p}}$$

$$\Delta t = t^{VP} - t^{TC}$$

$$\Delta p = p^{VP} - p^{TC},$$

transformé en :

$$\ln(P^{VP}/P^{TC}) = a_0 + a_1 \Delta t + a_2 \Delta p.$$

· Les paramètres :

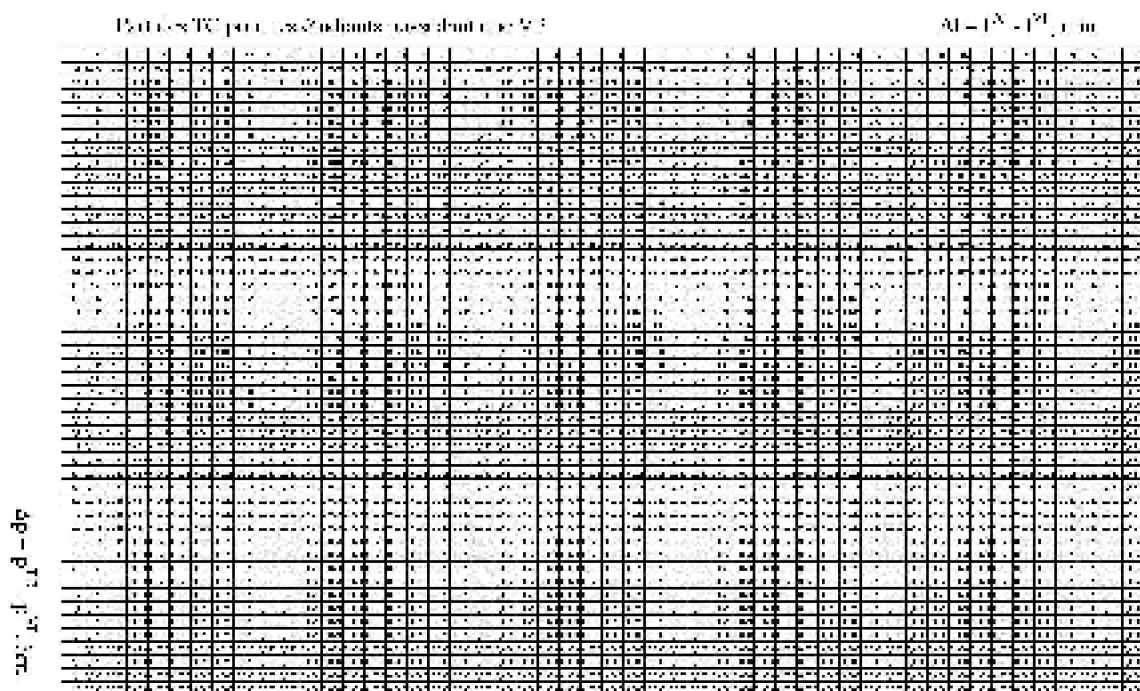
$a_0 =$	2,61124176
$a_1 =$	0,05514004
$a_2 =$	1,29069805

· Les coefficients de corrélation :

$r_{\Delta t \Delta c} =$	0
$r_{\Delta t \ln(PVP/PTC)} =$	0,1876242
$r_{\Delta c \ln(PVP/PTC)} =$	0,84250081
$R =$	0,86313988

Part des TC pour les étudiants possédant une VP  $\Delta t = t^{TC} - t^{VP}$ , min.

	E-coefficients	$\beta$ coefficients	$\Delta$ coefficients
$\Delta t$	0	0,1876242	0,04725147
$\Delta c$	0	0,84250081	0,95274853



Part des TC pour les étudiants possédant une VP  $\Delta t = t^{TC} - t^{VP}$ , min.

Paramètres du modèle (pour les “ travailleurs ” possédant une automobile).

La dépendance entre  $\Delta t$  et  $\Delta p$  :

$$\Delta p = a\Delta t + b$$

a moyen	-0,05265511
b moyen	-2,49353953

· Le modèle :

$$P^{TC} = \frac{1}{1 + e^{a_0 + a_1 \Delta t + a_2 \Delta p}}$$

$$\Delta t = t^{VP} - t^{TC}$$

$$\Delta p = p^{VP} - p^{TC},$$

transformé en :

$$\ln(P^{VP}/P^{TC}) = a_0 + a_1 \Delta t + a_2 \Delta p.$$

· Les paramètres :

$a_0 =$	5,25904113
$a_1 =$	0,06805333
$a_2 =$	2,21622889

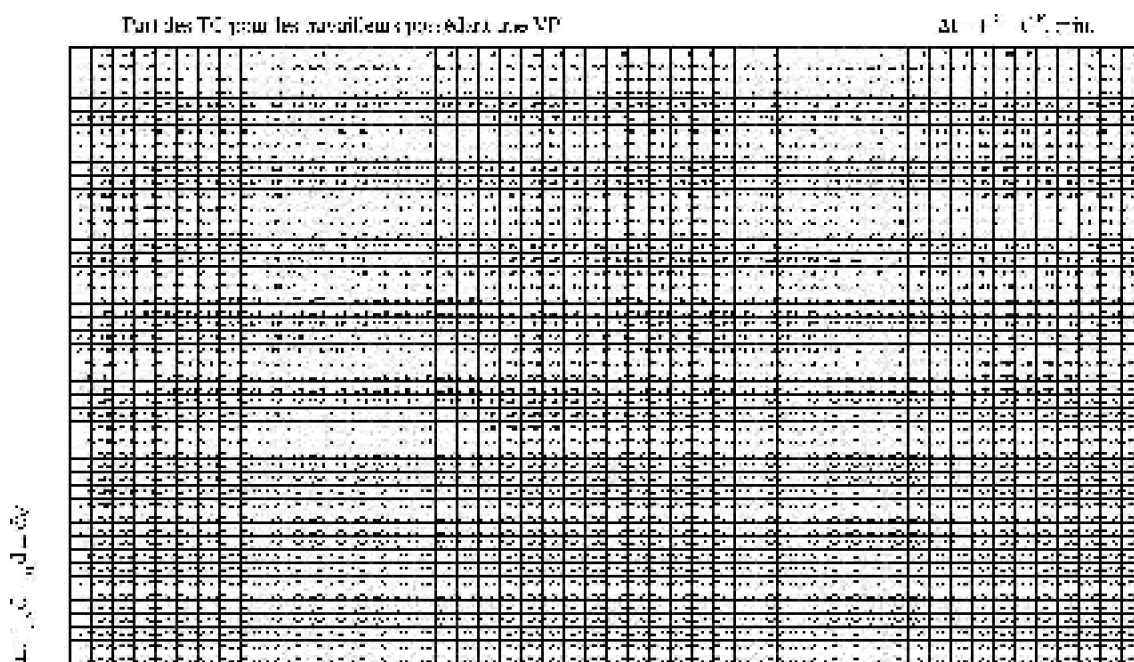
· Les coefficients de corrélation :

$r_{\Delta t \Delta c} =$	0
$r_{\Delta t \ln(PVP/PTC)} =$	0,14635608
$r_{\Delta c \ln(PVP/PTC)} =$	0,91432356
$R =$	0,9259631

**Part des TC pour les travailleurs possédant une VP  $\Delta t = t^{TC} - t^{VP}$ , min.**

	E-coefficients	$\beta$ coefficients	$\Delta$ coefficients
$\Delta t$	0	0,14635608	0,0249824
$\Delta c$	0	0,91432356	0,9750176

## Une modélisation de l'arbitrage entre voiture particulière et transport collectif :



Part des TC pour les travailleurs possédant une VP  $\Delta t = t^{TC} - t^{VP}, \text{ min.}$

Paramètres du modèle (pour les “ retraités ” possédant une automobile) – le cas n’est probablement pas caractéristique à cause de petit nombre d’observations.

La dépendance entre  $\Delta t$  et  $\Delta p$  :

$$\Delta p = a\Delta t + b$$

a moyen	-0,03133333
b moyen	1,80666667

· Le modèle :

$$P^{TC} = \frac{1}{1 + e^{a_0 + a_1 \Delta t + a_2 \Delta p}}$$

$$\Delta t = t^{VP} - t^{TC}$$

$$\Delta p = p^{VP} - p^{TC},$$

transformé en :

$$\ln(P^{VP}/P^{TC}) = a_0 + a_1 \Delta t + a_2 \Delta p.$$

· Les paramètres :

$a_0 =$	-2,8106937
$a_1 =$	0,03936661
$a_2 =$	1,76101344

· Les coefficients de corrélation :

$r_{\Delta t \Delta c} =$	0
$r_{\Delta t \ln(PVP/PTC)} =$	0,10300989
$r_{\Delta c \ln(PVP/PTC)} =$	0,88396997
$R =$	0,88995165

Part des TC pour les retraités possédant une VP  $\Delta t = t^{TC} - t^{VP}$ , min.

	E-coefficients	$\beta$ coefficients	$\Delta$ coefficients
$\Delta t$	0	0,10300989	0,01339754
$\Delta c$	0	0,88396997	0,98660246





$$P^{TC} = \frac{1}{1 + e^{a_0 + a_1 \Delta t + a_2 \Delta p}}$$

$$\Delta t = t^{VP} - t^{TC}$$

$$\Delta p = p^{VP} - p^{TC},$$

transformé en :

$$\ln(P^{VP}/P^{TC}) = a_0 + a_1 \Delta t + a_2 \Delta p.$$

· Les paramètres :

$a_0 =$	4,23650079
$a_1 =$	0,13994615
$a_2 =$	1,94149362

· Les coefficients de corrélation :

$r_{\Delta t \Delta c} =$	0
$r_{\Delta t \ln(PVP/PTC)} =$	0,31754554
$r_{\Delta c \ln(PVP/PTC)} =$	0,84509383
$R =$	0,90278389

Part des TC pour les chômeurs possédant une VP  $\Delta t = t^{TC} - t^{VP}$ , min.

	E-coefficients	$\beta$ coefficients	$\Delta$ coefficients
$\Delta t$	0	0,31754554	0,12372129
$\Delta c$	0	0,84509383	0,87627871

0-9-6-6

$$\Delta p = a\Delta t + b$$

- Le modèle :

$$P^{TC} = \frac{1}{1 + e^{a_0 + a_1 \Delta t + a_2 \Delta p}}$$

$$\Delta t = t^{VP} - t^{TC}$$

$$\Delta p = p^{VP} - p^{TC},$$

transformé en :

$$\ln(P^{VP}/P^{TC}) = a_0 + a_1 \Delta t + a_2 \Delta p.$$

· Les paramètres :

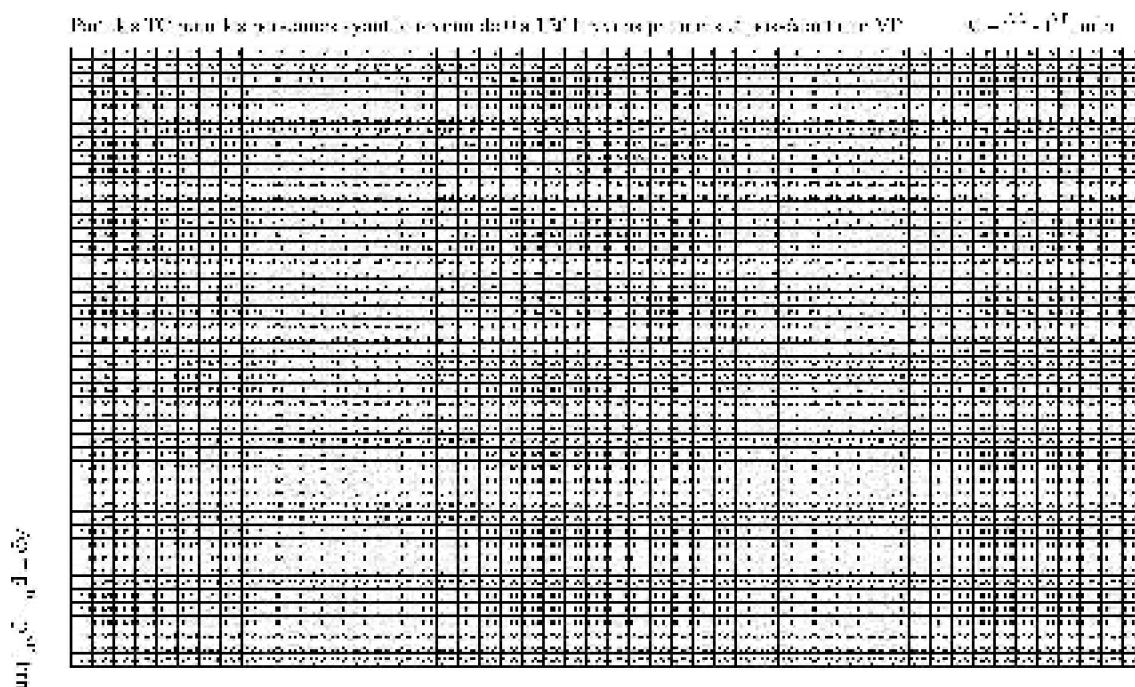
$a_0 =$	3,89536516
$a_1 =$	0,11680023
$a_2 =$	1,8247571

· Les coefficients de corrélation :

$r_{\Delta t \Delta c} =$	0
$r_{\Delta t \ln(PVP/PTC)} =$	0,28706618
$r_{\Delta c \ln(PVP/PTC)} =$	0,86033441
$R =$	0,90696322

**Part des TC pour les personnes ayant le revenu de 0 à 120 hryvnas par mois et possédant une VP  $\Delta t = t^{TC} - t^{VP}$ , min.**

	E-coefficients	$\beta$ coefficients	$\Delta$ coefficients
$\Delta t$	0	0,28706618	0,10018085
$\Delta c$	0	0,86033441	0,89981915



Part des TC pour les personnes ayant le revenu de 0 à 120 hryvnas par mois et possédant une VP  $\Delta t = t^{TC} - t^{VP}$ , min.

Paramètres du modèle (pour les personnes ayant le revenu de 120 à 240 hryvnas par mois et possédant une automobile).

La dépendance entre  $\Delta t$  et  $\Delta p$  :

$$\Delta p = a\Delta t + b$$

a moyen	-0,02563493
b moyen	-1,99784337

· Le modèle :

$$P^{TC} = \frac{1}{1 + e^{a_0 + a_1 \Delta t + a_2 \Delta p}}$$

$$\Delta t = t^{VP} - t^{TC}$$

$$\Delta p = p^{VP} - p^{TC},$$

transformé en :

$$\ln(P^{VP}/P^{TC}) = a_0 + a_1 \Delta t + a_2 \Delta p.$$

· Les paramètres :

$a_0 =$	5,64957421
$a_1 =$	0,04411254
$a_2 =$	2,29439411

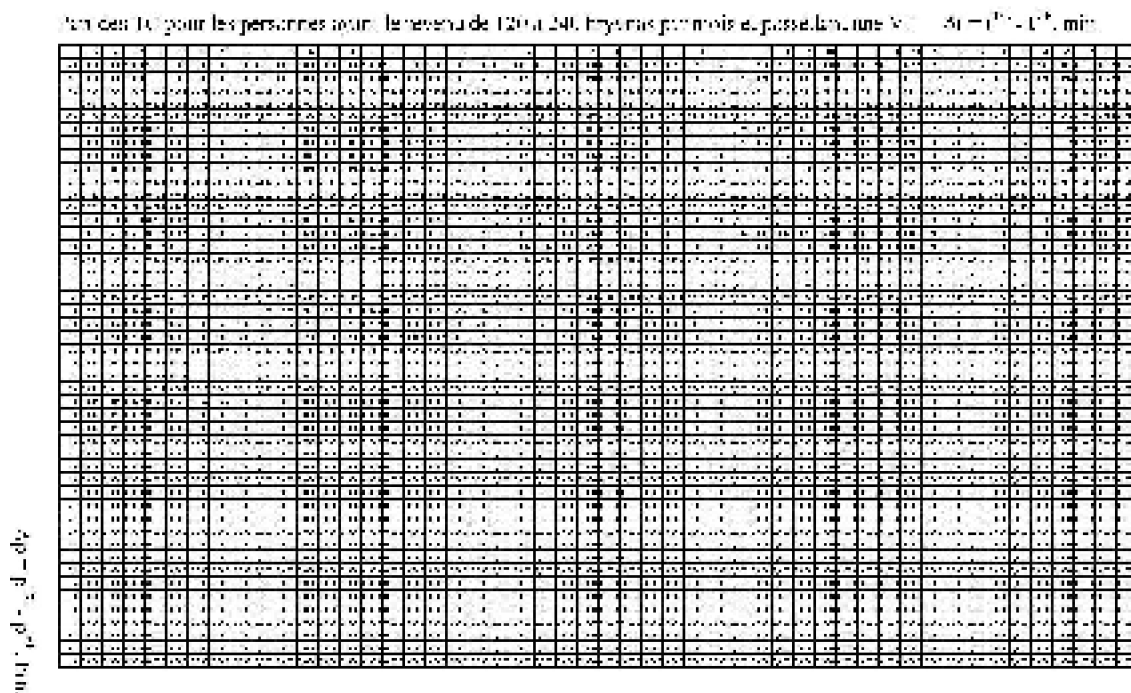
· Les coefficients de corrélation :

$r_{\Delta t \Delta c} =$	0
$r_{\Delta t \ln(PVP/PTC)} =$	0,09135475
$r_{\Delta c \ln(PVP/PTC)} =$	0,91150907
$R =$	0,91607558

Part des TC pour les personnes ayant le revenu de 120 à 240 hryvnas par mois et possédant une VP  $\Delta t = t^{TC} - t^{VP}$ , min.

	E-coefficients	$\beta$ coefficients	$\Delta$ coefficients
$\Delta t$	0	0,09135475	0,00994488
$\Delta c$	0	0,91150907	0,99005512

## Une modélisation de l'arbitrage entre voiture particulière et transport collectif :



Part des TC pour les personnes ayant le revenu de 120 à 240 hryvnas par mois et possédant une VP  $\Delta t = t^{TC} - t^{VP}$ , min.

Paramètres du modèle (pour les personnes ayant le revenu de 240 à 360 hryvnas par mois et possédant une automobile).

La dépendance entre  $\Delta t$  et  $\Delta p$  :

$$\Delta p = a\Delta t + b$$

a moyen	-0,06145854
b moyen	-2,71990196

· Le modèle :

$$P^{TC} = \frac{1}{1 + e^{a_0 + a_1 \Delta t + a_2 \Delta p}}$$

$$\Delta t = t^{VP} - t^{TC}$$

$$\Delta p = p^{VP} - p^{TC},$$

transformé en :

$$\ln(P^{VP}/P^{TC}) = a_0 + a_1 \Delta t + a_2 \Delta p.$$

· Les paramètres :

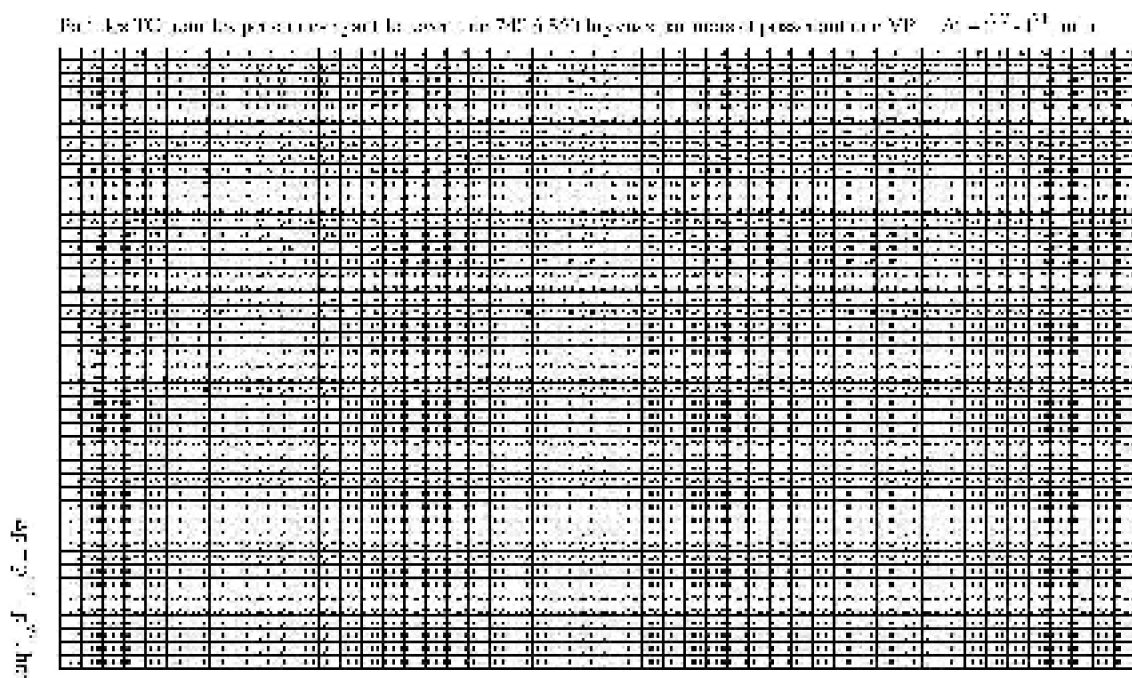
$a_0 =$	5,49322668
$a_1 =$	0,06241851
$a_2 =$	2,19902497

· Les coefficients de corrélation :

$r_{\Delta t \Delta c} =$	0
$r_{\Delta t \ln(PVP/PTC)} =$	0,13395157
$r_{\Delta c \ln(PVP/PTC)} =$	0,90529155
$R =$	0,91514797

Part des TC pour les personnes ayant le revenu de 240 à 360 hryvnas par mois et possédant une VP  $\Delta t = t^{TC} - t^{VP}$ , min.

	E-coefficients	$\beta$ coefficients	$\Delta$ coefficients
$\Delta t$	0	0,13395157	0,02142461
$\Delta c$	0	0,90529155	0,97857539



Part des TC pour les personnes ayant le revenu de 240 à 360 hryvnas par mois et possédant une VP  $\Delta t = t_{TC} - t_{VP}$ , min.

Paramètres du modèle (pour les personnes ayant le revenu de 360 à 480 hryvnas par mois et possédant une automobile).

La dépendance entre  $\Delta t$  et  $\Delta p$  :

$$\Delta p = a\Delta t + b$$

a moyen	-0,04834838
b moyen	-1,72587879

· Le modèle :



$$P^{TC} = \frac{1}{1 + e^{a_0 + a_1 \Delta t + a_2 \Delta p}}$$

$$\Delta t = t^{VP} - t^{TC}$$

$$\Delta p = p^{VP} - p^{TC},$$

transformé en :

$$\ln(P^{VP}/P^{TC}) = a_0 + a_1 \Delta t + a_2 \Delta p.$$

· Les paramètres :

$a_0 =$	1,25961982
$a_1 =$	0,07256635
$a_2 =$	1,19931286

· Les coefficients de corrélation :

$r_{\Delta t \Delta c} =$	0
$r_{\Delta t \ln(PVP/PTC)} =$	0,2463888
$r_{\Delta c \ln(PVP/PTC)} =$	0,78116377
$R =$	0,81909968

Part des TC pour les personnes ayant le revenu de 360 à 480 hryvnas par mois et possédant une VP  $\Delta t = t^{TC} - t^{VP}$ , min.

	E-coefficients	$\beta$ coefficients	$\Delta$ coefficients
$\Delta t$	0	0,2463888	0,0904833
$\Delta c$	0	0,78116377	0,9095167

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275	276	277	278	279	280	281	282	283	284	285	286	287	288	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336	337	338	339	340	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350	351	352	353	354	355	356	357	358	359	360	361	362	363	364	365	366	367	368	369	370	371	372	373	374	375	376	377	378	379	380	381	382	383	384	385	386	387	388	389	390	391	392	393	394	395	396	397	398	399	400	401	402	403	404	405	406	407	408	409	410	411	412	413	414	415	416	417	418	419	420	421	422	423	424	425	426	427	428	429	430	431	432	433	434	435	436	437	438	439	440	441	442	443	444	445	446	447	448	449	450	451	452	453	454	455	456	457	458	459	460	461	462	463	464	465	466	467	468	469	470	471	472	473	474	475	476	477	478	479	480	481	482	483	484	485	486	487	488	489	490	491	492	493	494	495	496	497	498	499	500	501	502	503	504	505	506	507	508	509	510	511	512	513	514	515	516	517	518	519	520	521	522	523	524	5
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	---

三、

$$\Delta p = a\Delta t + b$$

a moyen	-0,04297279
b moyen	-3.685

protégé en vertu de la loi du droit d'auteur.

$$P^{TC} = \frac{1}{1 + e^{a_0 + a_1 \Delta t + a_2 \Delta p}}$$

$$\Delta t = t^{VP} - t^{TC}$$

$$\Delta p = p^{VP} - p^{TC},$$

transformé en :

$$\ln(P^{VP}/P^{TC}) = a_0 + a_1 \Delta t + a_2 \Delta p.$$

· Les paramètres :

$a_0 =$	5,00446289
$a_1 =$	0,06405011
$a_2 =$	1,97775306

· Les coefficients de corrélation :

$r_{\Delta t \Delta c} =$	0
$r_{\Delta t \ln(PVP/PTC)} =$	0,1472986
$r_{\Delta c \ln(PVP/PTC)} =$	0,87251864
$R =$	0,88486477

**Part des TC pour les personnes ayant le revenu de 480 à 600 hryvnas par mois et possédant une VP  $\Delta t = t^{TC} - t^{VP}$ , min.**

	E-coefficients	$\beta$ coefficients	$\Delta$ coefficients
$\Delta t$	0	0,1472986	0,02771044
$\Delta c$	0	0,87251864	0,97228956

Paramètres du modèle (pour les personnes ayant le revenu plus de 600 hryvnas par mois et possédant une automobile).

La dépendance entre  $\Delta t$  et  $\Delta p$  :

$$\Delta p = a \Delta t + b$$

a moyen	-0,0656895
b moyen	-4,30707071

· Le modèle :

$$P^{TC} = \frac{1}{1 + e^{a_0 + a_1 \Delta t + a_2 \Delta p}}$$

$$\Delta t = t^{VP} - t^{TC}$$

$$\Delta p = p^{VP} - p^{TC},$$

transformé en :

$$\ln(P^{VP}/P^{TC}) = a_0 + a_1 \Delta t + a_2 \Delta p.$$

- Les paramètres :

$a_0 =$	5,65252554
$a_1 =$	0,04605921
$a_2 =$	1,92552523

- Les coefficients de corrélation :

$r_{\Delta t \Delta c} =$	0
$r_{\Delta t \ln(PVP/PTC)} =$	0,11038075
$r_{\Delta c \ln(PVP/PTC)} =$	0,88521744
$R =$	0,89207277

	E-coefficients	$\beta$ coefficients	$\Delta$ coefficients
$\Delta t$	0	0,11038075	0,01531038
$\Delta c$	0	0,88521744	0,98468962

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	8												

protégé en vertu de la loi du droit d'auteur.