

## **Analyse des facteurs caractérisant les déplacements structure spatiale des flux et choix modaux**

Une fois le motif fixé et le déplacement décidé, l'individu se trouve placé devant un éventail de possibilités, sur sa destination, le mode de transport qu'il doit choisir, et l'itinéraire qu'il doit emprunter. Les choix qu'il réalise alors vont, à terme, caractériser l'ensemble de son déplacement. Par agrégation de ces choix individuels, une structure spatiale des flux de voyageurs va alors se dessiner et la répartition des usagers par mode va apparaître.

La compréhension de ces processus de choix, individuels ou collectifs, s'opère grâce à un panel de méthodologies. Dans l'analyse à proprement parler du déplacement, deux approches s'opposent et se complètent. L'approche agrégée d'une part, qui a pour base de réflexion des groupes d'individus présentant certaines caractéristiques communes, et l'approche désagrégée d'autre part, qui identifie l'individu comme pierre angulaire de l'analyse de la mobilité. Nous nous proposons d'étudier successivement ces deux approches, leurs avantages et inconvénients, ainsi que leurs champs respectifs d'application.

## **1. Approche agrégée**

L'approche agrégée, en terme de modélisation, est basée sur l'analyse des comportements globaux. Elle s'appuie sur l'individu en tant que partie d'un groupe pour identifier, décrire et expliquer des comportements typiques [Huet, 2005]. Il est alors important de définir avec précision les paramètres d'agrégation afin d'assurer une bonne adéquation entre les données disponibles et les résultats attendus [CEMAGREF, 2006]. Cette méthodologie s'appuie, dans notre cas, sur l'analyse de variables agrégées caractérisant les déplacements, et exprime les dynamiques qui lient ces variables à la mobilité des individus.

Ces territoires d'application sont divers et se regroupent en deux grands types : la simulation de trafic interurbain, et la simulation de trafic intra urbain. Il est souvent admis que la simulation du trafic interurbain pose moins de problèmes que celle du trafic urbain. En réalité, l'observation et la compréhension du trafic hors agglomération présentent également de véritables défis. La quantification et l'affectation au réseau des déplacements paraissent en effet plus aisées qu'à travers un tissu urbain en ce qui concerne les motifs classiques de déplacement que sont le travail et les études. La compréhension des déplacements secondaires ou pour d'autres motifs pose quant à elle des difficultés que la recherche n'a encore que peu explorées.

Toutefois, la simulation de trafic dans son ensemble, en milieu urbain, pose des problèmes plus divers que le trafic interurbain. Il existe en effet une multitude d'itinéraires possibles entre chaque origine et chaque destination ; les temps de déplacement sont fonction de beaucoup plus de facteurs différents qu'en milieu non urbain ; et de nombreux modes de transports se trouvent plus aisément en concurrence.

Toutefois, tout comme les modèles de trafic interurbain trouvent parfois leur utilisation dans la prévision de trafic intra urbain, les modèles conçus pour simuler et prévoir le trafic en zones urbaines peuvent souvent être employés dans un cadre plus large.

En conséquence, nous présenterons ici les différents types de modèles, en fonction de leur champ d'application et non en fonction de leur territoire cible.

### **1.1. Détermination de la distribution spatiale des émissions et attractions**

Plusieurs méthodologies sont employées, selon le contexte et les données disponibles, pour simuler la distribution des déplacements dans l'espace.

- Le modèle gravitaire

Le modèle gravitaire découle directement de la loi d'interaction gravitationnelle d'Isaac Newton qui postule que deux corps disposant d'une masse quelconque exercent une force d'attraction réciproque. La puissance de la force attractive est proportionnelle aux masses  $m_1$  et  $m_2$  des deux corps, inversement au carré de la distance  $d$ .

$$F = G \cdot m_1 \cdot m_2 / d^2$$

Les déplacements dont l'origine ou la destination sont situés dans une zone sont donc décrits, au départ, comme une fonction de la population des zones d'origine et de destination du déplacement, et de la distance qui les sépare. Différentes modifications ont été apportées par la suite au premier modèle gravitaire, appliqué à l'interaction spatiale par Ravenstein à la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle. Ce dernier tentait de quantifier le nombre de migrants des campagnes vers les villes industrielles anglaises.

Les principales modifications apportées, au-delà de l'ajout de facteurs de pondération, ont été la substitution des variables. Tout d'abord en remplaçant les données de population par les variables explicatives d'émissivité et d'attractivité, puis en modifiant la mesure des distances en prenant en compte divers facteurs de rugosité de l'espace (effets de frontière par exemple) [Barbet, 2002]. Enfin, certains modèles ont tenté d'intégrer la position relative des zones d'émission et d'attraction.

Giuseppe Pini, qui a retracé l'évolution de la modélisation gravitaire en sciences humaines<sup>7</sup>, voit ces différentes évolutions comme une « dénaturation du modèle, qui s'explique par une préférence des planificateurs pour les meilleures propriétés déductives plutôt que pour une justification théorique ».

---

<sup>7</sup> PINI, G., (1992) L'interaction spatiale, Encyclopédie de Géographie, Economica, pp 557 - 576

- Les modèles des facteurs de croissance

Les modèles des facteurs de croissance ne sont pas propres au trafic interurbain mais y trouvent leur utilisation la plus fréquente et surtout la plus adaptée. Ce modèle se pose comme un modèle de prévision à court terme du trafic entre deux zones. Il prend pour hypothèse de base que l'évolution du trafic est régie par une loi de proportionnalité.

Il est traduit formellement par :

$$T_{ij}^{t+1} = T_{ij}^t \cdot A$$

Où  $T_{ij}^{t+1}$  représente le trafic au temps t+1,  $T_{ij}^t$  le trafic au temps t et A le facteur de croissance sur la période envisagée [Cornelis et al, 2003].

A peut être construit à partir de différentes hypothèses :

- Dans le cas du trafic urbain, on admet souvent que A peut-être défini par la croissance moyenne du trafic dans l'ensemble de la ville. C'est souvent le manque de données qui conditionne l'utilisation de ce type de modèle. Dans le cas où on connaît le détail spatial de l'augmentation du trafic, A est défini par la croissance du trafic dans les zones i et j par rapport à l'augmentation de celle de la ville :

$$T_{ij}^{t+1} = T_{ij}^t \cdot \frac{F_i \cdot F_j}{F} \quad \text{avec } A = \frac{F_i \cdot F_j}{F}$$

Avec  $F_i$ ,  $F_j$  et  $F$  qui représentent respectivement les facteurs de croissance de trafic des zones i, j et de la ville dans son ensemble.

- Dans le cas du trafic interurbain, on considère que l'augmentation du trafic est proportionnelle à la croissance du trafic dans les zones i et j :

$$T_{ij}^{t+1} = T_{ij}^t \cdot \frac{F_i \cdot F_j}{2}$$

- Les modèles d'opportunité

Les modèles d'opportunité fonctionnent à l'échelle de l'individu. Il s'agit de la première orientation conduisant aux modèles dits désagrégés que nous aborderons par la suite. Ces modèles ont été élaborés dès les années 50 et se basent sur la rationalité de l'individu. Chaque destination se voit affecter une probabilité d'être choisie par l'individu selon sa distance au point de départ et le degré d'opportunité de satisfaire au besoin du déplacement. La distance ici est rarement prise en

compte sous l'angle purement géométrique mais est plus souvent basée sur les notions de coût et de temps généralisés.

## **1.2. Répartition des déplacements en fonction du mode de transport utilisé**

La compréhension et la description, voire la prévision du choix modal s'opèrent principalement, comme pour l'analyse des facteurs à l'origine du déplacement, par l'intermédiaire du modèle normatif, concernant l'approche agrégée.

Le modèle normatif

Le principe de fonctionnement des modèles normatifs appliqué au choix modal est comparable à celui déjà évoqué concernant la génération des déplacements. Il consiste à définir une norme qualifiant la répartition modale et d'appliquer cette norme à un territoire d'étude. On distingue généralement des groupes de déplacements, fonction de la pénibilité du trajet et de leur destination. On différencie alors les destinations situées sur des axes structurants des destinations périphériques.

On rencontre parfois des normes non linéaires établissant la répartition modale à partir de la mise en concurrence des différents modes de transport [CETUR, 1990].

Formellement, dans le cas d'une étude prenant en compte les modes transport en commun et voiture personnelle, la répartition modale est fonction de :

$$rep = \frac{\text{Coût généralisé TC}}{\text{Coût généralisé VP}}$$

Le coût généralisé lié à un mode de transport peut être identifié comme la spécification d'un trajet. Cette spécification dépend des caractéristiques de coût, de temps et de confort du trajet. C'est donc la somme pondérée de ces différents facteurs qui détermine le coût généralisé d'un mode de transport pour un trajet identifié.

On retrouve pour ces modèles les mêmes problèmes d'application déjà vus dans le cas des modèles de prévision de déplacements. Il est nécessaire de disposer d'une norme établie sur un territoire comparable au territoire d'étude. En conséquence, l'utilisation de ces modèles reste souvent cantonnée aux études ne disposant pas de données suffisantes pour appliquer d'autre type de modélisation.

On considère que le choix du mode relève de trois groupes de variables explicatives, entrant en considération dans la conception du coût généralisé :

- les variables qualifiant l'offre de transport
- les caractéristiques du déplacement (pénibilité du trajet : longueur, engorgement, qualité de la voie empruntée)
- les caractéristiques de l'individu ou du ménage

Nous nous proposons de détailler le contenu de ces différents groupes de variables et ainsi identifier les données nécessaires à la formalisation du choix modal.

- L'offre de transport

L'offre de transport, classiquement limitée aux notions de temps et de coût, est en fait à aborder sous un angle beaucoup plus large. Ces données présentent l'avantage certain de paraître assez aisément mesurables et objectivables. Ce point peut pourtant être soumis à débat : la notion de coût pose tout d'abord un problème lié à la perception de l'individu. Le coût à prendre en compte n'est pas nécessairement le coût réel du déplacement mais le coût ressenti par l'individu mobile. L'automobile en fournit le cas le plus évident avec un coût ressenti par l'individu n'incluant souvent que les coûts d'usage direct (péage, éventuellement essence si l'achat de carburant est lié au déplacement) [Orfeuill, 1996].

La notion de temps, quant à elle, n'est pas plus facile à cerner, le temps de déplacement intervenant dans le processus de décision de l'individu étant un temps perçu. Des enquêtes réalisées auprès d'usagers des transports publics révèlent par exemple que les temps de marche ou d'attente sont perçus comme étant au moins deux fois plus pénibles que les temps en véhicule. C'est pourquoi le temps absolu n'est que peu représentatif du temps pris en compte par l'individu dans sa décision. Le temps de parcours peut alors être estimé par décomposition des différents temps élémentaires perçus par l'individu mobile comme homogènes, puis par affectation de facteurs pondérateurs à chacun de ces temps. On obtient ainsi un temps « pénibilisé » [Lichère, Raux, 1997b].

Les perceptions de coût et de temps rencontrent également un problème vis-à-vis de l'heure à laquelle elles sont mesurées. En effet, si les temps et les coûts perçus sont différents en fonctions des

différents temps élémentaires constituant le déplacement, ils varient également selon que le trajet s'effectue dans un trafic dense ou avec une fréquence très faible des transports en commun. On oppose ainsi couramment période de pointe et reste de la journée. « En période de pointe [...], les performances des transports collectifs sont généralement meilleures que le reste de la journée du fait d'une meilleure fréquence. En revanche, pour l'automobile la période de pointe est synonyme de congestion, généralement absente le reste de la journée. » [LET, MVA, IMTrans, 2000].

L'offre de stationnement qualifie également et de manière déterminante l'offre de transport. Les travaux de Kaumann et Guidez sur le sujet résument parfaitement l'importance de ce facteur dans le choix modal d'un déplacement. [Kaufmann, Guidez, 1996]. Certains travaux ont mis en évidence, par exemple, une plus forte propension à utiliser un véhicule personnel de la part des individus bénéficiant d'une place de stationnement réservée sur leur lieu de travail. Ainsi, le stationnement est vécu comme une contrainte à laquelle doit se soumettre l'automobiliste, pour peu que son lieu de stationnement corresponde à sa destination [Pezzoli, 2001].

Cette notion du temps pénalisé tout comme les facilités de stationnement introduit un autre critère important dans le processus décisionnel inhérent au mode de déplacement, celui du confort. Le coût et le temps peuvent rationnellement pousser un individu à choisir un mode de transport qui sera pourtant négligé au profit d'un mode répondant plus exactement à ses attentes d'agrément. Un individu va préférer sa voiture personnelle aux transports collectifs pour diverses raisons allant du refus de la promiscuité collective au plaisir de la conduite ; de même le choix d'un individu pourra se porter préférentiellement sur un transport collectif pour une raison unique de fatigue par exemple.

D'autres critères viennent encore s'ajouter à l'ensemble des déterminants intervenant dans le processus décisionnel modal. C'est le cas de la sécurité ou de la fiabilité du mode, variables souvent fortement liées au confort, au coût, voire au temps du déplacement. Peu de travaux permettent à l'heure actuelle de quantifier l'importance attribuée à ces critères par l'individu. [Girerd, 2004].

- Les caractéristiques du déplacement

Beaucoup de caractéristiques du déplacement peuvent être considérées comme explicatives du mode de transport utilisé.

La localisation de l'origine et de la destination, tout d'abord, est fortement déterminante dans le choix modal. Toutefois, il ne faut pas se laisser leurrer par ce facteur qui, s'il présente une importance réelle, est également fortement corrélé avec les critères d'offre de transport. En effet, si on hiérarchise les origines destinations selon leur appartenance à un flux central, radial ou périphérique en fonction de leurs extrémités, on s'aperçoit que l'offre de transport en commun s'amenuise quand le flux devient périphérique [Bonnell, 2000b]. On rejoint donc ici les données explicatives de l'offre de transport. De même, la liaison entre l'étape de distribution et de choix modal transparaît de nouveau ici puisque l'origine et la destination influence directement le processus de décision inhérent au mode de transport utilisé.

Certaines caractéristiques, liées au déplacement, sont également imbriquées avec le profil de l'individu : la fréquence et le motif du déplacement par exemple, pourtant descriptifs du déplacement, sont fortement corrélés au profil de l'individu et à sa fonction sociale.

- Les caractéristiques de l'individu ou du ménage

La première catégorie d'individus à identifier concernant le processus de choix modal est certainement la classe de la population ne disposant pas de choix entre différents modes de transport. En effet, l'ensemble de la population, au niveau individuel comme au niveau des ménages, n'a pas accès à un véhicule personnel [Massot, Orfeuill, 1989].

La motorisation des ménages a donc une conséquence forte sur le choix modal. L'enquête ménages déplacements réalisée sur Lyon en 1995 met en évidence que « les individus qui ne disposent pas de voiture dans leur ménage effectuent quatre fois plus de déplacements en transports collectifs qu'en voiture, alors que ceux qui disposent de deux voitures et plus en font dix fois moins. » [LET, MVA, IMTrans, 2000]. Systématiser cette interprétation n'est cependant pas une solution souhaitable : d'une part la mobilité est en perpétuelle

évolution vis-à-vis de l'offre de transport ; et d'autre part de nombreux autres facteurs sont explicatifs de ce phénomène. Ces chiffres diffèrent par exemple fortement d'un pays d'Europe à l'autre pour une même motorisation. [Bonnell, 1993].

Le profil social de l'individu peut également fournir une explication sur les pratiques modales de la mobilité. Le sexe, l'âge, la profession et la position dans le ménage sont structurants en terme de choix modal. Cette information sur l'individu est cependant fortement corrélée au rôle de l'individu dans le ménage et en particulier à la nature des activités qui lui sont dévolues. On retrouve ici les informations concernant le motif et la fréquence du déplacement évoquées plus haut. Différents travaux se penchent actuellement sur ces problématiques<sup>8</sup> et ont permis de constater une faiblesse de la part modale de la voiture pour les tranches d'âges extrêmes, une baisse tendancielle de l'usage de la voiture avec l'âge, plus sensible à partir de 45 ans, une tendance à la sous-utilisation de la voiture par les personnes sans enfant, visible surtout entre 20 et 45 ans.

On pourrait multiplier les facteurs qui, d'une manière ou d'une autre, peuvent fournir une part d'explication sur les choix de mobilité des individus. Les dimensions psychologiques de l'individu par exemple peuvent aussi expliquer un biais dans le processus décisionnel bien qu'ayant très peu été prises en compte jusqu'ici. Certains psychologues européens, regroupés au sein de la Fédération Européenne des Associations Professionnelles de Psychologues, travaillent actuellement sur ces thématiques. Nous invitons le lecteur à consulter leurs travaux<sup>9</sup> pour de plus amples informations.

Très liée à cet aspect comportemental de l'individu, la force de l'habitude pèse également dans le processus de choix modal. Ce volet, pourtant très imbriqué avec le profil de l'individu, est souvent étudié comme un temps d'adaptation commun. Ainsi, les effets d'une évolution de l'offre peuvent se faire ressentir très longtemps après la mise en service d'une nouvelle infrastructure. [Lewis, Paul, 2003]. La modélisation d'un phénomène tel que l'habitude est pourtant attachée

---

<sup>8</sup> Le groupe de recherche canadien « Transports Québec » développe actuellement un modèle de transfert modal prenant en compte les motifs et la position des origines et destinations ; Le projet belge MOBIDIC initié en 2005 et dirigé par le Pr Poulain M., en cours de développement, tente de paramétrer le choix modal en séparant les motifs et les principaux lieux de déplacement ; on retrouve enfin la prise en compte du motif dans les travaux de Jayet H. sur la détermination de classes de mobilité associées au cycle de vie

<sup>9</sup> EFPPA, Risser R., *Task Force Traffic Psychology – 1999/2001*, rapport d'activité

à l'individu et à sa position dans les différents cycles de vie. « Les changements d'établissements scolaires, le début de la vie professionnelle, un changement de travail, la cohabitation, la naissance d'un enfant, le passage à la retraite, etc..., sont autant de moments de transition dans le parcours de vie, qui modifient les pratiques de mobilité quotidienne [Lewis, Paul, 2003]. Toutefois, les habitudes modales biaisent la rationalité de choix de l'individu sur laquelle s'appuie la plupart des processus de modélisation.

### **1.3. Affectation d'itinéraires sur un réseau**

En approche agrégée, l'affectation d'itinéraires sur un réseau est relativement restreinte en terme méthodologique. L'affectation tout ou rien, également méthode du plus court chemin, est certainement la méthode la plus simple concernant l'affectation d'itinéraire. Il s'agit d'affecter la totalité du trafic sur les plus courts chemins pour chaque origine-destination correspondante.

Ce type de modélisation pose cependant problème : en premier lieu, elle considère le coût généralisé affecté à chaque tronçon comme étant fixe et ne prend donc pas en compte la charge du réseau. De plus, cette méthode pose l'hypothèse que tous les individus perçoivent de manière similaire l'offre d'itinéraires disponibles et sont capables d'identifier *a priori* le chemin le plus court, hypothèse mise à mal par de nombreux travaux.

La détermination du plus court chemin s'opère par un algorithme dit « de détermination de l'arbre le plus court ». Dans le principe, il s'agit de se déplacer de nœuds en nœuds (c'est-à-dire d'intersection entre liens du réseau à intersection) en testant la totalité des chemins disponibles et en sélectionnant de manière hiérarchique un à un les nœuds composant l'itinéraire offrant la distance la plus courte.

## **2. Approche désagrégée pour la caractérisation des déplacements**

Comme pour les modèles de génération de déplacements, l'approche agrégée découle de la théorie micro-économique de maximisation de l'utilité. Toutefois, son application, dans le cadre de l'analyse des facteurs caractérisant les déplacements, trouve une meilleure justification.

### **2.1. Application de l'approche désagrégée pour la caractérisation des déplacements**

On rencontre différents modèles, différant principalement par leurs domaines d'application, généralement basés sur les fonctions de coût généralisé et la maximisation de l'utilité liée à ces fonctions.

- Les modèles de régression logistique

Les modèles de régression logistique pose l'hypothèse de départ d'un individu rationnel optant pour l'alternative (modale ou d'itinéraire) présentant la plus grande utilité. L'individu fait le choix de la solution maximisant l'utilité  $V$  définie par :

$$V = \sum_{k=1}^n \beta_k X_k$$

[Bonnafous, 1989]

Où  $X_k$  identifie les différentes variables explicatives de l'utilité et  $\beta_k$  le poids de la variable  $X_k$ .

Une approche purement déterministe de l'utilité établie à partir de la combinaison des variables définies ici conduirait à un choix de la forme tout ou rien pour chaque trajet. Or, la réalité constatée met en évidence une répartition plus complexe des déplacements en fonction du mode ou de l'itinéraire.

Une démarche empirique montre que le choix entre deux modes de transport (ou deux itinéraires) suit une courbe de forme logistique, fonction de la différence de l'utilité des deux modes de transport [Bhat, 2001].

Cette forme logistique (figure 22) paraît assez intuitive. « La part des individus choisissant le mode B lorsque l'utilité du mode A est

nettement plus grande que celle du mode B est logiquement très faible. La croissance n'est que faible à mesure que la différence s'amenuise pour s'accélérer lorsque la différence tend vers 0 et conduire à une répartition égale entre les deux modes. L'évolution est ensuite inverse car le rôle de A et B s'inverse » [LET, MVA, IMTrans, 2000].

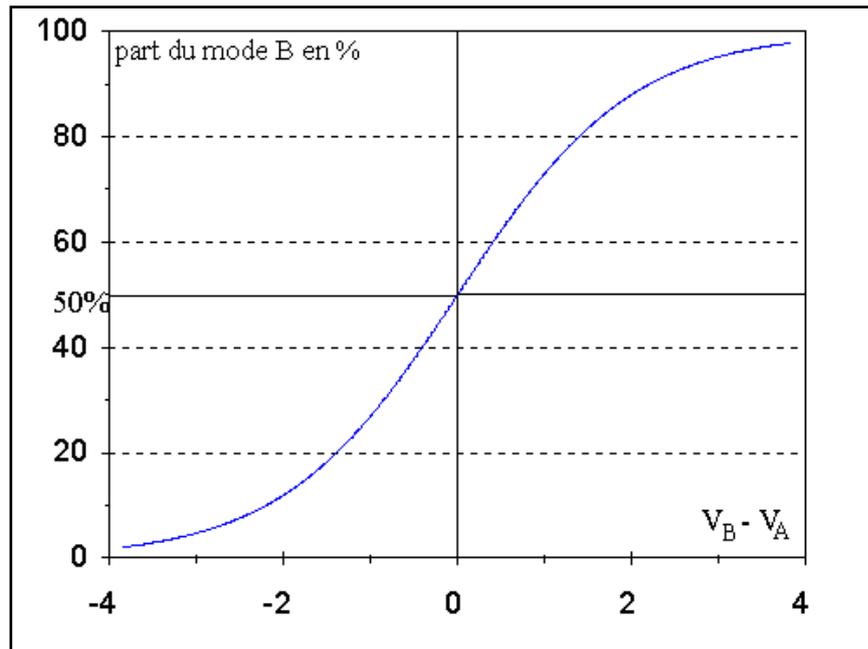


Figure 22 : Illustration de la forme générique des courbes de partage modal [LET, MVA, IMTrans, 2000]

Cette fonction est identifiable à une fonction de probabilité logit, ce qui vaut parfois aux modèles de régression logistique le nom de modèles logit.

Cette équation est définie formellement par :

$$f_{BA} = \frac{1}{1 + e^{-\pi(V_B - V_A)}}$$

Pour plus d'informations sur ce sujet, le lecteur pourra consulter différents ouvrages expliquant le fonctionnement détaillé de ce type de modèle<sup>10</sup>.

Le modèle de régression logistique a connu certaines évolutions avec le modèle logit multinomial<sup>11</sup> qui permet de prendre en compte plus de

<sup>10</sup> Wen C-H, Koppelman FS (2001), The generalized nested logit models, *Transportation Research, part B*, vol. 35B, N°7, pp. 627-641;

<sup>11</sup> [Bhat C (2001), Quasi-random maximum simulated likelihood estimation of the mixed multinomial logit model, *Transportation research part B*, vol. 35B, N°7, pp. 677-693]

deux choix dans le processus décisionnel de l'individu ; et le modèle logit emboîté qui prend pour principe un raisonnement hiérarchique de l'individu (le choix porte dans un premier temps sur un mode individuel ou collectif, puis s'il choisit un transport collectif, fera le choix entre les différents modes proposant cette caractéristique, et ainsi de suite).

- L'affectation stochastique en affectation d'itinéraires

Il existe bon nombre de méthodes d'affectation d'itinéraire sur un réseau en approche désagrégée. L'affectation stochastique prend pour hypothèse que tous les individus ne perçoivent pas le coût du chemin de manière identique.

Nous allons présenter ici, à titre d'exemple, la méthode d'Abraham dont le principe recoupe les autres modèles employés dans ce domaine. On peut citer pour exemple les modèles de Dial [Dial, 1971], ou l'affectation multichemin de Burrell [Burrell, 1968]

Parfois appelée méthode Ariane, cette méthode s'appuie sur la loi d'Abraham qui permet de répartir le trafic entre deux itinéraires pour une même origine-destination en fonction des coûts généralisés respectifs des différents chemins à partir de l'équation suivante :  
Formellement :

$$\frac{T_1}{T_2} = \left( \frac{c_1}{c_2} \right)^{-\alpha}$$

Avec  $T_1$  et  $T_2$  les trafics sur les chemins 1 et 2

Et  $c_1$  et  $c_2$  les coûts généralisés de ces chemins

La part du trafic affectée au chemin  $i$  est alors définie par :

$$P_i = \frac{e^{\theta \ln(c_i)}}{\sum_j e^{\theta \ln(c_j)}}$$

Cette méthode permet ainsi de prendre en compte une dimension stochastique ainsi qu'une estimation plus souple de l'évaluation du réseau.

Il existe bon nombre d'autres méthodes d'affectation d'itinéraire sur un réseau en approche désagrégée.

## **2.2. Difficultés liées à l'approche désagrégée**

Comme pour les modèles de génération de déplacements, l'approche désagrégée pose quelques problèmes d'applications.

La difficulté principale est certainement liée à la collecte de données. L'obtention de données au niveau individuel représente une étape longue et coûteuse d'un tel travail de modélisation. On est donc soumis, au moins en partie, à extrapoler certaines données à partir d'échantillons représentatifs. Dans ce cadre, l'estimation faite pour la modélisation désagrégée se trouve confrontée à différents problèmes. Chaque individu faisant partie d'un système profondément complexe, il est très difficile de prendre en compte l'ensemble des critères déterminant le processus de choix.

Par exemple, le calcul de l'utilité pour un individu face à une multitude de choix est fonction des choix des autres individus. On ne peut donc pas émettre une hypothèse d'indépendance entre les individus quant aux décisions qu'ils prennent. Le choix d'un itinéraire plus long pour un individu peut tout à fait être fonction d'une congestion de l'itinéraire optimal, saturé par les décisions des individus environnants.

Le problème est même encore plus vaste, puisque l'on considère, dans l'exemple présent, que l'individu isolé se contente d'observer et d'adapter son comportement. C'est supposer que l'action de l'individu n'a qu'une répercussion négligeable sur la situation générale. Or la superposition des choix individuels peut engendrer une nouvelle situation collective face à laquelle l'individu va de nouveau moduler son comportement.

On peut donc s'interroger quant à la pertinence de tels modèles et jusqu'à quel degré de désagrégation la modélisation conserve un sens et une légitimité de prévision.

Pour répondre à ces interrogations, la modélisation de trafic connaît aujourd'hui un certain renouveau, principalement en Amérique du nord, où la construction et l'accès aux données concernant l'individu sont radicalement différents des possibilités françaises. Situé entre le niveau de modélisation macroscopique plus ancien et le niveau microscopique des modèles de choix discrets est apparu un niveau intermédiaire appelé niveau mesoscopique. Développés à l'origine pour réduire les temps de calculs des modèles microscopiques, ces modèles semblent également tout à fait intéressants d'un

point de vue méthodologique. Ils considèrent les agents mobiles par paquets dont les mouvements sont calculés en utilisant un modèle macroscopique. [De Palma et Marchal, 2004].

D'autres tentatives essayant d'intégrer les relations multiniveaux ont vu le jour dernièrement visant à incorporer dans le même environnement technique un simulateur microscopique et un outil macroscopique de planification. Le modèle SIMLAB<sup>12</sup> par exemple, est basé sur le croisement de deux outils : MITSIM<sup>13</sup>, un simulateur microscopique portant sur les mesures d'accessibilité et MesoTS<sup>14</sup>, un simulateur mesoscopique évaluant l'impact des politiques. Ainsi, la donnée se trouve employée à un niveau désagrégé relevant de l'information pour laquelle elle conserve un sens.

---

<sup>12</sup> Voir les travaux de Q. Yang, notamment Q. Yang et H. Koutsopoulos, 1996, A microscopique traffic simulator for evaluation of dynamic traffic management systems, in Transportation Research Part C : Emerging Technologies, Volume 4 issue 3 pp113 à 179 et Q. Yang, 1997 et Ben-Akiva, M. E., Koutsopoulos, H. N., Mishalani, R. G., and Yang, Q. (1997) Simulation Laboratory for Evaluating Dynamic Traffic Management Systems. *ASCE Journal of Transportation Engineering*, Vol. 123, No. 4, pp. 283-289

<sup>13</sup> MITSIM : MICROSCOPIC TRANSPORT SIMULATION, voir pour plus d'informations Masroor Hasan, Evaluation of ramp control algorithms using a microscopic traffic simulation laboratory, MITSIM

<sup>14</sup> MesoTS : MESOSCOPIC TRANSPORT SIMULATION

## **CONCLUSION**

Nous connaissons maintenant, pour l'ensemble du déplacement, les possibilités méthodologiques de sa formalisation. Le critère de distinction majeur entre ces différentes méthodes concerne l'approche, c'est-à-dire les différentes prises en compte de l'individu.

Une approche agrégée du processus de choix se caractérise par la volonté de faire des grandes tendances à partir de groupes d'individus identifiés comme similaires ; une approche désagrégée a pour but quant à elle de prendre en compte l'ensemble des spécificités des individus afin de rapporter le plus fidèlement possible l'ensemble des différents comportements.

Mais l'approche que l'on a de la modélisation de la mobilité ne constitue pas le seul critère de distinction. Car si certains modèles se recoupent selon leur champ d'application, la plupart sont affectés à une étape précise du processus décisionnel de l'individu.

Nous allons maintenant voir comment chacune de ces étapes est prise en compte et combinée au sein de la méthodologie plus spécifique que constitue le modèle à quatre étapes.