

**Etat et privé dans la modélisation des déplacements urbains  
en France, 1960-2005 :  
quel processus de « production »?**

RAPPORT FINAL

9 juin 2009

Konstantinos CHATZIS

DECISION DE SUBVENTION

N° : 07 MT S 021

Ministère de l'Ecologie, du Développement et de l'Aménagement durables

Direction de la Recherche et de l'Animation Scientifique et Technique

Opération de la Mission Transport

**Locaux ENPC – Bâtiment Einstein  
l'Etang**  
6 et 8, avenue Blaise Pascal – Cité Descartes  
F. 77455 Marne-la-Vallée cedex 2  
tél.: +33 (0)164 15 38 12  
fax.: +33 (0)164 61 60 71

**Locaux UPEMLV – Bâtiment C du Bois de**  
5, boulevard Descartes – Cité Descartes  
F. 77454 Marne-la-Vallée cedex 2  
tél.: +33 (0)1 60 95 72 57  
fax. : +33 (0)1 60 95 72 38

## Résumé

Ce rapport est une première tentative d'analyser la trajectoire de la modélisation des déplacements urbains en France, des années 1960 au milieu des années 2000. Pour ce faire, nous avons adopté une perspective particulière qui envisage la modélisation comme un *processus de production* : nous nous sommes alors intéressés à la fois aux différents acteurs qui ont produit ce type de modélisation, aux « matières premières » (enquêtes sur la mobilité...) et aux « moyens de production » (logiciels et machines informatiques) nécessaires à sa production et sa mise en œuvre. En mobilisant ce cadre analytique, nous avons mis en évidence une trajectoire historique qui est marquée par deux temps forts : présence centrale de l'Etat français dans une modélisation monomodale, dans un premier temps (années 1960 et 1970), montée en puissance de l'intermodalité (et de son outil favori, l'approche désagrégée), des bureaux d'études privés (souvent d'origine étrangère) et du génie logiciel commercial et international, dans un second temps.

## Table des matières

INTRODUCTION	p. 3
DES ANNEES 1950 AU MILIEU DES ANNEES 1970 : DE L'IMPORTATION DES SAVOIRS AMERICAINS A LA CREATION D'UNE EXPERTISE NATIONALE	p. 9
<b>1950-début des années 1960 : s'informer et importer</b>	p. 9
<b>Début des années 1960-début des années 1970 : la construction d'une expertise nationale</b>	p. 11
<b>Début-milieu des années 1970 : du bourgeolement à la normalisation</b>	p. 19
DES ANNEES 1980 A NOS JOURS : L' IRRESISTIBLE MONTEE EN PUISSANCE DES GRANDS BUREAUX D'ETUDES INTERNATIONAUX ET DES LOGICIELS COMMERCIALISES	p. 22
<b>L'Administration et la modélisation des déplacements urbains, 1980-2000</b>	p. 22
<b>Les bureaux d'études privés et la modélisation des déplacements urbains, 1980-2000</b>	p. 25
<i>L'arrivée en France des modèles désagrégés</i>	p. 25
<i>Simplification : le modèle stratégique</i>	p. 30
<i>La modélisation entre dans l'ère du logiciel commercial et mondialisé</i>	p. 31
<b>Le paysage de la modélisation des déplacements urbains     dans la France des années 2000</b>	p. 34
CONCLUSION	p. 39
ANNEXE	p. 42
<i>L'histoire de la modélisation des déplacements urbains en France     à travers les péripéties de deux modèles, DAVIS et TERESE</i>	

## INTRODUCTION

Qu'il s'agisse de l'étude du trafic entre deux villes ou à l'intérieur d'une agglomération, des déplacements de personnes ou du mouvement de marchandises, la modélisation des flux sur les différents réseaux est devenue, après la seconde guerre mondiale, une activité centrale pour les ingénieurs et les décideurs politiques dans le domaine des transports. Loin de couvrir l'ensemble de ce cette « galaxie modélisatrice », le présent rapport se concentre sur l'une de ses composantes : la modélisation des déplacements urbains. Plus précisément, il expose de façon ramassée les premiers résultats d'une enquête qui porte sur l'histoire de la modélisation des déplacements urbains en France sur une durée relativement longue, des années 1960 au milieu des années 2000.

Mais quel est au juste l'objet dont il s'agit de donner ici l'historique ? Pour concevoir et évaluer de façon rationnelle la pertinence d'une nouvelle infrastructure urbaine de transport— des nouvelles voies urbaines ou un métro, par exemple —, on a besoin, en effet, de connaître, fût-ce approximativement, le nombre des déplacements qui vont emprunter dans le futur l'infrastructure projetée. Et même, quand, à partir des années 1975-1980, les politiques de transport visent plutôt à tirer le meilleur parti des infrastructures existantes que d'en produire des nouvelles, la nécessité de pouvoir estimer les futurs déplacements produits à l'intérieur d'une agglomération, pour évaluer justement l'impact des différentes politiques d'aménagement envisagées sur les réseaux en place, n'en reste pas moins d'actualité. On l'aura compris, la modélisation des déplacements urbains consiste en une série d'équations mathématiques (modèles) qui permettent de prévoir les futurs déplacements dans une agglomération.

Son histoire commence outre-Atlantique.

Pays aux besoins accrus en matière de gestion du trafic, « démocratie automobile »<sup>1</sup> oblige, les Etats-Unis expérimentent les premiers modèles de prévision des

---

<sup>1</sup> L'expression est de Paul Yonnet, *Jeux, modes et masses, 1945-1985*, Paris, Gallimard, 1985, p. 253. Elle est parfaitement justifiée. En 1927, il y a 44 habitants pour une voiture en France comme en Grande-Bretagne, 196 en Allemagne, et une automobile pour 5,3 habitants des Etats-Unis (*ibid.*, p. 254.). La « démocratie automobile » commence à s'installer en France bien plus tard. En 1953 encore, seulement

déplacements urbains dans les années 1950<sup>2</sup>. Passé à la postérité sous l'appellation générique du modèle à « quatre étapes » (voir *Encadré*), ce type de modélisation traverse rapidement les frontières américaines pour atteindre plusieurs pays du vieux continent, tous plus ou moins pressés de se ranger rapidement, à leur tour, sous la rubrique : “ société de l'automobile ”<sup>3</sup>.

C'est la variété hexagonale d'une pratique, constamment présente dans un espace transnational<sup>4</sup> depuis les années 1950 jusqu'à nos jours, que ce rapport examinera. Il le

---

20% des ménages français sont équipés d'au moins une voiture ; ce pourcentage ne passe à 30% qu'en 1960. On atteint 40% en 1964, 50% en 1967, et en janvier 1973, le taux est de 62%, alors que 9% des ménages possèdent déjà deux voitures. Les déplacements en voitures particulières auraient représenté, toujours en 1973, 330 milliards de voyageurs-kilomètres, non compris les kilomètres parcourus par les voitures étrangères, à savoir quatre fois plus que les déplacements par transports collectifs (voir F. Braudel et E. Labrousse (dir.), *Histoire économique et sociale de la France*, t. IV, vol. 3 : “ Années 1950-1980 ”, Paris, PUF (collection “ Quadrige ”), 1993 (1<sup>re</sup> éd. 1982), p. 1289 et 1239).

<sup>2</sup> Voir : Edward Weiner, *Urban Transportation Planning in the United States. An Historical Overview*, Westport (Connecticut) et Londres, Praeger, 1999, ch. 3 et 4 notamment. En français, voir Gabriel Dupuy, *Une technique de planification au service de l'automobile : les modèles de trafic urbain*, Paris, Copédith, 1975, p. 7-44. Signalons au lecteur que l'ouvrage de G. Dupuy, pionnier à l'époque de sa parution, reste toujours une référence indispensable pour qui s'intéresse à l'histoire de la modélisation des déplacements urbains en France.

<sup>3</sup> Sur l'expression “ Car society ”, et la construction d'une telle société, à l'aide de modèles de trafic par ailleurs, dans le cas de la Suède, voir : Pär Blomkvist, “ Transferring Technology – Shaping Ideology. American Traffic Engineering and Commercial Interests in the Establishment of a Swedish Car Society, 1945-1965 ”, *Comparative Technology Transfer and Society*, vol. 2, n° 3, décembre 2004, p. 273-302 ; Per Lundin, “ American Numbers Copied ! Shaping the Swedish Postwar Car Society ”, dans *ibid.*, p. 303-334. Sur la place de l'automobile dans les sociétés et cultures contemporaines, voir, à titre indicatif, les ouvrages suivants : Paul Yonnet, *Jeux, modes et masses...*, *op. cit.* ; Peter Woolen et Joe Kerr (eds), *Autopia : Cars and Culture*, Londres, Reaktion Books, 2002 ; G. Dupuy, *La dépendance automobile. Symptômes, analyses, diagnostic, traitements*, Paris, Anthropos, 1999 ; G. Dupuy, *La dépendance à l'égard de l'automobile*, Paris, La Documentation française, 2006 ; Mathieu Flonneau, *Paris et l'automobile. Un siècle de passions*, Paris, Hachette Littératures, 2005.

<sup>4</sup> Pour une bonne introduction à la problématique “ transnationale ”, voir Pierre-Yves Saunier, “ Circulations, connexions et espace transnationaux ”, *Genèses*, n° 57, décembre 2004, p. 110-126. Nous avons pratiqué nous-même cette problématique à l'occasion d'un dossier coordonné (avec Michel Pinault) par nos soins : “ L'Europe du XIXe siècle : une dynamique d'intégration technique ? ”, dans *Histoire et Sociétés. Revue Européenne d'histoire sociale*, n° 21, mars 2007, p. 6-59. L'existence d'un tel espace transnational en matière de pratiques de planification des transports (incluant la modélisation des déplacements urbains) transparait clairement dans les publications suivantes : P. Blomkvist, “ Transferring Technology – Shaping Ideology... ”, *op. cit.* ; Barbara Schmucki, “ Cities as Traffic Machines : Urban Transport Planning in East and West Germany ”, dans Colin Divall et Winstan Bond (eds), *Suburbanizing the Masses. Public Transport and Urban Development in Historical Perspective*, Aldershot, Ashgate, 2003, p. 149-170 ; Ueli Haefeli, “ Urban Transport Policy : Actors and Discourse in Germany and Switzerland 1950-1970 ”, dans Gijs Mom et Laurent Tissot (eds), *Road History. Planning, Building and Use*, Neuchâtel, Editions Alphil, 2007, p. 163-186 ; Per Lundin, “ American Numbers Copied... ”, *op. cit.* ; P. Lundin, “ Mediators of Modernity : Planning Experts an the Making of the ‘Car-Friendly’ City in Europe ”, dans M. Hård et T.J. Misa (eds), *Urban Machinery : Inside Modern European Cities*, Cambridge (Mass.), The MIT Press, 2008, ch. 12. Sur le rôle décisif des Etats-Unis dans la constitution de cet espace, voir aussi Bruce E. Seely, “ ‘Push’ and ‘Pull’ Factors in Technology

fera à la lumière d'une perspective particulière qui envisage la modélisation comme un *processus de production* : outre les différents acteurs qui fabriquent et utilisent le modèle, nous nous intéressons alors également aux "matières premières" et aux "moyens de production" qui sont nécessaires à sa production et à sa mise en œuvre. En effet, la modélisation mobilise des acteurs, des individus et des institutions – des organismes de recherche, des bureaux d'études privés et (para)publics, des administrations, des établissements de formation... Elle a aussi besoin de "matières premières" – données issues d'enquêtes sur les pratiques de mobilité des ménages, par exemple – ainsi que de "moyens de production" – des logiciels et des machines informatiques, par exemple.

Notre texte est composé de deux parties qui correspondent à deux périodes distinctes, aux caractéristiques contrastées.

La première partie se centre sur une première séquence chronologique qui s'étale entre 1950 et le milieu de la décennie 1970. Cette période est caractérisée par une production nationale originale en matière de modélisation des déplacements urbains. La présence de l'Etat français, *via* le ministère des Travaux publics et son successeur, le ministère de l'Equipement, créé en 1966, notamment, est ici décisive. Ce sont les ingénieurs travaillant pour ces administrations, les ingénieurs du corps des ponts et chaussées en premier lieu, qui « importent » ce type de modélisation des Etats-Unis et organisent son implantation et son développement en France. Durant les années 1960 et le début de la décennie suivante, des ingénieurs travaillant pour l'Administration produisent directement plusieurs modèles sur les « gros » ordinateurs de l'époque. Parallèlement, ils sollicitent des bureaux d'études français, certains privés, d'autres publics ou para-publics, qui s'impliquent activement aussi dans la modélisation des déplacements urbains. Cette activité intense de modélisation originale s'arrête vers le milieu des années 1970. L'Administration choisit alors parmi les « produits » disponibles sur le

---

Transfer. Moving American-Style Highway Engineering to Europe, 1945-1965", *Comparative Technology Transfer and Society*, vol. 2, n° 3, décembre 2004, p. 229-246. Seely se réfère particulièrement à trois acteurs centraux : le *Bureau of Public Roads*, le *Bureau of Street Traffic Research* de l'Université de Yale et l'*International Road Federation*. Sur cette dernière institution, qui a ouvert une (troisième) antenne en France en 1951, voir P. Blomkvist, "Transferring Technology – Shaping Ideology...", *op. cit.*, p. 279-283.

marché de la modélisation un nombre réduit de modèles. « Standardisés », ces modèles sont diffusés et massivement mis en oeuvre à travers le territoire national, grâce notamment aux services locaux du Ministère de l'Équipement.

La seconde partie du rapport couvre la période qui va des années 1980 au milieu des années 2000. Plusieurs caractéristiques la différencient et l'opposent à la période précédente. Tout d'abord, l'Administration se retire de plus en plus du champ de la modélisation des déplacements en se contentant, pour l'essentiel, d'actualiser les données sur la mobilité des ménages et de gérer « au quotidien » les modèles du passé (en les adaptant, par exemple, aux nouveaux supports informatiques). Ce retrait de la puissance publique entraîne une montée en puissance du secteur privé qui devient ainsi le vecteur principal du changement dans les pratiques observées en matière de modélisation des déplacements urbains en France à partir des années 1980. Dans ce mouvement, le rôle des bureaux d'études d'origine étrangère – la filiale européenne du bureau américain Cambridge Systematics, la firme allemande PTV, ou le bureau britannique MVA Consultancy (rachetée, en 1993, par SYSTRA) –, dont certains disposent désormais d'antennes en France, s'avère alors décisif. Ayant tissé des rapports étroits avec la recherche académique, ces grands bureaux, qui opèrent au niveau international, ont su incorporer dans leurs pratiques plusieurs nouveautés théoriques en matière de modélisation. Cette montée en puissance du secteur privé en général (qu'il soit d'origine étrangère ou nationale) s'accompagne du développement de plusieurs logiciels commercialisés au niveau mondial (logiciels dont certains sont conçus et diffusés par les grands bureaux d'études mentionnés), qui sont massivement utilisés depuis les années 1990 en France à la fois par des consultants privés et par l'Administration comme support à ce type de modélisation. Parallèlement à cette montée en puissance du secteur privé, un processus d'intensification de la recherche publique (modélisation dynamique des réseaux des transports, modélisation intégrée de l'interaction urbanisation-transports...) peut être également observé dans les années 2000, dans le cadre des PREDIT 2 et 3 notamment.

Une Annexe placée à la fin du rapport propose enfin au lecteur un « concentré » de la trajectoire de la modélisation des déplacements urbains en France à travers les péripéties de deux modèles français, DAVIS (pour les voitures particulières) et TERESE (pour les Transports en commun).

Suivons donc l'évolution des acteurs, des " moyens de production " et des " matières premières " impliqués dans la modélisation des déplacements urbains en France durant les années 1960-2005.

### **Encadré 1 : Principes généraux du modèle dit " à quatre étapes "**

Il s'agit de modéliser (prévoir) les déplacements à l'intérieur d'une agglomération urbaine donnée, découpée pour les besoins de la modélisation en plusieurs zones. La prévision de ces flux résulte de la combinaison de quatre modélisations (étapes). Chaque étape répond à une question particulière.

Génération : Les modèles relatifs à la génération des déplacements sont destinés à répondre à la question : étant donné une hypothèse d'urbanisation des terrains (emplois, habitat, commerces...), combien de déplacements partiront (émission) et arriveront (attraction) dans la zone considérée ?

Distribution : Les modèles de distribution évaluent les déplacements effectués entre les différentes zones de l'agglomération. Ils répondent à la question : où vont les déplacements quittant la zone considérée, d'où viennent les déplacements arrivant dans cette zone ? La sortie des modèles relatifs à cette étape est une matrice " Origine-destination " (dite matrice " O-D "), qui donne pour chaque couple de zone (i, j) le nombre de déplacements quittant la zone i et se dirigeant vers la zone j.

Choix modal : Les modèles de choix modal répondent à la question : " quel est le mode de transport (voitures particulières et Transport en commun, pour l'essentiel) utilisé ? Ils calculent une matrice O-D par mode de transport.

Affectation : Les modèles de cette étape servent à calculer le nombre de personnes utilisant chacun des éléments du réseau de transport. Pour cela, ils déterminent pour chacune des liaisons de la matrice « O-D », le ou les *itinéraires* qui seront utilisés.

**Nota bene** : Nous aimerions souligner le fait que le modèle dit " à quatre étapes " ne constitue pas, on vient de le voir, un modèle *stricto sensu*, mais une approche générale de modélisation. C'est pour cette raison que nous préférons parler de modélisation " à quatre étapes ". En effet, plusieurs modèles, aux philosophies et caractéristiques différentes, ont été développés à l'intérieur de *chacune* des quatre étapes.



## DES ANNEES 1950 AU MILIEU DES ANNEES 1970 : DE L'IMPORTATION DES SAVOIRS AMERICAINS A LA CREATION D'UNE EXPERTISE NATIONALE

### 1950-début des années 1960 : s'informer et importer

Entre la fin des années 1940 et celles de la décennie suivante, quelque 4500 “missionnaires”, agents d’Etat français mais aussi membres de la “société civile”, ont fait leur pèlerinage aux Etats-Unis afin de découvrir les secrets de la réussite économique américaine et de les importer en France<sup>5</sup>. Parmi ces missionnaires, on trouve des ingénieurs routiers, à l’instar de ceux qui, dans le cadre d’une mission organisée conjointement par l’*Association Française pour l’Accroissement de la Productivité* et la Direction des Routes du Ministère des Travaux Publics, se sont rendus aux Etats-Unis en 1951 pour étudier l’expérience américaine en matière de transports<sup>6</sup>. Le Ministère des Travaux publics va continuer à envoyer outre-Atlantique des ingénieurs appartenant aux corps des ponts et chaussées (IPC) et des travaux publics de l’Etat (ITPE) tout au long des années 1950 et 1960<sup>7</sup>. Certains d’entre eux vont effectuer, par ailleurs, des séjours plus longs, en poursuivant, par exemple, des études dans des universités américaines dans le domaine de la planification des transports (dont la modélisation des déplacements)<sup>8</sup>.

---

<sup>5</sup> Sur les missions de productivité, voir, par exemple, le récent ouvrage dirigé par D. Barjot (dir.), *Catching up with America. Productivity Missions and the diffusion of American Economic and technological influence after the Second World War*, Paris, Presses de l’Université de Paris-Sorbonne, 2002.

<sup>6</sup> Voir : “Mission française d’Ingénieurs routiers aux Etats-Unis, octobre-novembre 1951”, *Revue générale des routes et des aérodromes* (désormais *RGRA*), n° 252, janvier 1953, p. 21-26.

<sup>7</sup> Sur les IPC et les ITPE, étudiés sur la longue durée, voir K. Chatzis et G. Ribeill, “L’espace des carrières des ingénieurs de l’Equipement dans le public et le privé (1800-2000)”, *Revue française d’administration publique*, n° 116, 2005, p. 651-670. Les années 1960 sont étudiées par J.-Cl. Thoenig, *L’ère des technocrates. Le cas des ponts et chaussées*, Paris, L’Harmattan, 1987 (1<sup>re</sup> édition : 1973). Sur les acteurs impliqués dans l’aménagement urbain, voir Viviane Claude, *Faire la ville. Les métiers de l’urbanisme au XXe siècle*, Marseille, Editions Parenthèses, 2006, chapitres 3 et 4 pour la période qui nous intéresse ici.

<sup>8</sup> Sur ces missions et séjours ainsi que sur le contexte dans lequel ils se sont déroulés (préparation de plans successifs par l’Etat français, politiques de l’industrie automobile française ...), voir G. Dupuy, *Une technique de planification...*, *op. cit.*, chapitres 2 et 3. L’auteur cite le cas d’André Laure (IPC, polytechnicien de la promotion 1943 (X-1943), rendu aux Etats-Unis en 1954), Joseph Elkouby (IPC, X-1944, séjour à l’Université de Yale en 1952-53), Serge Goldberg (IPC, X-1948: 1955-56, séjour à l’Université de Yale) ; Marc Halpern-Herla (IPC, X-1949, séjour aux Etats-Unis en 1955-57), Christian Gerondeau (IPC, X-1957, séjour américain en 1963) (*in ibid.*, p. 95). Des informations supplémentaires sur ces missions et séjours peuvent être puisées dans les différents numéros de la *Revue Générale des*

Ces ingénieurs, qui ont séjourné outre Atlantique, à l'origine d'une bonne partie de la littérature technique en matière de modélisation des déplacements urbains produite en France durant les années 1950 et au début des années 1960<sup>9</sup>, constituent des canaux décisifs d'importation en France de ce type de modélisation. Ils ne sont pas pour autant les seuls vecteurs à véhiculer ce genre d'expertise – d'abord américaine, de plus en plus internationale par la suite – vers l'Hexagone.

Dès le début des années 1950, on assiste, en effet, à la création de plusieurs forums à l'intérieur desquels des savoirs relatifs aux techniques de transports en général, à la modélisation des déplacements urbains en particulier, circulent intensément. Ainsi entre le 16 et 21 juin 1953, suite à l'initiative de l'*Organisation Mondiale du Tourisme et de l'Automobile*, a eu lieu à La Haye un " Cours International sur la technique moderne de la circulation ", rendez-vous renouvelé l'année suivante, poursuivi ensuite au rythme de deux ans jusqu'à la fin des années 1960 au moins<sup>10</sup>. D'autres lieux de rencontre et d'échange où le thème de la modélisation des déplacements est abordé ont vu également le jour, tels que la Conférence Européenne des Ministres des Transports (*CEMT*), fondée également en 1953<sup>11</sup>, ou des groupes de travail *ad hoc* au sein des organismes internationaux comme l'OCDE<sup>12</sup>.

---

*Routes et des Aéroports* (voir, par exemple, le n° 285, oct. 1955, p. 37-69, qui présente la mission des Services Techniques des Grandes villes de France, effectuée en octobre et novembre 1954).

<sup>9</sup> Quelques exemples de cette littérature : J. Elkouby. " L'évolution des conceptions en matière de circulation routière ", *RGRA*, n° 279, avril 1955, p. 37-48 ; Fédération Routière Internationale, *Circulation et transports dans les zones urbaines*, Levallois-Perret (Seine), Imprimerie Schneider Frères & Mary, mars 1964 (L'introduction de cet ouvrage collectif est assurée par Elkouby et Goldberg. Parmi les auteurs on trouve un autre missionnaire, Halpern-Herla) ; Service d'Etudes et de Recherches de la Circulation Routière (SERC), *Modèles de trafic. Analyse bibliographique* (texte établi par Barbier, Goldberg, Henry et Marais), note d'information n° 3, sans date ; SERC, *Etudes de Transports Urbains. Analyse des méthodes américaines* (établi à partir d'un rapport de M. Michel Vergé, ingénieur des travaux publics...), note d'information n° 4, sans date ; SERC, *Répartition des déplacements urbains par mode de transport* (texte de Serge Golderg), note d'information n° 8, sans date (ces notes datent de la première moitié des années 1960).

<sup>10</sup> Années 1953, 1954, 1956, 1958, 1960, 1962, 1964, 1966, 1968. Voir les comptes-rendus détaillés de ces rencontres auxquelles participent plusieurs ingénieurs des ponts et chaussées dans les différentes livraisons de la *RGRA* (n° 260, sept. 1953, p. 31-34, et n° 261, oct. 1953, p. 58-72 pour la première rencontre ; n° 440, février 1969, p. 45-107 pour la 9<sup>e</sup> rencontre...).

<sup>11</sup> Voir, par exemple : Georges Mercadal, *Contribution à une psycho-sociologie des comportements urbains. Choix du moyen de transport* (Rapport introductif à une table ronde d'économie du transport de la Conférence Européenne des Ministres des Transports (novembre 1968)), Paris, Publications de Recherches Urbaines, Ministère de l'Équipement et du Logement, 1970 ; A. Bonnafous et B. Gerardin,

## **Début des années 1960-début des années 1970 : la construction d'une expertise nationale**

En même temps qu'elle envoie ses ingénieurs aux Etats-Unis ou dans les différents lieux transnationaux d'échange et de diffusion de savoirs et de pratiques relatifs à la planification des transports, l'Administration des ponts et chaussées met en place en son sein plusieurs structures particulières, qui vont prendre en charge systématiquement la question de la prévision des déplacements urbains ainsi que son traitement par des pratiques de modélisation.

C'est le Service d'Etudes et de Recherches de la Circulation Routière (SERC), créé en 1955, qui va jouer du côté de l'Administration dans les années 1960 le rôle principal dans la mise en place d'une expertise française en matière de modélisation des déplacements urbains (c'est dans cette structure qu'on trouvera, par ailleurs, bon nombre d'ingénieurs "missionnaires" des années 1950 et 1960)<sup>13</sup>. Le SERC disparaît à la fin des années 1960 pour céder la place à deux structures censées être complémentaires dans leurs missions respectives Le Service d'Etudes Techniques des Routes et Autoroutes (SETRA), créé en janvier 1968, est orienté vers les "études et applications" et comprend en son sein une "Division urbaine"<sup>14</sup> à laquelle est confiée la question des déplacements urbains et leur modélisation. Service central (parisien) du Ministère de l'Equipement<sup>15</sup>, le SETRA, toujours opérationnel, est rapidement flanqué, entre 1968 et 1973, de plusieurs antennes locales. Répondant au nom des Centres

---

*La demande de transports de voyageurs en milieu urbain. Méthodologie de l'analyse et de la prévision* (Rapport de la 32<sup>ème</sup> table ronde d'Economie des transports, tenue à Paris, les 4 et 5 décembre 1975), Paris, Conférence Européenne des Ministres des Transports, 1976.

<sup>12</sup> Voir par exemple : OCDE, *Modèles de circulation urbaine : possibilités de simplification* (Rapport préparé par un groupe de recherche routière de l'OCDE), Paris, OCDE, août 1974. Le secrétariat technique de ce groupe, créé en juin 1972 et qui a fonctionné pendant deux ans, est co-assuré par l'ingénieur des ponts et chaussées Jean-Gérard Koenig (X-1964).

<sup>13</sup> En 1964-65, le SERC est dirigé par l'ingénieur des ponts et chaussées Michel Frybourg (X-1946) et compte en son sein au total 16 personnes dont cinq ingénieurs du corps des ponts (parmi lesquels Goldberg et Gérondeau) et quatre ingénieurs TPE. Voir *Annuaire du Ministère des Travaux publics et des Transports*, année 1964-65, Edition 1965, p. 420.

<sup>14</sup> Cette "Division urbaine" s'est autonomisée en 1976 sous la forme d'un organisme au nom de CETUR (Centre d'Etudes des Transports Urbains), devenu CERTU (Centre d'Etudes sur les Réseaux, les Transports, l'Urbanisme et les Constructions Publiques) en 1994.

<sup>15</sup> Le Ministère de l'Equipement est créé en 1966, suite à la fusion des Ministères des travaux publics et de la Construction.

d'Etudes Techniques de l'Équipement (CETE), ces structures sont chargées de cultiver, entre autres, l'art de la modélisation des déplacements urbains<sup>16</sup>. La partie "recherche" des activités du SERC est confiée après sa disparition à l'Institut de Recherche des Transports (IRT), devenu en 1985 l'actuel INRETS<sup>17</sup>. Au sein de ces deux nouvelles structures, on trouve plusieurs ingénieurs du corps des ponts et chaussées qui seront activement impliqués dans la modélisation des déplacements urbains. Citons sans souci d'exhaustivité : Mikhaël Sakarovitch (X-1957), spécialiste des techniques de la Recherche opérationnelle et titulaire d'un doctorat réalisé aux États-Unis<sup>18</sup>, François-Léon Barbier de Saint-Hilaire (X-1962), auteur d'un modèle devenu classique du nom de DAVIS<sup>19</sup> (voir Annexe), ou Jean-Gérard Koenig (X-1964). Ces ingénieurs d'État s'entourent par ailleurs de plusieurs collaborateurs : citons ici Jean-Pierre Uhry, ingénieur diplômé de l'École des ponts et chaussées, auteur du modèle EVARAU (phase d'affectation) lors de son passage à l'IRT<sup>20</sup>, et le « père », un peu plus tard, d'un modèle d'affectation pour les Transports collectifs du nom de TERESE devenu – après son élaboration au milieu des années 1970 – un classique de la modélisation

---

<sup>16</sup> Voici la liste des différents CETE avec la date de leur création et leur localisation : *CETE Méditerranée* (Aix-en-Provence, 1968), *CETE Nord* (Lille, 1970), *CETE de Lyon* (Lyon, 1971), *CETE Sud Ouest* (Bordeaux, 1971), *CETE Normandie* (Rouen, 1971), *CETE de l'Ouest* (Nantes, 1972), *CETE de l'Est* (Metz, 1973). Pour la région parisienne, il n'y aura pas de CETE. La modélisation des déplacements urbains n'y est pas moins présente du côté de l'Administration par l'intermédiaire du Service Régional de l'Équipement de la Région Parisienne (l'actuelle Direction régionale de l'Équipement d'Ile-de-France : DREIF), qui s'est doté au tournant des années 1960-1970 d'un modèle-maison et dont une version évoluée, du nom de MODUS, est toujours opérationnelle. Voir entre autres, Vincent Lichère, *MODUS. Modèle de déplacements urbains et suburbains. Présentation générale de la version 1*, Note interne, DREIF, novembre 1995, p. 2.

<sup>17</sup> L'IRT est officiellement créé en 1970, mais en réalité son fonctionnement date de la fin des années 1960. Voir par exemple : *Bilan des activités du Département "Recherche opérationnelle et informatique" pour l'année 1968* (document disponible à la Bibliothèque du SETRA).

<sup>18</sup> M. Sakarovitch, "The multicommodity flow problem", thèse de doctorat, Operations Research Center, University of California, Berkeley, 1966. Voir aussi: P.-H. Fargier, M. Sakarovitch et J.-P. Uhry, *Introduction à la recherche opérationnelle*, Arcueil, IRT, novembre 1971. Pour une vue panoramique sur la recherche opérationnelle et les autres branches des mathématiques appliquées de l'époque, voir rapidement M. Stolz, « The history of applied mathematics and the history of society », *Synthese*, vol. 133, 2002, p. 43-57, qui contient plusieurs références.

<sup>19</sup> Voir, par exemple, CETUR, *Système DAVIS, programme d'affectation de trafic sur voirie (version IBM et CII)*, Bagneux, octobre 1976.

<sup>20</sup> J.-P. Uhry, *Le modèle EVARAU. Un programme interactif pour la recherche d'un meilleur tracé d'un réseau d'autobus*, IRT, octobre 1969.

française (voir plus bas et Annexe)<sup>21</sup>; M. Bruynooghe, également ingénieur diplômé de l'Ecole des ponts et chaussées<sup>22</sup>.

Les structures que nous venons de mentionner, émanation de l'Administration des ponts et chaussées, ne sont pas, loin s'en faut, les seules à cultiver l'étude du trafic urbain à l'aide de modèles dans la France de la période qui nous intéresse ici. D'autres acteurs, pour l'essentiel parisiens, seront également très actifs sur la scène de la modélisation des déplacements urbains à partir de la fin des années 1950.

Citons ainsi l'Institut d'Aménagement et d'Urbanisme de la Région Parisienne (IAURP), créé en 1960 (devenu IAURIF en 1976, et IAU-îdF en 2008), où œuvre durant les années 1960 le tandem Pierre Merlin (X-1957) et Michel Barbier, diplômé de l'Ecole des ponts en 1959, détenteur d'un master en recherche opérationnelle du *Case Institute of Technology* de Cleveland au tout début des années 1960<sup>23</sup>.

Dans les années 1960 toujours, une série de bureaux d'études, privés ou liés d'une façon ou d'une autre à la puissance publique, vont pratiquer également intensément la modélisation des déplacements urbains. Ce sont les cas : de la Société d'Economie et de Mathématique Appliquées (SEMA)<sup>24</sup>, créée en 1960, qui produit, par l'intermédiaire d'une équipe réunie autour du polytechnicien H. Le Boulanger (X-1956), plusieurs modèles relatifs aux déplacements urbains<sup>25</sup> ; de la Société d'Etudes Techniques et

---

<sup>21</sup> Au moment de l'élaboration de TERESE, qui "s'inspire largement des idées qui sont à la base du modèle EVARAU", Uhry est chercheur à l'Institut de Recherches en Mathématiques Avancées de Grenoble. Voir, par exemple, CETE-Lyon, SEMALY et IRMA-Grenoble, *TERESE, affectation d'une demande TC*, sans date (milieu des années 1970), p. 2 (document disponible à la Bibliothèque du SETRA).

<sup>22</sup> M. Bruynooghe a produit *Un Modèle intégré de distribution et d'affectation du trafic sur un réseau*, avril 1969 (document conservé à la Bibliothèque de l'ENPC).

<sup>23</sup> Sur la production de l'IAURP, voir notamment : Michel Barbier et Pierre Merlin, "Choix du moyen de transport par les usagers", *Cahiers de l'IAURP*, vol. 4-5, avril 1966, p. 5-56 ; François Mellet, "Analyse du choix du mode de transport par les usagers en région parisienne", *Cahiers de l'IAURP*, vol. 17-18, cahier 2, octobre 1969, p. 5-42 ; les études réunies dans "Choix entre transports publics et transports individuels en région parisienne", *Cahiers de l'IAURP*, vol. 26, février 1972.

<sup>24</sup> Sur la SEMA, voir Jacques Lesourne, *Un homme de notre siècle*, Paris, Odile Jacob, 2000, 3<sup>e</sup> partie.

<sup>25</sup> Voir, par exemple, A. Brachon, H. Le Boulanger et P. Lissarrague, *Recherche sur les comportements en matière de déplacements. Synthèse sur les modèles de trafic de personnes en zone urbaine*, Paris, SEMA (Metra International), Division Recherche et Développement (Synthèse et Formation n° 52), février 1969.

Economiques (SETEC), créée en 1957 par deux ingénieurs du corps des ponts et chaussées Henri Grimond (X-1946) et Guy Saias (X-1944), qui abritera comme modélisateurs, entre autres, le polytechnicien Roger Marche (X-1949) et l'ingénieur Alain Bieber, diplômé de l'Ecole des ponts et chaussées et auteur d'une thèse aux Etats-Unis en 1966<sup>26</sup> ; du Centre d'Etudes et de Recherches sur l'Aménagement Urbain (CERAU), créé en 1966 comme bureau dépendant de la Caisse des Dépôts et Consignations, où l'on trouve l'ingénieur des ponts et chaussées Georges Mercadal (X-1956)<sup>27</sup>, ou du *Bureau Central d'Etudes pour les Equipements d'Outre-Mer* (BCEOM), établi en 1949. Notons enfin dans la catégorie " bureau d'études " la présence, plutôt faible par rapport à la période 1980-2005, de bureaux d'études étrangers, comme la *Société Freeman, Fox, Wilbur Smith and Associates*, qui avait produit à la fin des années 1960 des programmes informatiques sur la question de la modélisation des déplacements<sup>28</sup>.

Pour compléter le tableau des acteurs impliqués dans la modélisation des déplacements urbains dans la France de l'époque, il faut lui ajouter une touche supplémentaire : les Ecoles d'ingénieurs, en premier lieu l'Ecole des ponts et chaussées. Celle-ci offre à ses élèves, à partir du milieu des années 1960, un cours substantiel sur le sujet, enseignement assuré par ailleurs par des praticiens de la modélisation<sup>29</sup>. L'Ecole des

---

<sup>26</sup> A. Bieber, "Modal evolution of intercity travel demand. A markovian analysis", thèse de doctorat, Institute of Transportation and Traffic Engineering, University of California, Berkeley, 1966.

<sup>27</sup> En 1969, le CERAU avait des bureaux à Paris, Lyon, Rennes, Orléans, Nice et Marseille (voir la brochure du CERAU, *CERAU*, 1969, p. 5).

<sup>28</sup> Pour l'étape de la génération, notamment. Voir : M.J. Bruton, *Introduction to transportation planning*, Londres, Hutchinson Educational Ltd, 1970, p. 187. La Société avait développé au début des années 1970 pour le compte du CETE d'Aix-en-Provence le programme AMERTUM. Sur les services offerts par cette Société en France, voir : Marc Doizon, *Développement, programmation, et application d'un module de répartition modale en milieu urbain*, Thèse pour le doctorat de spécialité (3<sup>e</sup> cycle), Université d'Aix-Marseille, Institut d'Aménagement régional d'Aix-en-Provence, 1974, p. 100 et suiv. ; Centre d'Etudes des Transports Urbains (CETUR), *Analyse et prévision du trafic urbain. Recherche d'un modèle d'équilibre prenant en compte l'offre de transport*, Bagnaux, septembre 1976, p. 20-21 (il s'agit de la thèse de doctorat de Jacques Giber, soutenue à l'Université Pierre et Marie Curie (Paris VI)) ; SETRA, Société civile Freeman Fox (Paris) et "Le Mas" de Verte Colline, *Note technique 1 : Analyse de fonctions de conductance à deux paramètres : distribution de déplacements (modes motorisés) en fonction de la distance*, avril 1975 (document disponible à la Bibliothèque du SETRA).

<sup>29</sup> Voir par exemple : MM. Lagneau et Pebereau, Professeurs (MM. Biass, Coignet, Coquery, Cornet-Vernet, Mme Dottelonde, Gerondeau, Mercadal, Nardin, Ralite : Maîtres de conférence), *Cours d'Aménagement urbain*, 1965-66 ; A. Bieber, O. Paul-Dubois-Taine, J. Orselli et J. Ville, *Circulation et transports urbains* (Enseignement spécialisé n° 29), année 1972-73 (documents consultables à la Bibliothèque de l'ENPC).

ponts participe aussi durant les années 1960 à l’aventure de la modélisation de déplacements urbains par l’intermédiaire de plusieurs travaux personnels faits sur la question par des élèves-ingénieurs<sup>30</sup>. L’IAURP va utiliser à la fin des années 1960 les compétences du *Centre de Gestion Scientifique* de l’Ecole des mines pour rendre opérationnels les modèles conçus par ses propres modélisateurs<sup>31</sup>.

Tous ces acteurs, unis par les mêmes réseaux de sociabilités – parmi les modélisateurs de l’époque, on trouve, en effet, beaucoup de polytechniciens et plusieurs diplômés de l’Ecole des ponts et chaussées – oeuvrent plutôt en symbiose, les bureaux d’études travaillant fréquemment, souvent à plusieurs, pour le compte de la puissance publique. Ils se côtoient également autour de plusieurs “ ressources communes ”, qu’il s’agisse de l’outil informatique – les “ moyens de production ” de la modélisation, selon notre vocabulaire – ou des enquêtes sur la mobilité des ménages, les “ matières premières ” qui vont alimenter les modèles. Ressources frappées à l’époque, il faut le souligner, du sceau de la rareté.

Ainsi l’Administration des ponts et chaussées va se doter de ses propres ordinateurs, un IBM 360/50 (installé au SETRA), un CII 10 070 de la Compagnie Internationale d’Informatique (installé à l’IRT) et un IBM série 360/50 (géré par le CETE d’Aix-en-Provence), seulement en 1969/70<sup>32</sup>. En 1976, le CETE de l’Est, créé en 1973, ne possède toujours pas d’équipement informatique lourd, le réseau de cinq terminaux qui fonctionne dans sa zone d’action étant, en effet, connecté à l’ordinateur CII-IRIS 80 du CETE de Lyon<sup>33</sup>. Pendant longtemps, les ingénieurs des ponts et les autres ingénieurs de l’Administration versés dans la modélisation faisaient appel à des sociétés

---

<sup>30</sup> Voir par exemple : J. Ichbiah, *L’affectation du trafic sur un réseau (analyse bibliographique d’une documentation allemande et américaine. Etude particulière de certains points* (travail personnel effectué à l’ENPC en 1965 dans le cadre de l’option “ Routes ”), janvier 1966 ; Yves Cousquer et Pierre Richard, *La valeur du temps dans les déplacements domicile-travail. Cas d’un grand ensemble de Lyon*, Travail personnel, Ecole nationale des ponts et chaussées, 1966.

<sup>31</sup> Michel Barbier *et al.* “ Investissement et tarification des transports urbains (Un essai d’approche systématique) ” *Cahiers de l’IAURP*, vol. 17-18, cahier 4, octobre 1969, p. 5-44.

<sup>32</sup> Jean-Louis Deligny, “ Le Centre de calcul de l’Administration centrale du Ministère de l’Equipement et du Logement ”, *RGRA*, n° 456, juillet-août 1970, p. 65-75. Un ordinateur IBM 1130 8K avait été installé au Ministère de l’Equipement en mars 1968. Voir *Bilan des activités du Département “ Recherche opérationnelle... ”*, *op. cit.*, p. 1.

d'informatique, dont l'IBM-France, société qui commercialisait en même temps des modèles clés-en-main sous forme de programmes informatiques programmés sur ses machines<sup>34</sup>. Outre IBM, il faudra mentionner la Société d'Etude et de Recherche pour le traitement de l'Information (SERTI), équipée d'un ordinateur UNIVAC 1108<sup>35</sup>, ou la Société d'Informatique Appliquée (SIA), filiale de la SEMA, qui s'est dotée, au début des années 1960, d'un " gros bijou " de l'époque, un calculateur CDC 3600 du Control Data Corporation et, un peu plus tard, d'un spécimen du modèle CDC 6600 de la même firme<sup>36</sup>.

Outre l'outil informatique, les modélisateurs de l'époque partagent aussi des " matières premières ", les enquêtes sur la mobilité des ménages qui alimentent les modèles. Si la plupart des enquêtes ont été faites sous l'égide du SERC puis du SETRA et des CETE, d'autres acteurs comme la RATP ou la ville de Paris ont procédé, avec le concours de bureaux d'études privés, à des enquêtes similaires. Parmi les villes qui ont fait l'objet d'enquêtes, citons les cas de Lyon et de Lille en 1965, de Marseille, d'Aix-en Provence, de Nice ou de Grenoble en 1966, de Bordeaux en 1967...<sup>37</sup>. Voici un aperçu du déroulement de ces enquêtes à partir du cas de Nancy. Celle-ci a mobilisé, entre le 15

---

<sup>33</sup> Brochure éditée par le *CETE de l'Est* (sd) concernant l'année 1976, p. 17 (disponible à la Bibliothèque du CETE de l'Est).

<sup>34</sup> Informations tirées des documents suivants : Ministère des Travaux publics et des Transports, Direction des Routes et de la Circulation Routière, Ecole nationale des ponts et chaussées, *Titre IV : " Etudes de Transport "*, avril 1965 ; *Cahiers de l'IAURP*, vol. 28, cahier 2 ; Ponts et chaussées, SERC, Agence de l'Est, *Affectation de trafic avec contraintes de capacité, Programme IBM-CAPRE*, mai 1967 (document disponible à la Bibliothèque du SETRA) ; MM. Koenig, Seigner et Boussuge, " Génération, distribution, affectation de trafic sur les voies nouvelles ", *RGRA* (Recyclage : formation permanente, année 1974, fascicule n° 1, janvier 1974, (p. 1-16) p. 15.

<sup>35</sup> Voir Ministère de l'Équipement et du Logement, Ministère des Transports, Commission d'étude des coûts d'infrastructure de Transport, Groupe des Transports urbains, *Quatrième rapport : Sur les coûts et la tarification des transports urbains*, février 1969, Annexe 1, p. 1 et 3.

<sup>36</sup> Informations tirées des documents suivants : J. Letellier, *ATTRAVAR*, OTR de Normandie, avril 1965, p. 19-20 ; Amy Dahan Dalmedico, *Jacques-Louis Lions, un mathématicien d'exception*, Paris, La Découverte, 2005, p. 48-49. Sur les (gros) ordinateurs des années 1960, voir : Paul E. Ceruzzi, *A history of modern computing*, Cambridge (Mass.), The MIT Press, 2003 (2e éd.).

<sup>37</sup> Pour une liste et une analyse des résultats de ces enquêtes, voir : SETRA, *Caractéristiques des déplacements en milieu urbain*, dossier 1 (Rapport) : " Caractéristiques socio-économiques des villes ", Bagnaux, sd ; CETUR, *Caractéristiques des déplacements en milieu urbain*, dossier 4 (Rapport et Annexe) : " Répartition entre modes de transports ", Bagnaux, sd ; CETUR, *Evolution des caractéristiques des déplacements en milieu urbain entre 1966 et 1973. Analyse d'après les enquêtes ménages réalisées à Grenoble, Nice, Rouen*, Bagnaux, 1977. Sur ces enquêtes, voir aussi les analyses de Benoît Facq, *Les fondements statistiques de la science française des déplacements urbains. L'histoire*



février et le 8 avril 1965, 37 étudiants de l'Université de Nancy qui se sont partagé les tâches d'enquêteur, de vérificateur et de « chiffreur ». Un travail préliminaire de plusieurs mois avait permis de définir le périmètre de l'enquête, le questionnaire utilisé et les tableaux de résultats. Environ 7500 habitants de la ville, tirés au sort à partir du fichier des abonnés EDF, ont répondu au questionnaire. Cette tâche a demandé 2200 heures de travail à 28 enquêteurs. Les tableaux de résultats sont l'aboutissement d'un travail de dépouillement mécanographique sur ordinateur IBM 1401 ; l'ensemble des opérations de perforation des cartes, de programmation et d'exploitation était achevé six semaines après la fin de l'enquête proprement dite<sup>38</sup>.

Parmi les enquêtes effectuées pendant cette période, celle qui a servi pour la première "Etude Globale de Transport de la Région Parisienne" (horizons temporels traités : 1975, 1985 et 2000) mérite une mention particulière. Son origine remonte à 1966, année où un groupe technique d'étude des transports réuni à la demande du Délégué Général du District de la Région de Paris proposait la réalisation d'une "étude globale de transport", à savoir la mise en oeuvre d'un certain nombre de mesures et d'enquêtes, lesquelles, exploitées et régulièrement actualisées, devaient permettre de s'assurer de la cohérence des décisions en matière de transport dans la région parisienne. Une fois les propositions du groupe approuvées par le Conseil d'Administration du District et par le Ministère de l'Equipement et du Logement<sup>39</sup>, un "groupe d'étude globale" est constitué. Organisé en trois "unités" ("traitement de l'information", "analyse scientifique", "préparation et contrôle des enquêtes"), le groupe a procédé à une organisation "industrielle" de l'"Etude", en la découpant en plusieurs opérations soigneusement préparées. Pendant plus d'un an (fin 1967-début 1969), le groupe a conçu et mis en place le dispositif de l'enquête et planifié son déroulement futur (définition des modèles à utiliser, définition de la nature et du volume des données statistiques à recueillir...). L'enquête proprement dite s'est déroulée entre le 15 mars et le 1<sup>er</sup> juillet 1969 et a porté sur 21000 ménages. Après vérification et recoupement systématique des renseignements

---

*des enquêtes ménages*, Mémoire pour l'obtention d'un Master 2 de Science politique, sous la direction de F. Bardet et G. Pollet, IEP de Lyon, septembre 2006.

<sup>38</sup> SERC. Agence de l'Est, *Nancy, enquête de circulation 1965*, Imprimerie Louis Hellenbrand, Metz, 1966, p. 2 notamment.

<sup>39</sup> On peut lire ces propositions dans les Cahiers de l'IAURP, vol. 28 (« L'Etude Globale de Transport de la Région Parisienne »), 1972, fascicule : « Avant-propos ; 1. Le cadre de l'étude », p. 19-25.

recueillis (de juillet à décembre 1969), il a fallu redresser les erreurs dues au sondage et aux refus de réponses des enquêtés (de janvier à mars 1970), préparer les programmes de traitement des données, analyser et mettre en forme les premiers résultats obtenus (avril-juillet 1970) : ceux-ci ont été diffusés en septembre 1970 au cours d'une conférence de presse du Préfet de la Région Parisienne. D'un coût total réel (en 1971) égal à 11,3 millions de francs (contre 14 MF de dépenses prévues en 1966), l'"Etude Globale de Transport de la Région Parisienne" a mobilisé une pléiade d'acteurs publics et privés dont la plupart ont déjà été mentionnés : SETEC, SERTI, BCEOM, SIA, CERAU, figurent, en effet, sur la liste des participants à cette entreprise orchestrée par le Service Régional de l'Equipement de la Région Parisienne et l'IAURP<sup>40</sup>.

De ce qui précède, il résulte clairement que la scène de la modélisation des déplacements urbains dans la France des années 1960 est peuplée de nombreux acteurs. Cette multitude d'acteurs se traduit par une multiplication des modèles proposés sur le marché hexagonal de la modélisation des déplacements urbains<sup>41</sup>. Au tournant des années 1960 et 1970, on peut parler d'une science française en matière de modélisation des déplacements urbains, forte de plusieurs modèles conçus par des équipes françaises, programmés sur des ordinateurs à l'intérieur de l'Hexagone<sup>42</sup>. Ajoutons immédiatement que cette production nationale bénéficie d'une visibilité à l'étranger : plusieurs modélisateurs français publient, en effet, sur des supports de langue anglaise et leurs travaux sont cités, encore aujourd'hui pour certains d'entre eux, par des collègues en provenance de plusieurs pays<sup>43</sup>.

---

<sup>40</sup> *Ibid.*, p. VI, p. 4-5, p. 11 notamment. Pour plus d'informations, le lecteur peut consulter les quatre volumineux fascicules des *Cahiers de IAURP*, vol. 28, 1972.

<sup>41</sup> Le lecteur peut prendre connaissance de cette production en consultant notamment : SERC, *Modèles de trafic, analyse bibliographique...*, *op. cit.*, *Cahiers de l'IAURP*, vol. 4-5, vol. 26 et vol. 28 (*op. cit.*); A. Brachon *et al.*, *op. cit.* ; J. Letellier, *ATTRAVAR*, *op. cit.* ; A. Gaudefroy-Demombynes, "Le simulateur de déplacements en milieu urbain", *RGRA*, n° 487, mai 1973, p. 101-104 ; P. Merlin, *La planification des transports urbains, enjeux et méthodes*, Paris, Masson, 1984 ; P. Merlin *Bibliographie sur la planification des transports urbains*, Paris, IRT et Presses universitaires de Vincennes, 1984 ; E. Balavoine, *La prévision de la demande de transports urbains*, Thèse de doctorat d'Etat, Université de Bordeaux I, 1981.

<sup>42</sup> Sur la problématique "science nationale", voir, par exemple, David Edgerton, "Science in the United Kingdom. A study in the Nationalization of Science", dans John Krige et Dominique Pestre (éds), *Science in the Twentieth Century*, Amsterdam, Harwood Academic Publishers, 1997, p. 759-776.

<sup>43</sup> Sans viser l'exhaustivité, voir : M. Bruynooghe, A. Gibert et M. Sakarovitch, "Une méthode d'affectation du trafic", dans W. Leutzbach et P. Baron (éds), *Proceedings of the Fourth International Symposium on the Theory of Road Traffic Flow*, Karlsruhe, Juin 1968, *Beiträge zur Theorie des*

## Début - milieu des années 1970 : du bourgeonnement à la normalisation

Ce bourgeonnement des années 1960, qui a débouché, nous venons de le voir, sur la création de plusieurs modèles “ made in France ” pour chacune des quatre étapes de la modélisation des déplacements urbains, va connaître, au début des années 1970, un coup d’arrêt, avec la création d’une “ science française normalisée ” en la matière. Qu’entendons-nous par là?

En 1972 et 1973 voient le jour une série de circulaires interministérielles qui fixent le cadre institutionnel, les objectifs, la méthodologie et le financement des études de conception, d’implantation et de programmation des infrastructures de voie et de transport en milieu urbain<sup>44</sup>. Parallèlement à la rédaction de ces circulaires méthodologiques, “ les services centraux – et notamment la Division Urbaine du SETRA – ont entrepris de mettre à la disposition des utilisateurs locaux des méthodes et des modèles de prévision du trafic adaptés aux problèmes à traiter dans la nouvelle

---

*Verkehrsflusses Strassenbau und Strassenverkehrstechnik*, Heft 86, Herausgegeben von Bundesminister für Verkehr, Abteilung Strassenbau, Bonn, 1969, p. 198-204; C. Ferragu et M. Sakarovitch, “A class of ‘structural’ models for trip distribution”, *Transportation Research*, vol. 4, 1970, p. 87-92 ; H. Le Boulanger, “Research into the urban traveller’s behaviour”, *Transportation Research*, vol. 5, 1971, p. 113-125; P. Rochefort, “The Demand for Inter-Urban Transport Econometric and Psycho-Sociological Approaches”, *PTRC Symposium Proceedings, Models of traffic outside towns, 12-15 May 1970, Amsterdam*, Bournemouth, 1971, p. 47-50; J.-G. Koenig, “Indicators of urban accessibility : Theory and application”, *Transportation*, vol. 9, 1980, p. 145-172 (les travaux de Koenig datent de la première moitié des années 1970). Parmi les travaux qui se réfèrent à la production française, voir : F. Tagliacozzo et F. Pirzio, “Assignment models and urban path selection criteria : results of a survey of the behaviour of road users”, *Transportation Research*, vol. 7, 1973, p. 313-329 (les auteurs se réfèrent, entre autres aux travaux des modélisateurs de la SEMA) ; W.J. Jewell, “Models for Traffic Assignment”, *Transportation Research*, vol. 1, 1967, p. 31-46 (l’auteur a séjourné à Paris entre septembre 1965 et février 1966 comme Fulbright Research Scholar et a travaillé avec H. Le Boulanger et son équipe à la SEMA. Il cite le travail de Sakarovitch aux Etats-Unis à Berkeley) ; J.M. Morris, P.L. Dumble et M.R Wigan, “Accessibility indicators for transport planning”, *Transportation Research A*, vol. 13A, 1979, p. 91-109 (les auteurs se réfèrent à plusieurs reprises à Koenig, encore cité récemment dans Donald G. Janelle et D. C. Hodge, *Information, Place and Cyberspace. Issues in Accessibility*, New York, Springer, 2000); Peter A. Steenbrink, “Transport network optimization in the Dutch Integral Transportation study”, *Transportation Research*, vol. 8, 1974, p. 11-27 (il cite les travaux de Barbier à l’IAURP et le papier signé par le trio Bruynooghe, Gibert et Sakarovitch, texte cité encore récemment par : Hai Yang et Hai-Jun Huang, *Mathematical and Economic Theory of Road Pricing*, Oxford, Elsevier, 2005 ; et A. Nagurney et D. Boyce, “Preface to ‘On a Paradox of Traffic Planning’”, *Transportation Science*, vol. 39, n° 4, novembre 2005, p. 443-445).

<sup>44</sup> Sur ces circulaires, voir par exemple : Jean Poulit, “Le problème urbain : ses dimensions, ses méthodes”, *RGRA* (Recyclage: formation permanente, année 1973, fascicule n° 1, janvier 1973), p. 1-15 ; G. Koenig, “Conception générale et programmation des réseaux urbains de voirie et de transport collectif”, *RGRA* (‘Recyclage : formation permanente, année 1974, fascicule n° 4), p. 1-16.

conception. Il a paru avant tout indispensable – compte tenu de l’expérience étrangère – d’éviter que chaque ville n’ait à réinventer une méthode de prévision particulière, nécessitant dans chaque cas une enquête auprès des ménages très coûteuse et très longue (deux ans environ), sans que le gain en précision soit toujours évident. On a donc cherché à mettre au point des *modèles aussi universels que possible* [c’est nous qui soulignons], dont le calage sur chaque ville ne porte que sur un nombre restreint de paramètres essentiels disponibles à partir d’enquêtes légères (comptages). Le matériau de base pour cette mise au point a été constitué par seize enquêtes faites auprès des ménages dans les villes françaises entre 1966 et 1971 ”<sup>45</sup>.

Circulaires méthodologiques, guides, dossiers pilotes, grands documents de synthèse, édités par les services centraux du Ministère de l’Equipement, le SETRA notamment<sup>46</sup>, plusieurs articles de synthèse dans des périodiques techniques très lus par les ingénieurs, comme la *Revue Générale des Routes et des Aérodrômes*, autant d’opérations qui aboutissent à une standardisation des procédures et des méthodes utilisées dans les études relatives aux déplacements urbains. Cette normalisation touche également les modèles utilisés dans ce type d’études. Parmi les nombreux modèles disponibles sur le marché de la modélisation des déplacements urbains au seuil des années 1970, l’Administration choisit un certain nombre d’entre eux. Normalisés sous forme de programmes informatiques installés sur les machines des services techniques du Ministère de l’Equipement, ces modèles sélectionnés sont diffusés et massivement utilisés dans les années 1970 à travers le territoire national grâce à des organismes

---

<sup>45</sup> Koenig *et al.*, “ Génération, distribution... ”, *op. cit.*, p. 1-2.

<sup>46</sup> Voir, à titre indicatif : SETRA (Division urbaine)-IRT, *Etudes préliminaires d’infrastructures de Transport. Note de synthèse*, Bagneux, sd (on trouve, entre autres, les différents modèles opérationnels du Ministère) ; SETRA (Division urbaine), *Dossier pilote concernant la réalisation des enquêtes ménages déplacements*, Bagneux, 1975 ; SETRA (Division urbaine), *Caractéristiques des déplacements en milieu urbain*, dossier n° 1 (Rapport) : “ Caractéristiques socio-économiques des villes ”, Bagneux, sd ; CETUR, *Caractéristiques des déplacements en milieu urbain*, dossier n° 2 (Rapport) : Id., “ Génération des déplacements de personnes ” ; Id., dossier n° 3 (Rapport) “ Distribution des déplacements ”, Bagneux, sd ; Id., dossier n° 4 (Rapport et Annexe) : “ Répartition entre modes de transports, Bagneux, sd ; Id., dossier n° 5 (Rapport et Annexe) : “ Coefficients de pointe ”, Bagneux sd ; Id., dossier n° 6 (Rapport) : “ Stationnement dans les zones centrales, Bagneux, sd. ; Id., dossier n° 7 (Rapport et Annexe) : “ Conditions de déplacement (Temps, distances, vitesses) ; SETRA (Division urbaine), Annexe Générale : “ Tableaux comparatifs sur 16 villes pour les principaux paramètres ” (tous ces rapports datent du milieu des années 1970).

publics locaux, les CETE notamment<sup>47</sup>. Les différents bureaux d'études privés peuvent par ailleurs utiliser contre argent ces modèles disponibles sur les ordinateurs de l'Administration à des prix qui sont moins élevés que ceux pratiqués par des sociétés privées, comme l'IBM par exemple<sup>48</sup>.

---

<sup>47</sup> Les bibliothèques du SETRA et des différents CETE contiennent une multitude d'études produites dans les années 1970 qui font appel à ces modèles "normalisés". Informons ici le lecteur qu'un mouvement de « normalisation » analogue semble avoir été produit aussi, et avec une certaine avance dans le temps, aux Etats-Unis. Ainsi le *Bureau of Public Roads* (BPR) (créé en 1916) et la *Federal Highway Administration* (FHWA), fondée en 1966 ont déployé dans les années 1960 plusieurs actions de grande ampleur : rédaction de manuels et de guides, mise en place de cours, développement de programmes d'ordinateur. Ainsi, entre 1963 et 1967, le BPR a produit une dizaine de manuels et a mis en place un "Urban Transportation Planning Course" d'une durée de deux semaines, adressé à des planificateurs et à des ingénieurs. Toujours le BPR, en collaboration avec le *Bureau of Standards*, a développé plusieurs programmes informatiques: en 1967, la "Bibliothèque informatique" ainsi créée contenait environ soixante programmes sur des machines IBM. Informations tirées de E. Weiner, *Urban transportation planning in the United States...*, *op. cit.*, p. 34-36 en particulier.

<sup>48</sup> Ainsi le modèle FABER (étapes de génération et de distribution), disponible sur l'ordinateur IBM du SETRA, a un coût de passage de 500 francs ; DAVIS (étape d'affectation), disponible sur l'ordinateur IBM du SETRA et sur l'ordinateur CII de l'IRT, coûte 800 francs plus 200F par dessin automatique ; AFTAT (affectation), programmé sur l'ordinateur CII du CETE de Bordeaux, a un coût de passage de 800 francs ; en revanche le passage du modèle SATURNE (affectation), disponible par IBM sur ses ordinateurs, coûte 3 000 francs. Voir Koenig *et al.*, "Génération, distribution...", *op. cit.*, p. 15. Voir aussi le document SETRA-Agence de l'Est (Département informatique), *Barème 73. Prestations informatiques*, Metz, mars 1973 (consultable aux Archives du CETE de l'Est) : on y trouve plusieurs informations sur les tâches réalisées par le personnel du Département informatique lors du passage sur les ordinateurs de l'Administration des différents modèles de prévision des déplacements urbains de l'époque ainsi que sur les délais proposés et sur les tarifs pratiqués. Pour le passage du modèle DAVIS (affectation), on apprend ainsi que les tâches réalisées sont : la perforation des bordereaux de données ; la vérification des cartes perforées à partir des bordereaux ; la constitution-vérification du jeu de données ; l'appel aux fichiers nécessaires ; l'utilisation du ou des programmes ; la sortie des résultats sur papier triple ; le déliassage ; la maintenance des fichiers (la période demandée devant être inférieure à six mois). Quand aux délais, ils "sont de 10 jours ouvrables à partir de la remise des bordereaux dûment remplis. Ce délai ne comprend pas le déliassage des listings" (*in ibid.*, p. 10-11).

**DES ANNEES 1980 A NOS JOURS : L' IRRESISTIBLE MONTEE EN PUISSANCE DES  
GRANDS BUREAUX D'ETUDES INTERNATIONAUX ET DES LOGICIELS  
COMMERCIALISES**

Importation des savoir-faire américains, création d'une science nationale, normalisation et utilisation massive de celle-ci : voici les trois grands moments qui structurent la trajectoire de la modélisation des déplacements urbains dans la France des années 1950-1975. Que s'est-il passé après ?

Beaucoup de choses, mais surtout à l'étranger. Des changements importants marquent, en effet, depuis le milieu de la décennie 1970, les pratiques de modélisation en matière de déplacements urbains. Ces évolutions portent à la fois sur le formalisme mathématique des modèles mais aussi sur les " moyens de production " de la modélisation, qui est entrée définitivement dans l'ère de la micro-informatique – *exit* donc les grosses machines au statut de ressource rare – et dans celle des logiciels commerciaux et mondialisés, véritables " boîtes à outils " permettant à leurs utilisateurs de fabriquer leurs propres modèles.

Toutes ces mutations que nous venons d'évoquer commencent à atteindre la France, avec un certain retard par rapport à d'autres pays, à partir des années 1980. Mais alors que l'Etat français avait joué un rôle décisif dans l'" acculturation " aux pratiques de modélisation des déplacements urbains pour la période 1950-1975, force est de constater que les principaux acteurs des changements enregistrés dans ce domaine en France après les années 1980 sont les bureaux d'études privés, le plus souvent d'origine étrangère, tous activement présents sur le sol français ces dernières années.

Détaillons tout cela.

**L'Administration et la modélisation des déplacements, 1980-2000**

Si on regarde du côté de l'Administration, force est de constater que la période 1980-2000 contraste beaucoup avec celle qui la précède. Même si on enregistre quelques développements originaux durant la seconde moitié des années 1970, ils semblent

rester, pour la plupart d'entre eux, sans lendemain<sup>49</sup>. Hormis la mise en œuvre massive à travers le territoire national des modèles standardisés de la période précédente, l'Administration semble alors se contenter pendant longtemps de gérer « au quotidien » les modèles du passé, en les adaptant par exemple aux nouveaux supports informatiques. Citons néanmoins le développement du modèle OPERA, modèle monomodal (voitures particulières), créé dans les années 1980 par le CETE Méditerranée et utilisé aussi par une série d'autres CETE<sup>50</sup> (au seuil des années 2000, on disposait d'une version informatique évoluée du modèle, sous l'appellation « CartOPERA »<sup>51</sup>). Le même CETE Méditerranée, avec la participation de la société d'informatique grenobloise ALMA, a développé ainsi une version micro-ordinateur du modèle TERESE (voir Annexe) pour le compte de la SEMALY<sup>52</sup> et du CETUR<sup>53</sup>. DAVIS connaît aussi une série d'adaptations et d'évolutions (voir Annexe). Notons enfin que si l'on observe peu d'innovations de la part de l'Administration en ce qui concerne la modélisation proprement dite, les services techniques de l'Etat restent, en revanche, toujours actifs au niveau des enquêtes sur la mobilité<sup>54</sup>.

Parallèlement, au niveau « recherche », on assiste au développement de réflexions autour du concept de mobilité (grâce, en partie, aux résultats des enquêtes lancées dans

---

<sup>49</sup> Voir par exemple : Service d'Etudes des Routes et Autoroutes, Société civile Freeman Fox (Paris) et « Le Mas » de Verte Colline, *Note technique 1 : Analyse de fonctions de conductance à deux paramètres : distribution de déplacements modes motorisés en fonction de la distance* (Rapport), avril 1975 (document disponible à la Bibliothèque du SETRA); Centre d'Etudes des Transports Urbains (CETUR), *Analyse et prévision du trafic urbain...*, op. cit. ; O. Desforges, *Comparaison de trois modèles d'affectation de la circulation urbaine*, Davis-Kova 10-Medycis, Rapport de Recherche IRT, n° 29, Arcueil, IRT, février 1978 ; CETE de l'Est, *Distribution des déplacements urbains: tests d'un modèle d'opportunité*, Metz, janvier 1978 ; Ministère des Transports – Centre d'Etudes des Transports Urbains – CETE de Rouen, *Modèle de génération et de distribution de la clientèle sur un réseau de Transport Public Urbain*, septembre 1978.

<sup>50</sup> GESMAD, *Bilan des pratiques et attentes de modélisation des collectivités locales*, Rapport d'étude pour le compte de la DRAST, septembre 2002.

<sup>51</sup> Voir CETE Méditerranée et CERTU, *CartOpera, Logiciel de prévision et d'affectation de trafic urbain*, Manuel de présentation, 2000.

<sup>52</sup> La SEMALY (Société d'Economie Mixte du Métropolitain de l'Agglomération Lyonnaise) est créée en 1968.

<sup>53</sup> CETUR, *Les Etudes de prévision de trafic en milieu urbain...* (Fiche d'information n° 17), Bagneux, 1989.

<sup>54</sup> Sur les techniques d'enquête, voir par exemple : CERTU, *L'enquête ménage déplacements « standard Certu »*, Lyon, Editions de CERTU, juin 2008.

le cadre de la modélisation)<sup>55</sup>, réflexions accompagnées par une montée des critiques à l'égard de la modélisation telle qu'elle a été pratiquée dans les années 1960 et au début de la décennie suivante. On critique alors : le conservatisme des modèles, qui se borneraient à prolonger des tendances observées par le passé ; la tendance des modèles (ou des modélisateurs) à privilégier l'automobile, ce qui expliquerait également la faible place occupée par l'étape du choix modal dans les pratiques de modélisation, largement « monomodales » (une modélisation pour les voitures particulières, une autre indépendante pour les TC); le caractère séquentiel des modèles utilisés, caractère qui, s'il n'est pas de principe, est inscrit dans les usages (les étapes génération-distribution-répartition modale-affectation se succèdent sans feed-back) ; le caractère agrégé des modèles (l'unité de base est la « zone » territoriale) : l'introduction de comportements moyens aurait ainsi tendance à masquer la grande hétérogénéité des attitudes des ménages ou des individus face aux déplacements ; l'absence de fondements théoriques, qui devraient être recherchés à un niveau « micro », du côté du comportement individuel<sup>56</sup>. Si ces critiques sont communes de part et d'autre de l'Atlantique et de la Manche, elles ne produiront pas en France une modélisation alternative, contrairement à ce qui va se passer dans d'autres pays (voir plus bas)<sup>57</sup>.

---

<sup>55</sup> Pour une présentation de ces recherches sur la mobilité, voir, par exemple, la synthèse proposée par Jean-Pierre Orfeuil, *L'évolution de la mobilité quotidienne. Comprendre les dynamiques, éclairer les controverses*, Arcueil, INRETS, 2000.

<sup>56</sup> Pour une présentation de ces critiques (et une bibliographie), voir, entre autres : P. Merlin, *La planification...*, *op. cit.* ; M. Le Nir, *Les modèles de prévision de déplacements urbains*, Thèse nouveau régime, Université Lumière Lyon 2, 1991.

<sup>57</sup> Voici les commentaires qu'un Pierre Merlin, praticien de la modélisation et universitaire, consacre à ce mouvement critique : « Comme on l'a vu, les premiers modèles 'frustes' et même les modèles de base du début des années 1960 ne se sont guère posé la question de leurs bases théoriques. A l'époque, les soucis opérationnels l'emportaient. Ce n'est que vers 1970, lorsque les nouveaux programmes de travaux et donc les grandes études de transport se ralentirent, qu'on se posa ces questions théoriques » ; « la vague de critiques qui atteint [la méthode classique de modélisation] semble avoir stérilisé [en France] toute recherche véritable pendant les années 1970 » (P. Merlin, *La planification*, *op. cit.*, p. 153 et 175). L'évolution du cours de modélisation à l'ENPC confirme les propos tenus par Merlin (voir A. Bieber *et al.*, *Circulation et transports urbains*, Recueil des polycopies pour 1983-1984, ENPC) : les élèves sont, en effet, invités à être critique à l'égard du « totalitarisme positiviste » qui « constitue le discours dominant du milieu technique traditionnel » (p. 13).



## **Les bureaux d'études privés et la modélisation des déplacements urbains, 1980-2000**

Si l'Etat français se retire (du moins, par rapport à la période 1960-1975) du champ de la modélisation des déplacements, en se « contentant », pour l'essentiel, d'appliquer et de gérer au quotidien les modèles normalisés des années 1970 ainsi que de réactualiser périodiquement les données relatives à la mobilité des ménages, cela n'implique pas l'existence de *statu quo*. Des évolutions notables marquent les pratiques de modélisation en France à partir du milieu des années 1980. Comme nous l'avons dit, ces évolutions portent tout à la fois sur les formalismes des modèles et sur les supports informatiques. En ce qui concerne le support informatique, la modélisation entre dans l'ère du logiciel commercial et mondialisé. Quant aux formalismes, deux tendances opposées, mais *in fine* complémentaires puisqu'elles concernent des points d'application différents, caractérisent la période : une tendance à la complexification des modèles (avec l'approche dite « désagrégée » qui arrive en France dans les années 1980) contraste avec une tendance à la simplification et à l'allègement (modèles dits « stratégiques » qui n'arrivent en France que durant la décennie 1990). Si l'Administration a été en France l'aiguillon principal de la modélisation des déplacements urbains dans la période antérieure, les vecteurs principaux du changement à partir des années quatre vingt sont les bureaux d'étude, le plus souvent d'origine étrangère.

### *L'arrivée en France des modèles désagrégés*

L'approche dite « désagrégée », d'origine anglo-saxonne<sup>58</sup>, est associée à des universitaires (aujourd'hui) de renom, tels que Moshe Ben-Akiva, professeur au MIT<sup>59</sup>,

---

<sup>58</sup> La modélisation désagrégée essaie de décrire le comportement de l'individu qui se déplace, en traduisant les comportements en probabilité de choisir l'une plutôt que les autres façons de se déplacer en fonction de ses caractéristiques propres et de son univers de choix ; ces probabilités sont ensuite appliquées à l'ensemble des individus et agrégées. Sur cette approche, voir entre autres, les deux ouvrages suivants : P. Bonnel, *Prévoir la demande de transport*, Paris, Presses de l'ENPC, 2004 ; D.A. Hensher et K.J. Button (éd.), *Handbook of transport modelling*, Oxford, Elsevier Science Ltd, 2000.

ou Daniel McFadden<sup>60</sup>, prix Nobel d'économie pour l'année 2000. Elle fait ses premiers pas, plutôt théoriques, dans les années 1960 et au début des années 1970, et est « prête » pour un usage opérationnel durant la première moitié des années 1980<sup>61</sup>.

Si des références à, voire des commentaires sur, la modélisation désagrégée figurent dans des documents français de la première moitié des années 1970<sup>62</sup>, ce type de modélisation arrive véritablement en France au début des années 1980 et monte en puissance dans les années 1990.

Plusieurs raisons expliquent l'intérêt français pour ce type de modélisation après 1980. L'approche monomodale – dominante jusqu'alors et utilisée principalement pour

---

<sup>59</sup> M. Ben-Akiva, "Structure of passenger travel demand models", thèse de doctorat, Department of Civil Engineering, MIT, Cambridge (Mass.), 1973 ; M. Ben-Akiva and S. Lerman, *Discrete Choice Analysis: theory and application to predict travel demand*, Cambridge (Mass.), The MIT Press, 1985.

<sup>60</sup> Voir par exemple, son récent article : Daniel McFadden, « The behavioral science of transportation », *Transport Policy*, vol. 14, 2007, p. 269-274, dans lequel l'auteur revient sur son parcours depuis le début des années 1970.

<sup>61</sup> E. Weiner (*Urban transportation planning in the United States...*, *op. cit.*) consacre quelques pages sur la naissance et la montée en puissance de ce type de modélisation. Weiner souligne, entre autres, le rôle joué par la Transportation Research Board Committee on Traveler Behavior and Values qui a lancé une série d'International Conferences on Behavioral Travel Demand. Plus tard, l'organisation de ces conférences est assurée par l'International Association for Travel Behaviour Research (IATBR), établie en avril 1985. De telles conférences ont eu lieu en 1973, 1975, 1977, 1979, 1982, 1985, 1987 (en France), 1991, 1994, 1997, 2000, 2003, 2006 et 2009 (voir *idid.*, p. 116-118, p. 130-131 et le site de l'IATBR). Voir aussi les travaux de l'universitaire David Boyce, spécialisé dans la modélisation des déplacements urbains et très versé dans l'histoire de sa discipline : David E. Boyce and Huw C.W.L. Williams, « Urban Travel Forecasting in the USA and UK », in A. Reggiani and L. Schintler (éds), *Methods and Models in Transport and Telecommunications : Cross Atlantic Perspectives*, Berlin, Springer, 2005, p. 25-44. En français, voir l'historique donné par P. Bouyaux, *Modélisation behavioriste de la demande de transport urbain : problèmes théoriques et application empirique à la ville de Rennes*, Thèse de doctorat, Université de Rennes I, 1988, p. 21-27. Sur la modélisation désagrégée en « terre francophone » aujourd'hui, voir, entre autres, Catherine Morency, *Contributions à la modélisation totalement désagrégée des interactions entre mobilité urbaine et dynamiques spatiales*, thèse de doctorat, Ecole polytechnique de Montréal, 2004.

<sup>62</sup> Voir, par exemple : CETUR, *Analyse et prévision du trafic urbain. Recherche...*, *op. cit.*, p. 10 ; A. Bonnafous et B. Gerardin, *La demande de transports de voyageurs...*, *op. cit.*, p. 50-51 ; Marc Doizon, *Développement, programmation, et application...*, *op. cit.* (les auteurs citent les premiers travaux de M. Ben-Akiva, dont sa thèse). Qui plus, on trouve même, à la fin des années 1960 et au début des années 1970, des modèles français qui reposent sur les premières réflexions anglo-saxonnes en matière de modélisation désagrégée. C'est le cas du modèle BIREG développé par Philippe Rochefort, diplômé de l'Ecole centrale de Lyon en 1967, au CERAU (voir, entre autres : P. Rochefort, "The Demand for Inter-Urban...", *op. cit.* ; A. Danet, P.-T. Lang, J.-M. Netter, *Etude du choix du mode de transport par les habitants de quelques quartiers de Marseille*, Arcueil et Paris, IRT-CERAU, 1970) ; et du modèle développé par Marc Doizon, *Développement, programmation, et application...*, *op. cit.* (les deux modèles en question s'appuient sur les travaux pionniers de Stanley L. Warner, *Stochastic choice of mode in urban travel: a study in binary choice*, Evanston, Northwestern Univreity Press, 1962).

dimensionner l'infrastructure (routes et TC en site propre) et pour procéder à leur évaluation socio-économique – se trouve face à de nouveaux défis<sup>63</sup>. L'évolution des problématiques marquées par les nouveaux Plans de Déplacements Urbains – ceux-ci deviennent obligatoires en 1996 pour les agglomérations dépassant les 100 000 habitants et engendrent une forte demande d'expertise pendant la période 1995-2000 – ainsi que la volonté d'une plus grande maîtrise de la voiture au profit des autres modes de transport – loi sur l'air de 1996, remettant officiellement en cause la logique de développement de l'offre motorisée – suscitent, en effet, de nouveaux besoins en matière de modélisation<sup>64</sup>. C'est l'une des raisons du regain d'intérêt pour l'étape de répartition modale en France, et son outil par excellence, la modélisation désagrégée.

L'approche désagrégée est introduite en France au début des années 1980 par deux voies qui ne communiquent pas nécessairement. La première est celle de la recherche : quelques chercheurs ont ainsi consacré à la modélisation désagrégée des travaux universitaires, qui ne débouchent pas nécessairement à des applications immédiates<sup>65</sup>. La seconde voie de pénétration en France des modèles désagrégés passe par une série d'applications pratiques et a été davantage le fait de praticiens, plus précisément de quelques bureaux d'études étrangers.

---

<sup>63</sup> Pour le partage modal, on utilisait alors des « grilles de partage » ou la « courbe de partage modal » : à partir de données d'enquêtes sur l'utilisation de différents moyens de transports, ou par analogie avec ce qui se passait dans des agglomérations analogues, on définissait le pourcentage d'utilisation des véhicules particulières et des transports en commun. Voir, par exemple, CETUR, *Les études de prévision de trafic en milieu urbain. Guide technique*, Bagnaux, 1990, p. 32-33.

<sup>64</sup> Voir, entre autres, le dossier très fourni dans la *Revue Générale des Routes*, n° 773, mai 1999.

<sup>65</sup> Voir : M. Manheim et M. Ben Akiva, « Les modèles désagrégés », dans E. Quinet (dir.), *La demande de Transport*, Paris, ENPC, 1982, p. 119-134 ; C. Raux, *Modèles de prévision des comportements de mobilité quotidienne*, Thèse de docteur-Ingénieur, Université Lyon II–Ecole nationale des travaux publics de l'Etat, 1983 ; L. Hivert, *Modélisation de la demande de transport : présentation critique de l'outil désagrégé*, DEA de Recherche Opérationnelle, Université Pierre et Marie Curie-Paris VI, 1985 ; Pascal Bouyaux, « Modélisation désagrégée des transports urbains : une application à la ville de Rennes », *Revue d'Economie Régionale et Urbaine*, n° 5, 1988, p. 783-809 ; P. Bouyaux, *Modélisation behavioriste de la demande de transport urbain : problèmes théoriques...*, *op. cit.* ; D. Chevrolet, *Deux études de transport urbain Ordonnancement des phases d'un carrefour ; Modèles désagrégés de déplacements dans l'agglomération grenobloise*, Thèse de doctorat (3<sup>e</sup> cycle), Université de Grenoble, 1986 (dans sa thèse, l'auteur prolonge les travaux de modélisation menés au début des années 1980 à Grenoble avec la participation du bureau d'études étranger Cambridge Systematics Europe, voir *infra*). Voir aussi A. de Palma et J.-F. Thisse, « Les modèles de choix discrets », *Annales d'économie et de statistique*, n° 9, 1987, p. 151-190.

Ainsi la Régie autonome des transports parisiens (RATP), qui avait déjà développé en interne dans les années 1970 un modèle (agrégé) nommé GLOBAL<sup>66</sup>, fait appel au début des années 1980 à une filiale européenne du grand bureau d'études américain Cambridge Systematics (fondé en 1972), Cambridge Systematics Europe, devenu, en 1985, le Hague Consulting Group (HCG)<sup>67</sup> – pour développer une modélisation désagrégée portant sur le choix modal (modèle IMPACT, opérationnel depuis 1984)<sup>68</sup>.

La seconde expérience française en matière de modélisation désagrégée concerne la ville de Grenoble ; elle a été menée, en grande partie en 1982 et 1983, par un groupe de travail comprenant des acteurs publics comme le CETE de Lyon et l'Agence d'Urbanisme de la Région Grenobloise (pour la partie collecte des données), l'Institut d'Informatique et Mathématiques appliquées de Grenoble (IMAG) et la société ALMA – société grenobloise, créée en 1979 par des chercheurs de l'Université de Grenoble en mathématiques appliquées dont J.-P. Uhry, qui compte parmi les pères de TERESE (voir *supra*) – et, enfin, le bureau d'études Cambridge Systematics Europe, qui a été responsable du développement du modèle. Le modèle a été utilisé d'abord pour évaluer les reports modaux induits par différentes politiques testées (hausse du coût des carburants, remboursement des trajets « domicile-travail » en TC, doublement du coût des parkings). Il a aussi été utilisé pour tester l'effet sur la répartition modale de la première ligne de tramway qui devait être mise en service sur l'agglomération. L'expérience grenobloise a ensuite été « transférée » à Nantes<sup>69</sup>. Cette étude et ses

---

<sup>66</sup> GLOBAL est d'abord testé avec succès après la mise en route du tronçon central de la ligne A en décembre 1977 et est largement utilisé depuis en dehors du site parisien : « Les outils qui ont été les plus utilisés ces dernières années dans le cadre de la prévision de trafic sur de nouvelles infrastructures de transport collectif urbain sont les suivants : le Modèle Global de la RATP et le modèle TERESE de la SEMALY » : Voir GESMAD, *Evaluation des modèles de prévision de trafic* (Décision d'Aide à la recherche n° 98MT59-PREDIT 1996-2000), Rapport final, 2000, p. 36.

<sup>67</sup> La partie essentielle du HCG est absorbée à son tour, en 2001, par RAND Europe. Sur les modèles développés par le Hague Consulting Group, voir, entre autres, James Fox, Andrew Daly et Hugh Gunn, *Review of RAND Europe's Transport Demand Model Systems*, Santa Monica, RAND, 2003.

<sup>68</sup> Voir, entre autres : RATP et Cambridge Systematics, *Etudes des politiques de transport en région Ile-de-France: mise au point et utilisation des modèles désagrégés de choix modal*, Paris, RATP-Direction Générale des Etudes, juin 1982 ; RATP et Cambridge Systematics Europe, *Estimation et application de modèles désagrégés de choix de mode et de destination pour les déplacements "autres motifs" basés sur le domicile*, RATP-Direction du Développement, janvier 1985; Jacqueline Rousseau et Catherine Saut, « Un outil de simulation de politiques de Transport: IMPACT 3 », *Revue Générale des Chemins de fer*, décembre 1997, p. 77-83.

<sup>69</sup> Voir: CETUR, *Les déplacements domicile-travail et domicile-école. Modèles désagrégés de choix modal. Application au cas de l'agglomération de Grenoble*, 1985 (Sur la couverture du rapport on lit

suites illustrent aussi la transition de l'informatique lourde de la période précédente à la micro-informatique d'aujourd'hui. Ainsi dans un premier temps les différentes données étaient disponibles sur bandes, et la machine qui centralisait cette information était l'Honeywell-Bull Multics de l'Université de Grenoble. Le traitement des données était fait avec des programmes FORTRAN. Pour l'estimation et l'analyse du modèle (de type logit), une série de programmes informatiques, appelée SLOGIT (version 1982), a été utilisée ; ces programmes ont été développés par Cambridge Systematics et écrits en FORTRAN, langage classique pour les gros ordinateurs de l'époque. Postérieurement à cette étude, l'ensemble de ces programmes a été réécrit et amélioré. Les travaux ultérieurs réalisés en France ont ainsi utilisé cette nouvelle version appelée ALOGIT (1984). Parallèlement, le travail se faisait sur des micro-ordinateurs, à l'aide d'un programme écrit en Pascal pour l'Apple II et l'Apple III. Le travail de conception a été réalisé par Cambridge Systematics à La Haye et à Londres, et les applications à Londres et à Grenoble.

Pour compléter la chronique de l'introduction de la modélisation désagrégée en France dans les années 1980, signalons une étude menée entre janvier et septembre 1987 à l'INRETS dans le cadre de la prévision de trafic du futur système ORLYVAL destiné à desservir l'aéroport d'Orly près de Paris. Dans l'équipe du projet, on trouve un autre bureau d'études étranger, le groupe britannique MVA Consultancy<sup>70</sup> et le Centre de Recherches sur les Transports (CRT) de l'Université de Montréal<sup>71</sup>.

Dans les années 1990, d'autres organismes français ont fait appel à la modélisation désagrégée par l'intermédiaire de bureaux d'études étrangers, qui créent par ailleurs leurs antennes françaises. Fin 1994, la RATP décide de réaliser un nouvel outil de simulation qui actualiserait son ancien logiciel IMPACT (voir *supra*) ; pour cela, elle fait appel au bureau d'études MVA Consultancy, qui livre le produit final en 1996

---

que : « Ce rapport a été rédigé en version anglaise par Monsieur A.J. Daly, de Cambridge Systematics Europe B.V.) ; MELATT, CETUR, CETE de Lyon, CETE de l'Ouest, *Modèles désagrégés: principes généraux, méthodologie, applications (Grenoble, Nantes)* (Journées de rencontre sur les modèles désagrégés, 10-11 juin 1986), 1986.

<sup>70</sup> Notons que MVA Consultancy est rachetée en 1993 par l'entreprise française SYSTRA.

<sup>71</sup> L. Hivert, J.P. Orfeuill, P. Troulay, *Modèles désagrégés de choix modal : réflexions méthodologiques autour d'une prévision de trafic*, Rapport INRETS, n° 67, 1988.

(IMPACT 3, un modèle désagrégé de choix de mode et de destination)<sup>72</sup>. En 1996-1997, la même société MVA réalise, pour le compte du CERTU et sur financement ADEME-CERTU, une étude sur Lyon qui fait également intervenir la modélisation désagrégée<sup>73</sup>. De son côté, le STIF (*Syndicat des Transports de l'Ile de France*) fait appel au bureau Hague Consulting Group, qui développe en 1994-1995 pour l'Ile-de-France le modèle ANTONIN (*Analysis of Transport Organisation and New Infrastructure*), composé d'une série de modèles désagrégés<sup>74</sup>.

### *Simplification : le modèle stratégique*

Comme les modèles désagrégés, une autre nouveauté en matière de modélisation des déplacements, la modélisation dite stratégique, s'est développée d'abord à l'étranger dans les années 1980 (villes de Birmingham, Londres et Edinburgh), avant d'arriver en France au milieu des années 1990<sup>75</sup>. Les modèles stratégiques ont pour vocation de s'intéresser aux déplacements de façon plus schématique que les modèles classiques (le nombre des zones de découpage peut être divisé par dix) mais en prenant en compte plus de variables socio-économiques et une surface beaucoup plus grande, ce qui permet une compréhension à l'échelle régionale des déplacements induits par une agglomération. Ils ne remplacent pas les modèles classiques mais peuvent être utilisés pour tester rapidement les nombreux *scénarii* envisagés et faire diminuer considérablement le nombre des options qui seront testées par la « modélisation classique ». L'acteur central de la modélisation stratégique pour la France est un « habitué » de la modélisation, la SEMALY (aujourd'hui Egis Rail) (voir *supra* et Annexe) – devenu bureau d'études privé en 1992 –, qui a développé un modèle

---

<sup>72</sup> Concernant IMPACT 3, voir J. Rousseau et C. Saut, « Un outil de simulation... », *op. cit.*

<sup>73</sup> CERTU et ADEME, *Comportements de déplacement en milieu urbain : les modèles de choix discrets. Vers une approche désagrégée et multimodale*, Lyon, Juin 1998.

<sup>74</sup> N. Bhourri, *Intermodalité : Bilan et perspectives des systèmes informatiques*, INRETS, février 2002 ; Jan Gerrit Tuinenga, Marits Pieters (RAND Europe) and Laurence Debrincat (STIF), "ANTONIN: updating and comparing a transport model for the Paris Region", Association for European Transport and contributors 2006 (disponible sur le net : <http://www.etcproceedings.org/>).

<sup>75</sup> Sur la modélisation stratégique dans le contexte français, voir S. Masson, « Interactions entre système de transport et système de localisation : de l'héritage des modèles traditionnels à l'apport des modèles

stratégique (appelé MOSTRA : MODèle STRAtégique) sur Lyon, avec l'aide d'un laboratoire de recherche, le LET (Laboratoire d'Economie des Transports), et sur financement du ministère de l'Équipement et d'acteurs publics locaux. Dès 1995, un prototype a été réalisé, suivi en 1996 d'un modèle opérationnel, adapté en 1997-1998 sur les villes de Grenoble et de Bordeaux. Par la suite, le dernier développement du modèle a été réalisé sur Bordeaux en 2001-2002 avec le développement de la 3<sup>e</sup> génération de MOSTRA<sup>76</sup>. MOSTRA est utilisé aussi, en couplage avec DAVISUM (voir Annexe) dans le cas des politiques de transport du « Grand Clermont »<sup>77</sup>.

### *La modélisation entre dans l'ère du logiciel commercial et mondialisé*

Parallèlement à la modélisation désagrégée qui est, comme nous l'avons vu, pour l'essentiel un produit d'importation, les années 1990 sont marquées par l'arrivée en France de plusieurs logiciels relatifs à la modélisation des déplacements urbains<sup>78</sup>. D'origine étrangère<sup>79</sup>, ils sont aujourd'hui en France d'un usage généralisé à la fois par les acteurs publics et par les bureaux d'études privés. Ces nouveaux logiciels, contrairement aux logiciels d'interface entre le modèle proprement dit et l'utilisateur – logiciels spécifiques pour le codage du réseau et sa représentation interfacée, ou

---

interactifs de transport et d'occupation des sols », *Les Cahiers Scientifiques du Transport*, n° 33, 1998, p. 79-108.

<sup>76</sup> Sur MOSTRA voir, entre autres : Vincent Lichère, "Le modèle stratégique de simulation des déplacements, *Revue générale des routes...*, *op. cit.*, p. 45-46 ; LET-SEMALY (Rapport établi par Ch. Raux), *Modèle stratégique de déplacement de l'agglomération lyonnaise (MoStraLyon version1). Tests de sensibilité, erreurs et incertitudes liées à la prévision*, Lyon, janvier 1998 ; CERTU, *Modèle multimodal de l'agglomération bordelaise. Analyse des principales caractéristiques du modèle MOSTRA*, Lyon, décembre 2007.

<sup>77</sup> CETE de Lyon, *Le modèle multimodal du Grand Clermont. Fiche Technique*, Bron, août 2008.

<sup>78</sup> Voici comment se présente la situation en France à la fin des années 1980 en matière de logiciels disponibles sur micro-ordinateur : logiciel OPERA, développé par le CETE Méditerranée, logiciel DAVIS, logiciel TERESE, logiciel EMME/2 (voir CETUR, *Les études de prévision de trafic en milieu urbain* (Fiche d'information 17), Bagnaux, décembre 1989 ; et CETUR, *Les études de prévision de trafic en milieu urbain. Guide Technique*, *op. cit.*, p. 41, p. 43, p. 44. D'après un praticien, le modèle FABER, dont les origines remontent à la seconde moitié des années 1960, est encore régulièrement utilisé (avec le modèle OPERA) à la fin des années 1980, alors que EMME/2 est jugé d'"apparition encore récente en France" (voir A. Boeswillwald, "Introduction au débat : les outils disponibles et les besoins d'améliorations", *Déplacements*, n° 4, 1990, p. 35-36 (p. 35)).

<sup>79</sup> On trouve des informations sur les origines et le développement de ces logiciels dans : David Boyce, « Role of computing in urban travel forecasting... », *op. cit.* ; E. Weiner, *Urban transportation planning in the United States...*, *op. cit.*, p. 111-112, et *passim*.

logiciels de sortie graphique des résultats du modèle, par exemple –, sont de véritables « boîtes à outils » permettant à leurs utilisateurs de mettre en œuvre plusieurs méthodes mathématiques (plusieurs types de modèles) pour la modélisation de différentes étapes qui figurent dans la chaîne : génération, distribution, choix modal, affectation<sup>80</sup>.

Parmi les premiers logiciels de planification qui arrivent en France figure EMME/2 (Equilibre multimodal/multimodal equilibrium)<sup>81</sup>. Développé à la fin des années 1970 comme logiciel expérimental par le Centre de Recherche sur les Transports (CRT) de l'Université de Montreal, le logiciel en question a connu une deuxième version, EMME2, qui a commencé dans le même centre dans les années 1980 et a été reprise et améliorée à partir de 1986 par la société INRO-Consultants, filiale du CRT (le prix de licence en 1999, variait de 15 000 à 105 000 euros). Plusieurs CETE et collectivités territoriales ont eu recours à et/ou utilisent toujours EMME2 : citons, par exemple, le CETE Méditerranée et le CETE Nord-Picardie ainsi que les collectivités territoriales de Bordeaux, Lille, Montpellier, Marseille et Toulon.

Autre logiciel largement présent en France depuis les années 1990 et également d'origine étrangère : TRIPS (13 500 à 33 200 euros à la fin des années 1990), associé au

---

<sup>80</sup> On peut puiser des informations sur les logiciels utilisés en France depuis le début des années 1990 dans les documents suivants : CERTU, *Les logiciels de planification des déplacements urbains*, Lyon, Collections du CERTU, 1999 ; GESMAD, *Bilan des pratiques et attentes de modélisation des collectivités locales*, Rapport d'étude final, septembre 2002 ; N. Bhourri, *Intermodalité : Bilan et perspectives...*, op. cit. ; CETE de Lyon, *Coûts et processus d'élaboration d'un modèle multimodal : enseignement de différentes expériences*, Bron, mai 2005 ; CETE de Lyon, *Le modèle multimodal du Pays de Montbéliard. Fiche Technique*, Bron, août 2008 ; CETE Méditerranée, *Pratiques de modélisation dynamique du trafic dans les agglomérations*, Aix-en-Provence, août 2009.

<sup>81</sup> Le module « affectation » d'EMME/2, l'un de plus répandus dans le monde, a été testé à la fin des années 1980, comparativement avec le DAVIS, par le CETE Méditerranée pour le compte du CETUR sans que des différences significatives apparaissent dans des configurations faiblement saturées. Voir CETUR, *Les études de prévision de trafic en milieu urbain. Guide Technique*, Bagnaux, 1990, p. 43. Plus récemment, EMME/2 a été comparé avec l'autre modèle phare de la modélisation française des années 1970, TERESE (voir Cécile Godinot, *TERESE, les hirondelles et les marguerites: prévisions de trafic pour le tramway de Montpellier – confrontation à la réalité et à une modélisation alternative sous Emme/2*, Rapport de stage, "DESS Transports urbains et régionaux de personnes", Lyon, 21 septembre 2004). TERESE avait fait l'objet d'une évaluation au début des années 1980 : voir Xavier Godard, "La modélisation de la demande en transport collectif urbain", in *Rapport de la 58ème table ronde d'économie des transports : Bilan de la modélisation de la demande*, Paris, Conférence Européenne des Ministres des Transports, 1982, p. 49-64. Voir CETUR, *Les Etudes de prévision de Trafic en milieu urbain. Guide Technique*, Bagnaux, 1990, p. 43.



bureau d'études MVA<sup>82</sup> ; logiciel de planification pour les seules voitures particulières à l'origine, TRIPS est ensuite étendu au transport multimodal. TRIPS a été et/ou est toujours utilisé par les villes de Strasbourg et Lyon ainsi que par les agglomérations azuréenne et stéphanoise. Le modèle (agrégé) à quatre étapes de la DREIF (MODUS) s'est développé dans sa première version de 1997 sur la base du logiciel TRIPS.

Parmi les autres logiciels d'origine étrangère utilisés dans les années 1990 en France, on peut citer : MinUTP (multimodal), d'origine américaine, figurant parmi l'un de logiciels d'études de transport les plus répandus dans le monde. L'IAURIF (actuellement IAU-ÎdF) avait acheté le logiciel MinUTP dans les années 1990<sup>83</sup>, et ANTONIN, le modèle désagrégé du STIF, se sert du logiciel TP+, le successeur de MINUTP. POLYDROM (21 300 euros en 1999), qui avait été développé depuis 1977 par Casimir Rham (société Systems Consult à Monaco, aujourd'hui disparu), a été utilisé en sous-traitance par la ville de Brest.

Les logiciels conçus et commercialisés par le bureau d'études allemand PTV, créé en 1979 et très présent désormais sur le sol français, ont connu un grand succès ces derniers années : les villes de Grenoble, Clermont-Ferrand, Lyon, Paris, Toulouse, Nantes et Rennes ainsi que l'IAU-ÎdF figurent parmi les collectivités et organismes qui utilisent les logiciels de cette société allemande (notamment DAVISUM) (sur DAVISUM, voir Annexe). Notons enfin l'arrivée récente en France du produit TransCAD de la société américaine Caliper, l'un de logiciels les plus utilisés au monde aujourd'hui en matière de prévision des déplacements urbains : ainsi le bureau SETEC International a ainsi mis au point, en 2004-2005, un modèle multimodal pour la ville de Toulon en utilisant TransCAD comme support (celui-ci vient d'être adopté, par ailleurs, par le SETRA et ses agences locales pour les études interurbaines).

---

<sup>82</sup> Depuis le début des années 2000, TRIPS fait partie, avec une série d'autres logiciels (TP+, MinUTP, TRANPLAN...), du « produit » CUBE développé et commercialisé par Citilabs, entreprise fondée en 2001 suite à la fusion de la Software Products Division du bureau MVA et de la société américaine Urban Analysis Group.

<sup>83</sup> Dany Nguyen-Luong, *Recherche sur le choix modal en milieu urbain*, Paris, IAURIF, juin 2000, p. 9.

L'arrivée de la micro-informatique et des logiciels commercialisés de prévision des déplacements urbains a entraîné un changement radical dans la composition des équipes de modélisation : l'importance des informaticiens, responsables de la traduction du modèle en langage informatique, a en effet largement diminué au profit des modélisateurs<sup>84</sup> (Cela étant, comme nous le verrons (*infra*), le développement actuel, par le monde académique essentiellement, d'une nouvelle génération de modèles traitant de la question des déplacements renforce, en revanche, la place de l'informatique dans le processus de modélisation).

### **Le paysage de la modélisation des déplacements urbains dans la France des années 2000**

Le paysage français de la modélisation des déplacements urbains dans les années 2000 est la résultante de toutes les évolutions qui viennent d'être décrites.

On soulignera d'abord l'importance des bureaux d'études privés – dont des bureaux d'études d'origine étrangère oeuvrant au niveau international et à la « force de frappe » impressionnante, comme MVA et PTV, installés désormais dans plusieurs villes françaises<sup>85</sup>. Ces bureaux d'études mobilisent massivement des logiciels commercialisés (d'origine étrangère également)<sup>86</sup>.

---

<sup>84</sup> Donnons un exemple concret. D'après F. Poupard, responsable du service de modélisation de la DREIF, « à la fin des années 1990, on est passé d'un service qui faisait 80% d'informatique et 20% de modélisation à un service qui fait 20% d'informatique et 80% de la modélisation » (entretien avec l'auteur, Paris, 2003). Avant l'utilisation du logiciel TRIPS, le modèle de la DREIF, MODUS, mobilisait trois équipes : une unité méthodologie/modélisation composée de trois personnes, une unité informatique/infographie qui mobilisait six personnes et une unité d'études routières et TC (3 personnes). En somme, les informaticiens représentaient alors *la moitié* des effectifs. Les différents programmes implantés sur CONVEX (exploité sous UNIX) et IBM (exploité sous MVS) étaient alors écrits en FORTRAN. Les programmes implantés sur stations UN (exploitées sous UNIX) étaient basés sur les logiciels ARCINFO et AUTOCAD. Les programmes d'interface graphique étaient développés sous AUTOLISP (voir V. Lichère, *MODUS...*, *op. cit.*, p. 12). On comprend facilement en quoi l'arrivée de ces nouveaux logiciels commercialisés a créé un environnement de travail radicalement nouveau pour les modélisateurs.

<sup>85</sup> Pour prendre la mesure de cette « force de frappe », signalons au lecteur que MVA emploie aujourd'hui plus de 500 personnes à travers le monde, alors que les collaborateurs de la société PTV dépassent les 750 personnes. PTV France (fondé en 2004) a son siège à Strasbourg et dispose d'une agence à Lyon. MVA dispose d'agences à Paris et Lyon (voir les sites : <http://www.ptvag.com/> ; <http://www.français.ptv.de/> ; <http://www.mvaconsultancy.com/>).

<sup>86</sup> Sur les bureaux d'études spécialisés dans la modélisation des déplacements en France, voir surtout les travaux suivants : G. Debizet, *Déplacements urbains de personnes : de la planification des transports à la*

Du côté des villes et des régions, un certain nombre d'entre elles entretient une certaine compétence technique en matière de modélisation. Les CETE, qui sont encore les dépositaires des modèles de plusieurs villes françaises, sont toujours présents dans le paysage actuel, mais la place qu'ils tiennent s'explique en grande partie par le rôle qu'ils ont joué dans la modélisation des déplacements urbains des années 1970 et 1980.

Quant à la recherche sur la modélisation des déplacements urbains (instituts de recherche, comme l'INRETS, université, CNRS, grandes écoles d'ingénieurs), ce sont les faibles effectifs et l'émiettement qui semblent la caractériser dans son ensemble<sup>87</sup>. Soulignons néanmoins que, depuis une dizaine d'années, un processus d'intensification en matière de recherche peut être observé, grâce, entre autres, au soutien financier de la puissance publique, dans le cadre des différentes phases du PREDIT notamment<sup>88</sup>. Sans entrer ici dans les détails, présentons rapidement une série de projets de recherches récents afin de se faire une idée des tendances actuelles en matière de modélisation de déplacements. La plupart des projets en question, même s'ils se différencient entre eux sur plusieurs points, partagent la même volonté de modéliser *l'interaction transport-urbanisation* (rappelons que la modélisation « classique » que nous avons rencontrée jusqu'à présent ne traite que de la partie « transport »). Ainsi le projet SIMAURIF<sup>89</sup> –

---

*gestion durable de la mobilité. Mutations d'une expertise*, Thèse de doctorat, Université de Paris I, 2004 ; les différents recherches menées par E. Baye, dont E. Baye, *L'ingénierie-conseil de prévision et de régulation du trafic en France*, Rapport de recherche pour la DRAST, 1995 ; Eric Baye et G. Debizet, *Des nouvelles problématiques urbaines à l'innovation de l'expertise en planification des transport/déplacement : mise en parallèle et convergence –Allemagne-France-Royaume Uni*, Rapport de recherche pour la DRAST, 2001.

<sup>87</sup> Voir E. Baye, P. Blancher, A. Chi et V. Lichère, *Bilan de compétences des laboratoires de recherche français en matière de modélisation des déplacements de voyageurs et de marchandises*, Rapport de recherche, Ministère de l'Environnement (ADEME), 2002.

<sup>88</sup> Sur ces recherches, on peut consulter le site [http://www.recherche-innovation.equipement.gouv.fr/article.php3?id\\_article=142](http://www.recherche-innovation.equipement.gouv.fr/article.php3?id_article=142)

<sup>89</sup> Voir par exemple Dany Nguyen-Luong, *Projet SIMAURIF (SIMulation de l'interAction Urbanisation-transports en Région Ile-de-France. Perfectionnement et valorisation*, Rapport pour la DRAST, Paris, IAU-IdF, juillet 2008. Développé par l'IAU-IdF en partenariat avec le laboratoire THEMA de l'Université de Cergy-Pontoise, entre 2003 et 2007, sur la région d'Ile-de-France, le modèle SIMAURIF utilise deux modèles existants : 1) UrbanSim, modèle d'urbanisation développé par l'Université de l'Etat de Washington à Seattle, qui comprend quatre sous-modèles : un modèle de choix de localisation résidentielle des ménages, un modèle de choix de localisation des emplois, un modèle de choix de développement urbain (dans la dernière version, OPUS/UrbanSim, c'est un modèle de choix de localisation de projets) et, enfin, un modèle de prix du foncier. Les trois premiers modèles sont des modèles de choix discrets, le quatrième est un modèle de prix hédonique (sur UrbanSim, voir, entre

qui a bénéficié d'une recherche antérieure sur la modélisation dynamique (prise en compte de la dimension temporelle) des trafics sur le réseau aboutissant au logiciel METROPOLIS<sup>90</sup> – et le projet SIMBAD<sup>91</sup> optent pour une modélisation désagrégée, dynamique et basée sur la théorie des choix discrets, alors que MobiSim<sup>92</sup>, MIRO<sup>93</sup> et

---

autres, P. Waddell, A. Borning, M. Noth, N. Freier, M. Becke, G. Ulfarsson, "Microsimulation of urban development and location choices: design and implementation of UrbanSim", *Networks and Spatial Economics*, vol. 3, 2003, p. 43-67, ainsi que le site : <http://www.urbansim.org/>). 2) UrbanSim est couplé avec un modèle multimodal de prévision de trafic incluant le modèle de demande développé par l'IAU-îdF et le modèle d'affectation dynamique routier METROPOLIS (sur METROPOLIS, voir la note suivante). Déjà utilisé pour simuler des scénarios de la Tangentielle Nord (matériel roulant de type tram-train) sur la période 1999-2026, SIMAURIF cherche à calculer les avantages indirects (autres que les gains de temps) des infrastructures de transport.

<sup>90</sup> Développé par le laboratoire THEMA de l'Université de Cergy-Pontoise, METROPOLIS innove, par rapport à un modèle d'affectation routier « statique », sur plusieurs points. En prenant en compte l'évolution de l'état de trafic sur la période simulée (par exemple une journée), le modèle est dynamique. Il intègre aussi un modèle de choix de l'heure de départ basé sur l'heure de désir d'arrivée et le temps estimé du déplacement. Sur METROPOLIS, voir, entre autres, André de Palma et Fabrice Marchal, "Real cases applications of the fully dynamic METROPOLIS tool-box: an advocacy for large-scale mesoscopic transportation systems", *Networks and spatial economics*, vol. 2, 2002, p. 347-369.

<sup>91</sup> Jean-Pierre Nicolas *et al.*, *Simuler les Mobilités pour une Agglomération Durable*, Rapport final du projet SIMBAD pour le compte de la DRI et de l'ADEME, Lyon, LET, juillet 2009. Développé par le Laboratoire d'Economie des Transports (LET), en lien avec l'Agence d'Urbanisme de Lyon, SIMBAD est appliqué sur le territoire de l'aire urbaine de Lyon. Le modèle simule différentes politiques de transport et d'urbanisme de manière à envisager leurs conséquences sur les trois axes (économique, environnemental et social) du développement durable. Comme SIMAURIF, SIMBAD utilise la plateforme UrbanSim pour la modélisation des ménages et des activités. L'approche traditionnelle à quatre étapes a été retenue pour la modélisation des déplacements des personnes (le logiciel DAVISUM est utilisé alors pour l'affectation), alors que les trafics liés aux marchandises sont pris en compte par le modèle FRETURB.

<sup>92</sup> Sur Mobisim, voir : ATN-KBS, *Mobisim: Modèle générique de simulation pour l'étude prospective à 20 ans de la mobilité urbaine en France*, Rapport final de la recherche pour le compte de la DRAST, Paris, 30 avril 2001 ; Jean-Philippe Antoni, Gilles Vuidel et Pierre Frankhauser, *Mobisim: appropriation et développement par ThéMA. Vers une modélisation multiscalaire (fractale) du développement urbain par système multi-agents*, Rapport de recherche pour le compte de la DRI, avril 2009 ; <http://www.mobisim.org/>. MobiSim (SIMulation des MOBilités) est un projet initié par ATN (Application des techniques nouvelles), société qui en a assuré le développement de 2000 à 2007. Après la cessation des activités de l'ATN en 2008, MobiSim a été transféré vers le laboratoire ThéMA (Théoriser et Modéliser pour Aménager), unité mixte de recherche qui associe le CNRS et les universités de Franche-Comté et de Bourgogne. A ses origines, le modèle MobiSem mobilisait les théories de la Dynamique des systèmes, mais il s'est par la suite développé sur la base de modèles multi-agents qui autorisent une prise en compte de plus en plus fine des comportements individuels à un niveau micro. MobiSim se base sur trois sous-modèles : 1) un système multi-agent (correspondant à un ménage ou à un individu au sein du ménage) qui simule les processus menant au choix résidentiels et aux stratégies de mobilité quotidienne des individus et des ménages ; 2) un modèle de transport à quatre étapes ; et 3) un automate cellulaire (qui simule la dynamique de l'occupation du sol et du développement urbain rendu possible ou souhaitable par les mobilités générées aux deux étapes précédentes). La dynamique de l'occupation du sol est évaluée à travers une grille de cellules représentant la morphologie et l'espace urbains (la plus petite taille des cellules pouvant correspondre globalement à la taille d'une parcelle urbaine). L'objectif de la modélisation est alors triple : 1) simuler la dynamique de l'occupation du sol (dans le but notamment de tester l'impact des mobilités sur le développement urbain) ; 2) estimer l'offre de logements au niveau de chaque quartier en fonction de l'occupation du sol définie dans chaque

ILOT<sup>94</sup> se basent sur les systèmes multi-agents issus de l'approche automate cellulaire. Mais les résultats obtenus ne semblent pas, à quelques exceptions près, être traduits pour le moment en pratiques opérationnelles généralisées<sup>95</sup>.

Quant à la formation des praticiens, elle semble rester assez « artisanale », selon les termes utilisés par certains acteurs de la modélisation<sup>96</sup>, et basée sur l'apprentissage « sur le tas ». Peu de formations scolaires poussées existaient au début des années 2000 en France. Outre quelques leçons de modélisation données à l'Ecole des ponts et chaussées, signalons le cours de modélisation assuré conjointement par l'Université Lyon II et l'Ecole nationale des travaux publics de l'Etat (ENTPE). Notons que le

---

cellule ; 3) estimer les impacts sociaux et environnementaux de la mobilité urbaine à l'échelle de l'aire urbaine en entier.

<sup>93</sup> Sur ce projet, dont le terrain d'étude est la communauté d'Agglomération de Dijon, et qui mobilise plusieurs équipes de recherche – Laboratoire d'Informatique de l'Université de Franche-Comté, Laboratoire Image et Ville (Université Louis Pasteur à Stasbourg), Laboratoire ThéMA (Besançon), Pacte Territoires (Grenoble), Centre IRD-Ile de France et Laboratoire CEDETE (Orléans) –, voir par exemple : *MIRO : Modélisation Intra-urbaine des Rythmes quOtidienS*, Rapport Final (PREDIT 2002-2006), septembre 2007. L'objectif général de MIRO est de proposer un processus de modélisation permettant de simuler, dans le temps court de la journée et à partir d'une multitude de comportements individuels, les modalités d'émergence des configurations territoriales variables. L'objectif est de tester, par des simulations de type multi-agent, le impacts macroscopiques de scénarios d'aménagement urbain en agissant sur les contraintes – la localisation, la nature, la fréquence et les horaires d'ouverture des services ou des transports urbains, par exemple – qui pèsent sur les programmes d'activités que veulent/doivent réaliser les individus. L'un des objectifs du modèle MIRO est de pouvoir simuler des changements de comportements d'un même agent au cours du processus de simulation : alors que l'agent apprend à connaître son environnement, il doit pouvoir optimiser l'ordonnancement des activités dans le temps et dans l'espace pour réaliser effectivement le programme d'activités initialement prévu. Notons que le modèle MIRO a été construit sur les principes de TRANSIMS, programme de modélisation développé aux Etats-Unis dans le laboratoire de Los Alamos (sur TRANSIMS, voir, par exemple, Catherine T. Lawson, « Microsimulation for Urban Transportation Planning: Miracle or Mirage », *Journal of Urban Technology*, vol. 13, n° 1, 2006, p. 55-80).

<sup>94</sup> Sur ILOT, développé par le LET (Lyon), voir Charles Raux *et al.*, *Interactions Localisations Transport. Projet ILOT – Phase I*, Rapport final pour la DRAST, Lyon, LET, décembre 2006. Le projet ILOT consiste à appliquer la modélisation multi-agents aux rapports entre mobilité locale et transformation des espaces dans les aires urbaines. L'originalité revendiquée du projet consiste à développer des modèles simples pour étudier de manière rigoureuse les éléments de base du modèle avant de se lancer dans des simulations de grande envergure. L'objectif visé à plus long terme est d'utiliser ces « briques » théoriques pour élaborer des modèles appliqués, susceptibles d'être confrontés à des situations réelles. ILOT combine plusieurs modèles : 1) une série de modèles de formation de la rente ; 2) un modèle de ville faisant interagir propriétaires et locataires ; 3) une modélisation de la congestion urbaine. Le projet comprend aussi une tâche de couplage (interface logicielle) des modèles de trafic aux modèles de localisation.

<sup>95</sup> Notons toutefois qu'en 2003 la société PTV a racheté le logiciel METROPOLIS, développé par le laboratoire THEMA de l'Université de Cergy-Pontoise, et l'a intégré dans son logiciel DAVISUM (voir D. Nguyen-Luong, *Projet SIMAURIF (SIMulation de l'interAction Urbanisation..., op. cit., , p. 15)*.

<sup>96</sup> Fabien Leurent, *Portée et limites des modèles de trafic*, Rapport pour le compte de la DRAST, Arcueil, INRETS, janvier 1996, ch. 3, p. 9.

bureau MVA prête gratuitement son logiciel TRIPS, pour des besoins de démonstration auprès des étudiants, aux responsables de ce cours, lesquels ont développé au début des années 2000, grâce à un financement public, un didacticiel de formation à la modélisation de la demande de transport de personnes. Ce didacticiel, disponible sous forme de CD-ROM, est utilisé pour les besoins de ce cours mais il est adressé également à d'autres formateurs, voire à des professionnels qui souhaitent s'auto-former<sup>97</sup>. A côté de ces formations universitaires, des offres ponctuelles de formation continue, destinées aux professionnels, sont dispensées par Ponts-formation, organisme affilié à l'ENPC.

Sur un plan symbolique, le retrait de la puissance publique au profit de bureaux d'études privés comme lieu principal d'expertise en matière de déplacements urbains se traduit par le fait que le CERTU (ex CETUR), qui a mobilisé pendant très longtemps des ingénieurs travaillant pour le compte de l'administration pour la rédaction de manuels et d'ouvrages de référence dans le domaine de la modélisation des déplacements urbains, fait désormais appel à des bureaux d'études pour l'écriture de ce type de documents<sup>98</sup>.

---

<sup>97</sup> Concernant ce didacticiel, voir, par exemple, Patrick Bonnel, « Transport modelling courseware », communication à l'atelier : « Building the transport profession – comparative approaches to training in Europe », Association for European Transport 2004 (disponible à l'adresse : <http://www.etcproceedings.org/paper/download/1047/>).

<sup>98</sup> Voir : CERTU, *Modélisation des déplacements urbains de voyageurs. Guide des pratiques*, Lyon, mars 2003, rédigé par le bureau d'études SETEC ; CERTU et ADEME, *Comportements de déplacement en milieu urbain: les modèles de choix discrets...*, *op. cit.*, assuré en grande partie par le bureau MVA. A comparer avec le Guide édité par le CETUR en 1990 (*Les Etudes de prévision...*, *op. cit.*) : les rédacteurs du Guide (2 personnes) et le groupe de travail (15 personnes) associé sont des techniciens qui travaillent pour le compte de différents organismes de l'Etat (CETE, INRETS, DDE...). MVA et d'autres bureaux d'études ont assuré aussi la rédaction des plusieurs autres guides et rapports pour le compte des différentes directions du Ministère d'Equipement. Voir par exemple : Michael Clarke (MVA), *Modèles de déplacements en milieu urbain : l'expérience américaine*, Rapport pour le compte de la DRAST, Paris, octobre 2000, ainsi que bibliographie contenue dans CERTU, *Modélisation des déplacements urbains de voyageurs ...*, *op. cit.*

## CONCLUSION

Notre rapport est une première tentative d'analyser l'histoire de la modélisation des déplacements urbains en France sur une durée relativement longue, des années 1960 au milieu des années 2000. Pour ce faire, nous avons adopté une perspective particulière qui envisage la modélisation comme un *processus de production* : nous nous sommes alors intéressés à la fois aux différents acteurs qui ont produit ce type de modélisation, aux « matières premières » (enquêtes sur la mobilité...) et aux « moyens de production » (logiciels et machines informatiques) nécessaires à sa production et sa mise en œuvre.

En mobilisant ce cadre analytique, nous avons mis en évidence une trajectoire historique qui est marquée par deux temps forts : présence centrale de l'Etat français dans une modélisation monomodale, dans un premier temps (années 1960 et 1970), montée en puissance de l'intermodalité (et de son outil favori, l'approche désagrégée), des bureaux d'études privés (souvent d'origine étrangère) et du génie logiciel commercial et globalisé (international), dans un second temps. Cette même trajectoire révèle le rôle décisif joué dans la production des pratiques de modélisation par le secteur informatique (machines et génie logiciel), la pluralité des acteurs et des compétences impliqués dans cette production, les changements, radicaux dans le cas français, qui accompagnent, enfin, le passage d'un contexte de modélisation marqué par la présence d'un Etat-nation fort (jusque dans les années 1980) au contexte plus récent marqué par la mondialisation.

Pour quelqu'un qui a travaillé sur les relations entre l'Etat français et l'expertise scientifique et technique, l'historique de la modélisation des déplacements urbains comprend plusieurs éléments.

Premier élément, la présence centrale de l'Etat et de ses diverses administrations dans la création d'une expertise de nature techno-scientifique<sup>99</sup>. La première partie de notre

---

<sup>99</sup> Les origines de cette présence remontent loin dans le temps, au XVIII<sup>e</sup> siècle au moins. Le rôle des différents corps d'ingénieurs d'Etat, militaires ou civils, est ici décisif. Voir Bruno Belhoste et Konstantinos Chatzis, « From technical corps to technocratic power: French state engineers and their

historique peut être lue, en effet, comme un processus d'incorporation par l'Etat de l'expertise dans le domaine des déplacements urbains, ce qui distingue assez nettement la France d'autres pays, comme la Grande Bretagne, les Etats-Unis et l'Allemagne, où les pôles universitaires ont, par exemple, une grande vitalité dans les domaines de l'expertise et n'hésitent pas à nouer des contacts durables avec le secteur privé<sup>100</sup>.

Outre le fait de l'incorporation de l'expertise en matière de modélisation des déplacements urbains à l'Etat français, la façon dont celui-ci l'a produit et géré semble aussi assez typiquement française. La séquence : mobilisation intensive et limitée dans le temps (années 1960 pour l'essentiel) d'ingénieurs d'un grand corps technique (celui des ponts et chaussées, dans notre cas) pour la *construction d'une expertise*, durant une première phase ; *standardisation-normalisation* des connaissances et de savoir-faire issus de cette première phase dans le but de diffuser l'expertise produite de façon

---

professional and cultural universe in the first half of the 19<sup>th</sup> century », *History and Technology*, vol. 23, n° 3, 2007, p. 209-225 ; Bruno Belhoste, *La formation d'une technocratie. L'Ecole polytechnique et ses élèves de la Révolution au Second Empire*, Paris, Belin, 2003. Pour une vue d'ensemble, voir : P. Rosanvallon, *L'Etat en France de 1789 à nos jours*, Paris, Ed. du Seuil, 1990. Pour des études de cas, on peut consulter : A. Desrosières, *La politique des grands nombres. Histoire de la raison statistique*, Paris, La Découverte, 2000 ; G. Hecht, *The Radiance of France : Nuclear Power and National Identity after World War II*, Cambridge (Mass.), The MIT Press, 1998.

<sup>100</sup> Donnons ici quelques exemples de rapports tissés entre ces bureaux et le monde académique. Parmi les six membres de « Board of Directors » de Cambridge Systematics, trois sont titulaires d'un Ph.d, dont Moshe Ben Akiva, professeur au MIT qui compte parmi les pères de la modélisation désagrégée (<http://www.comsys.com/>). Le bureau britannique MVA a bénéficié pendant longtemps des services de Tony May, professeur à Leeds et Directeur de l' Institute for Transport Studies (ITS) (voir : la page personnel de T. May : <http://www.its.leeds.ac.uk/staff/staffProfile.php?personId=385> ; Eric Baye, *L'ingénierie-conseil de prévision et de régulation du trafic au Royaume-Uni*, Paris, Rapport pour le compte de la DRAST, mars 1997, p. 65). Sur la participation dans les années 1990 du MVA Consultancy à plusieurs programmes de recherche, européens pour certains, voir *ibid.*, p. 59-60). En Allemagne, les fondateurs de l'expertise technique en matière de modélisation des déplacements sont des universitaires. Aujourd'hui encore, plusieurs universitaires entretiennent des relations étroites avec des bureaux d'études et on constate également une forte corrélation entre la localisation des bureaux d'études et celle des foyers de recherche et d'enseignement (Eric Baye (en collaboration avec Jean-Michel Cusset), *L'ingénierie-conseil de prévision et de régulation du trafic en Allemagne et en Suisse germanophone*, Rapport pour le compte de la DRAST, janvier 1995, p. 16, p. 18, p. 30-31, p. 51 et *passim*). Le cas du PTV (Planung Transport und Verkehr Group (Karlsruhe)) semble assez typique. PTV est fondé en 1979 par les Dr. Hubschneider et Dr. Sahling (Institut für Verkehrswesen, Universität Karlsruhe : voir *ibid.*, p. 106)). Trois de six membres de « Board of Directors » actuel du bureau PTV détiennent un Ph.d. (<http://www.ptvag.com/>).



uniforme sur l'ensemble du territoire national<sup>101</sup>, dans un second temps, cette séquence ne manque pas de trouver des cas analogues dans d'autres domaines<sup>102</sup>.

Peut-on établir des liens entre cette façon particulière de gérer la question de l'expertise et la situation actuelle en matière de déplacements urbains, caractérisée entre autres par la faible présence de l'Etat français et de ses administrations sur le front de la modélisation ? Nous avons tendance à répondre par l'affirmative. La séquence : mobilisation intensive pendant une période plus ou moins courte suivie d'une phase de standardisation-normalisation de pratiques se présente comme une opération à double face. Si des standards bien construits peuvent assurer de bonnes performances (moyennes) en encadrant et en orientant justement les pratiques locales, ils le font au prix d'une rigidification des réflexes opérationnels qui rendent les organisations les mettant en œuvre peu réceptives à l'innovation<sup>103</sup>. A cette remarque générale s'ajoute la façon particulière du Ministère de l'Equipement de gérer, depuis sa création en 1966, ses ressources humaines dans la durée. Pour ce qui concerne les ingénieurs des grands corps dont le ministère a la tutelle (ponts et chaussées et ingénieurs des travaux publics de l'Etat) – c'est-à-dire les ingénieurs qui ont le bagage scientifique nécessaire qui les rendraient aptes à se verser dans la modélisation –, ce sont les compétences managériales et la grande mobilité des personnes qui va avec –plus on « bouge », plus on accumule des expériences de manager – qui a fini par être prisée par les responsables de gestion. Or, la production de l'expertise demande une certaine stabilité dans la durée, et cette condition n'a pas été « respectée » dans le cas de la modélisation durant la période qui s'ouvre avec la standardisation des pratiques de modélisation au milieu des années 1970<sup>104</sup>.

---

<sup>101</sup> Via les CETE, notamment dans notre cas.

<sup>102</sup> Pour le cas de l'assainissement urbain, voir K. Chatzis et G. Dupuy, « How to dispense with empiricism : The 'Caquot formula' and post-war drainage policy in France », *Water Policy*, 2, 2000, p. 267-281.

<sup>103</sup> Pour un traitement théorique de cette question, voir, entre autres, M. Douglas, *How Institutions Think ?*, New York, Syracuse University Press, 1986. Pour un exemple concret, voir K. Chatzis et G. Dupuy, « How to dispense with empiricism... », *op. cit.*

<sup>104</sup> En effet, la majorité des ingénieurs des ponts et chaussées impliqués dans la modélisation des déplacements dans les années 1960, tels que Gerondeau, Mercadal, ou Koenig, Barbier de Saint-Hilaire constituant à cet égard une exception, ont tous abandonné leur carrière de modélisateur par la suite.

## ANNEXE

### **L'histoire de la modélisation des déplacements urbains en France à travers les péripéties de deux modèles, DAVIS et TERESE**

Les réalisations françaises dans le domaine de la modélisation des déplacements urbains qui ont perduré au-delà des années 1980, en figurant pendant longtemps à côté des modèles (incorporés dans des logiciels) venant de l'étranger, sont rares et se concentrent pour l'essentiel sur deux modèles : DAVIS et TERESE. Dans ce qui suit, nous allons suivre avec un peu plus de détail les péripéties de DAVIS et de TERESE, dont l'histoire constitue en quelque sorte un « concentré » de la trajectoire de la modélisation des déplacements urbains en France : présence forte de l'Etat dans une modélisation monomodale dans un premier temps, montée en puissance de l'intermodalité, des bureaux d'études privés et du génie logiciel globalisé, dans un second temps.

#### *Le modèle DAVIS*

Le modèle DAVIS est associé à un nom, celui de F. Barbier de Saint Hilaire (X-Ponts 1962). A la fin des années 1960, où Barbier de Saint-Hilaire travaille au Département de Recherche opérationnelle et Informatique du Ministère de l'Equipement (qui sera incorporé à l'IRT en cours de constitution en 1968), les ingénieurs du Ministère utilisaient pour l'affectation des voitures particulières un modèle d'origine anglaise, le modèle CAPRE, développé par IBM France sur ses ordinateurs. Barbier de Saint-Hilaire programme alors sur l'ordinateur IBM 1130, que le Ministère vient d'acquérir en mars 1968, une adaptation de ce modèle anglais, « un CAPRE de poche », selon l'expression de l'époque<sup>105</sup>. Au tournant des années 1960 et 1970, il se met à développer son propre modèle d'affectation, s'appuyant sur les travaux de son camarade du corps des ponts et chaussées M. Sakarovitch et de son équipe autour du modèle d'affectation EVARAU, toujours sur les machines du ministère. Ce travail aboutira au logiciel DAVIS (pour **D**istribution, **A**ffectation **V**isualisation). Modèle d'affectation pour l'essentiel, et c'est pour cette phase qu'il sera massivement utilisé depuis, DAVIS comprend alors dès le départ une module d'interface graphique (Visualisation) qui était à l'époque une sortie du réseau sur un traceur, innovation qui améliore grandement la

lisibilité des résultats obtenus par le modèle. Quand au module « distribution », il ne semble pas être utilisé par les acteurs de la modélisation, qui lui préfèrent d'autres modèles pour cette phase. La première diffusion opérationnelle du modèle s'est faite en 1973 par le biais d'un accord avec le SETRA – Barbier de Saint-Hilaire est depuis la création officielle de l'IRT en 1970 chercheur dans cet organisme de recherche –, qui prenait alors en charge la diffusion et la maintenance du logiciel. DAVIS connaît une adaptation pour les nouvelles machines entre 1983-1985 par Barbier de Saint-Hilaire lui même avec la participation d'une équipe de l'IMAG, décidément très présente dans le champ de la modélisation des déplacements urbains en France. Cette adaptation sur des outils informatiques plus récents a également donné lieu à de nouveaux développements en matière d'interface (écrans plus performants), mais la structure mathématique du modèle d'affectation est conservée sans changement. Un peu plus tard, l'auteur a adapté le logiciel sous ATARI, et, au tournant des années 1980-1990, le programme est adapté pour les PC. A cette occasion toute la partie de dialogue et d'interface graphique a du être reconçue. Mais la véritable évolution du modèle d'affectation lui même a eu lieu en 1993 (20 ans après la création du modèle) avec la prise en compte des infrastructures à péage. En même temps, Barbier de Saint-Hilaire a modifié l'algorithme d'affectation afin de prendre en compte les problèmes de congestion comme les phénomènes d'oscillation des files d'attente et a en amélioré l'algorithme afin d'accélérer sa convergence. Ces développements du modèle (et du logiciel correspondant) ont donné lieu à un contrat de diffusion passé avec la Société *SCETAUROUTE* (devenu *ISIS*). La diffusion du modèle a été assez importante, car il fut distribué jusqu'à 80 exemplaires de DAVIS (en France) (le succès s'explique par l'utilisation de DAVIS également en interurbain, du fait de la prise en compte des infrastructures à péages). Dans les années 1990, avec l'arrivé de l'intermodalité, Barbier de Saint-Hilaire passe un accord avec le bureau d'études allemand PTV afin d'intégrer des éléments de DAVIS (péages et congestion) à la chaîne de modélisation (à quatre étapes) de leur logiciel VISEM/VISUM (module VISEM : génération, distribution et choix modal ; VISUM : affectation) développé dans les années 1980. Ce dernier avait l'avantage d'être un modèle multimodal et, qui plus est, déjà présent sur le marché international. De plus

---

<sup>105</sup> Voir *Bilan des activités du Département Recherche opérationnelle et Informatique pour l'année 1968* (Bibliothèque du SETRA), p. 2-3.

WISEM/VISUM possédait des modèles de génération-distribution efficaces ainsi qu'un modèle désagrégé de choix modal. Ainsi le nouveau logiciel créé, appelé WISEM/DAVISUM (de 6 400 à 57 900 euros, en 1999), offrait une chaîne complète de modélisation, multimodale de surcroît. Le logiciel a connu un vif succès en France (voir *supra*). Mais DAVIS a continué, jusqu'à la fin des années 1990, à exister parallèlement à DAVISUM, le premier étant développé et diffusé par Barbier de Saint-Hilaire, le second par PTV. L'auteur de DAVIS va tenir compte de l'approche différente de l'affectation développée par PTV pour améliorer son propre programme et mettre en place des outils de calage nouveaux (ces outils permettent à partir d'anciennes données de comptage et d'enquêtes de juger de la qualité de ces données et de les réactualiser). A cette occasion, Barbier de Saint-Hilaire met en place un nouveau système de compactage des données qui rend son programme plus rapide que DAVISUM. Toutes ces améliorations ont alors incité un petit nombre d'anciens utilisateurs de DAVIS qui n'avaient pas besoin d'une approche multimodale pour leurs études à utiliser sa nouvelle version : COFIROUTE, SETEC, la DREIF figurent parmi les utilisateurs récents de DAVIS (prix en 1996 : de 16 000 à 35 000 euros)<sup>106</sup>.

#### *Le modèle TERESE*

Contrairement à DAVIS, le modèle TERESE (prix de la licence en 1999 : 9 100 euros) n'est pas l'œuvre d'un seul homme ; il résulte d'une collaboration entre le CETE de Lyon, chargé de créer la base de données, la Société d'Economie Mixte du Métropolitain de l'Agglomération Lyonnaise (SEMALY), créée en 1968 et chargée de la réalisation du métro et des études relatives à l'ensemble du réseau de transports collectifs de la ville de Lyon<sup>107</sup>, et une équipe de chercheurs en mathématiques appliquées de l'Université de Grenoble dont certains avaient été impliqués dans la modélisation des déplacements durant les années 1960 au sein du Ministère de

---

<sup>106</sup> Sur ce qui précède, voir surtout : R. Papassian et T. Innocenzi, *La bonne fortune d'outils contestés, pour une histoire de la modélisation dans les transports urbains*, Champs-sur Marne, ENPC, 2004.

<sup>107</sup> SEMALY (Société d'Economie Mixte du Métropolitain de l'Agglomération Lyonnaise), créée en 1968, est devenue une Société d'Economie Mixte le 12 mars 1970. La Société a été chargée d'étudier le projet du futur métro de Lyon, et son premier directeur fût le polytechnicien et ingénieur des ponts et chaussées René Waldmann (X-1950). Sur la création de la SEMALY et sur Waldmann, voir Harold Mazoyer, "Le rôle des expériences et méthodes étrangères dans la fabrication d'une expertise locale des transports urbains collectifs : le cas des études du métro de Lyon (1963-1971)", *Métropoles*, n° 6, 2009, p. 171-215.

l'Équipement dans le cadre du Département « Recherche Opérationnelle et Informatique » (c'est le cas notamment de J.-P. Uhry, qui sera également impliqué à l'occasion de l'expérience de la modélisation désagrégée à Grenoble, voir *supra*). Via la participation de J.-P. Uhry, TERESE (TEst de RESaux) est dans sa structure le fils direct d'EVARAU, modèle fabriqué à la fin des années 1960 par des ingénieurs du ministère de l'Équipement (voir *supra*). La mise au point de TERESE a été impulsée par J. P. Uhry sur l'agglomération de Clermont-Ferrand. En 1974, TERESE est livré dans sa formulation opérationnelle la plus sobre : c'était un modèle agrégé unimodal TC d'affectation. Cette première version de TERESE a servi à valider la réalisation de la ligne de métro A de Lyon. L'étape suivante de la vie de TERESE s'est déroulée dès 1976 à Marseille avec le développement d'un module de génération-distribution. Dès lors s'ouvraient à TERESE des perspectives importantes d'exploitation commerciale dans d'autres villes. Mais la SEMALY, étant à l'époque un organisme public, n'avait pas le droit de proposer ses services en dehors de la région lyonnaise, d'où la création de la société tampon METRAM en 1979 (ce qui a fait réagir, sans succès, RATP, auteur à l'époque d'un autre modèle TC, GLOBAL, l'entreprise « parisienne » n'ayant pas apprécié la concurrence). En 1979, TERESE est utilisé par l'Agence d'Urbanisme de Grenoble (jusqu'en 1998) et deux ans plus tard TERESE est adapté pour être utilisé à Strasbourg. En 1981-82 le modèle va connaître sa dernière véritable révolution structurelle dans son module génération-distribution, ce qui fera de TERESE un modèle intermédiaire entre l'approche agrégée classique et les modèles désagrégés qui se développent à l'époque à Grenoble. Un module permettant la prise en compte des parcs relais comme injecteurs ponctuels d'utilisateurs sur le réseau TC est ajouté. A partir de cette époque, seul le logiciel TERESE a subi des retouches et des améliorations, le modèle lui-même, étant considéré comme suffisamment robuste pour des usages commerciaux<sup>108</sup> (rappelons que la SEMALY est devenue, en 1992, un bureau privé, appartenant au groupe *EGIS*<sup>109</sup>). Le logiciel TERESE a vécu au tournant des années 1990 une période critique de son histoire. Il s'en est en effet fallu de peu que le modèle

---

<sup>108</sup> Voir GESMAD, *Evaluations des modèles de trafic*, 2000 ; C. Berenguer, *L'évaluation de la modélisation des trafics sur la ligne D du métro de Lyon*, Rapport pour le compte de la DRAST, mars 1996.

<sup>109</sup> Voir B. Couturier, J. Delifer, T. Innocenzi et R. Papassian, *Qui sont les modélisateurs dans le domaine du transport urbain ? Une approche à partir de l'étude du secteur des bureaux d'études*, Champs-sur-Marne, ENPC, 2004.

soit définitivement perdu car il n'avait pas été adapté aux nouveaux outils informatiques, les anciennes machines sur lesquelles il tournait ayant été mises au rebut<sup>110</sup>. A la fin des années 1980 et au début des années 1990, la SEMALY et le CETUR ont impulsé le projet de redéfinition et de relance de TERESE sur des nouveaux outils de micro-informatique, avec l'intervention du CETE Méditerranée et de l'ALMA, à savoir une société grenobloise liée à l'Université de Grenoble (voir *supra*). Cette adaptation sur petites machines de TERESE a donné lieu au développement de toutes une série de modules externes au modèle proprement parlé mais qui en facilitaient l'utilisation, en permettant, d'une part, d'effectuer un calage plus rapide et plus efficace, d'autre part, d'obtenir des résultats directement analysés par le biais de modules de calcul de rentabilité financière. Notons que cet enrichissement avec des modules supplémentaires constitue une tendance générale ; plusieurs modèles (logiciels) de prévision des déplacements ont été enrichis par des modules de calcul de nuisances environnementales. Les derniers développements informatiques de TERESE ont porté sur l'interface du logiciel pour permettre une utilisation plus facile de TERESE en complément d'autres logiciels. Ainsi des modules de récupération des données à partir de logiciels de cartographie ont pu être mis en place depuis 1999<sup>111</sup>.

---

<sup>110</sup> Profitons ici de cet épisode pour mentionner la question cruciale de la maintenance d'un modèle. D'après plusieurs de nos interlocuteurs, pendant la période qui précède l'arrivée des logiciels de modélisation (et de leurs manuels), la connaissance du modèle était « incorporée » pour l'essentiel dans l'esprit de ses seuls concepteurs-utilisateurs et disparaissait avec le départ de ces derniers de l'organisation qui utilisait le modèle.

<sup>111</sup> Sur ce qui précède, voir surtout : R. Papassian et T. Innocenzi, *La bonne fortune d'outils contestés...*, *op. cit.*