

DÉMOGRAPHIE ET DEMANDE DE TRANSPORT DES PERSONNES : MÉTHODE DE PROJECTION ÉLABORÉE À PARTIR DU CAS MONTRÉALAIS : 1981-1996*

Yves Bussière
Richard Marcoux
Monique Tessier
INRS-Urbanisation
Université du Québec
3465, rue Durocher
Montréal, Québec
H2X 2C6

Introduction

La présente analyse vise à présenter un modèle de projection de la demande de transport des personnes basé sur l'évolution démographique en partant de l'exemple montréalais pour la période 1981-1996.

Ce modèle, que l'on pourrait qualifier de « démo-spatial », met en parallèle des évolutions démographiques spatialisées sur le territoire, et des comportements de transport. Cela permet d'élaborer des projections de demande en se basant non pas seulement sur des extrapolations de déplacements, mais sur l'évolution démographique des populations qui effectuent les déplacements.

Les équations du modèle

Le modèle consiste à appliquer à des populations deux comportements en matière de déplacement des personnes, soit le nombre total de déplacements quotidiens (désigné ici par le terme mobilité) et le choix

*Nous tenons à remercier la Société de transport de la Communauté urbaine de Montréal ainsi que le ministère des Transports du Québec pour avoir appuyé cette recherche. Ce texte a été présenté au 21^e congrès annuel de l'Association québécoise du transport et des routes tenu à Québec en mars 1986.

du mode servant à effectuer ces déplacements. Ces deux comportements constituent la demande de transport d'un individu. Comme nous le verrons plus loin, l'âge détermine en grande partie les comportements de transport; le modèle en tient compte, en ventilant ces comportements en groupes d'âge détaillés. Dans sa version plus élaborée, le modèle peut tenir compte en outre d'une ventilation par sexe ainsi que d'une ventilation géographique. Le tableau 1 présente sous forme synthétique chacune de ces variables.

Tableau 1

TABLEAU SYNTHÉTIQUE DES VARIABLES DU MODÈLE DE PROJECTION

Variables Modèle	Population	Comportements en matière de transport		Impact sur la demande
		Mobilité	Choix de mode	
Modèle de base	Croissance/ décroissance Structure par âge	Par âge	Par âge	Projections plus ou moins élaborées
Modèle plus élaboré	Par sexe et/ou localisation	Par sexe et/ou localisation	Par sexe et/ou localisation	

Le modèle dans sa version de base

Avant de passer en revue chacune des variables du modèle, présentons d'abord le système d'équations.

Le modèle de base [3] est construit de manière à tenir compte de trois grandes variables : a) l'évolution de la population et les modifications de sa structure par âge, notamment le vieillissement; b) les comportements de déplacement en général, par grande strate d'âge (mobilité); et enfin c) les comportements en termes de choix de mode.

Ainsi, si l'on pose au départ que les comportements sont stables dans le temps, on peut formuler une première série d'équations sous leur forme la plus simple. La méthode de projection consiste alors à appliquer aux cohortes de population future les comportements observés antérieurement. La demande de transport d'un groupe d'âge « a » pour un mode « m » au temps t + n est alors égale à :

$$D_{am}^{t+n} = P_a^{t+n} \cdot \frac{D_{am}^t}{P_a^t} \quad (1)$$

$$D_{am}^{t+n} = P_a^{t+n} \cdot \frac{D_a^t}{P_a^t} \cdot \frac{D_{am}^t}{D_a^t} \quad (2)$$

où D = demande de transport (ou nombre de déplacements)
P = population
a = groupe d'âge (a=1 à k)
m = mode de transport (m=1 à g)
t = année de départ
n = nombre d'années projetées

et où $\frac{D_{am}^t}{P_a^t}$ = nombre de déplacements par habitant du groupe d'âge « a » au temps « t » pour le mode « m »; se décompose en deux, soit :

$$\frac{D_{am}^t}{P_a^t} = \frac{D_a^t}{P_a^t} \cdot \frac{D_{am}^t}{D_a^t} \quad (3)$$

où $\frac{D_a^t}{P_a^t}$ = nombre de déplacements tous modes, par habitant du groupe d'âge « a » au temps « t »

$$\frac{D_{am}^t}{D_a^t} = \text{taux d'utilisation du mode « m » par le groupe d'âge « a » au temps « t »}. \quad (4)$$

La demande globale de transport au temps « t + n » est égale à la somme des demandes de différents groupes d'âge pour différents modes :

$$D^{t+n} = \sum_{a=1}^k \sum_{m=1}^g D_{am}^{t+n} \quad (5)$$

Le modèle dans sa version plus élaborée

Le modèle de base peut en outre être spatialisé afin de tenir compte des différences observées sur le territoire en ce qui concerne à la fois les comportements de mobilité et les choix de modes, ainsi que de l'évolution démographique [4].

Ainsi, la demande totale pour « h » régions sera la somme des demandes pour chaque sous-région retenue.

$$D^{t+n} = \sum_{a=1}^k \sum_{m=1}^g \sum_{r=1}^h D_{amr}^{t+n} \quad (6)$$

Enfin, on peut tenir compte d'une ventilation par sexe, et le système d'équations devient :

$$D^{t+n} = \sum_{a=1}^k \sum_{m=1}^g \sum_{r=1}^h \sum_{s=1}^2 D_{amrs}^{t+n} \quad \text{où } s : \text{ sexe} \quad (7)$$

varie de 1 à 2

L'utilisation du modèle ne se limite pas à l'hypothèse de comportements constants. On peut tenir compte de changements possibles dans le comportement de mobilité ou encore de changements prévisibles dans les choix de mode. Les équations du modèle demeurent les mêmes, mais on assigne dans ce cas les valeurs prévues aux paramètres de mobilité et de choix de mode.

Les variables du modèle de base

Dans cette seconde section, nous allons décrire brièvement chacune des variables du modèle à partir de l'exemple de la région métropolitaine de Montréal (RMM).

La mobilité par groupe d'âge (Da/Pa)

La mobilité, soit le nombre de déplacements par individu, varie fortement avec l'âge. Le tableau 2 présente des indices de mobilité par groupe d'âge pour la RMM, en 1982, calculés sur les déplacements unidirectionnels quotidiens (les retours au domicile sont exclus).

En moyenne, sur la population de cinq ans et plus, on observe un peu plus d'un déplacement unidirectionnel quotidien par personne (1,06). Toutefois, les écarts entre les groupes d'âge sont considérables.

En effet, la mobilité croît de l'adolescence jusqu'à l'âge adulte, pour atteindre un maximum de 1,25 au groupe d'âge 35-39 ans. Comme on peut le voir au graphique 1, elle décroît ensuite progressivement pour atteindre des niveaux très bas après 65 ans. Cette relation étroite entre l'âge et la mobilité reflète en grande partie le cycle de vie, qui lui-même conditionne les comportements en matière de déplacements des personnes.

Le choix de mode par groupe d'âge (Dam/Da)

Le choix de mode est le second facteur qui détermine la demande de transport pour différents modes. Ainsi, dans la RMM, en 1982, 24 % des déplacements de la population âgée de cinq ans et plus se faisaient par les transports en commun alors que plus de la moitié des déplacements se faisaient en automobile. Par ailleurs, plus de 75 % des

déplacements en automobile étaient des déplacements « auto-conducteur ».

Tableau 2

NOMBRE DE DÉPLACEMENTS UNIDIRECTIONNELS QUOTIDIENS
PAR PERSONNE (Da/Pa) SELON LE GROUPE D'ÂGE,
RÉGION MÉTROPOLITAINE DE MONTRÉAL, 1982

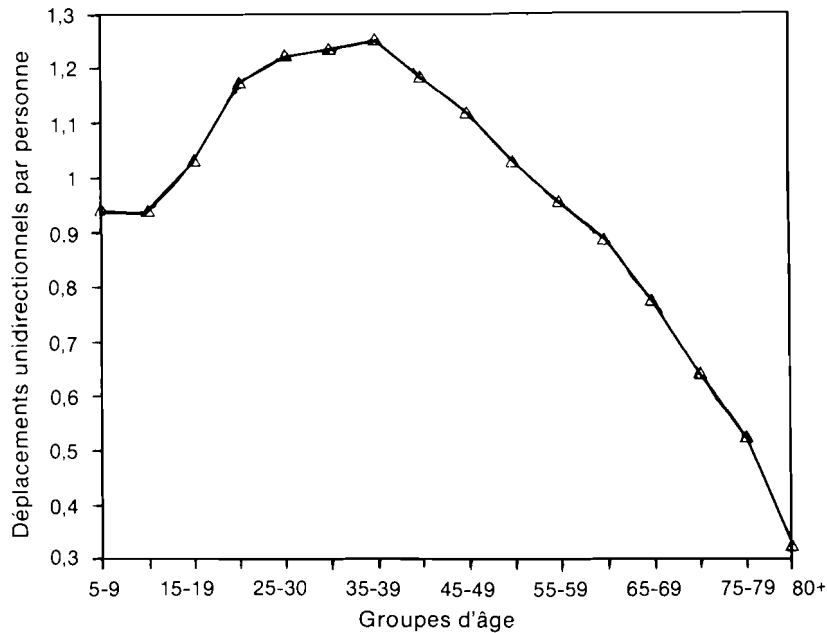
Groupes d'âge	Nombre moyen de déplacements par personne (Da/Pa)
5-9 ans	0,9381
10-14 ans	0,9361
15-19 ans	1,0295
20-24 ans	1,1748
25-29 ans	1,2223
30-34 ans	1,2341
35-39 ans	1,2528
40-44 ans	1,1830
45-49 ans	1,1174
50-54 ans	1,0267
55-59 ans	0,9527
60-64 ans	0,8814
65-69 ans	0,7673
70-74 ans	0,6340
75-79 ans	0,5217
80 ans et plus	0,3202
Total 5 ans et plus	1,0568

Source : CTCUM, enquête O-D 1982, compilation spéciale, Service des systèmes d'information, Ministère des Transports du Québec, juin 1985. N.B. Cette référence s'applique dans tous les cas où la source indiquée est « enquête O-D 1982 ».

Tout comme la fréquence des déplacements, le taux d'utilisation d'un mode de transport donné est fortement relié à l'âge. Selon les cinq catégories de mode de transport retenues au tableau 3, c'est dans le groupe d'âge des 15-19 ans qu'on retrouve le taux d'utilisation du transport en commun le plus élevé. Ce taux demeure fort chez les 20-24 ans et décroît par la suite; il reprend une part importante des déplacements chez les personnes âgées de 65 ans et plus et atteint des niveaux élevés pour certains groupes d'âge (36 % chez les 75-79 ans), mais sans jamais revenir au niveau observé chez les 15-19 ans.

Le mode auto-conducteur, tout en occupant le premier rang pour tous les groupes d'âge de 20 à 69 ans, connaît un taux d'utilisation très variable d'un groupe d'âge à l'autre (40 % chez les 20-24 ans, 65 % chez les 35-39 ans). Il est en forte concurrence avec le transport en

commun, puisqu'à une variation positive ou négative du taux d'utilisation de ce dernier d'un groupe d'âge à l'autre correspond une variation inverse du taux d'utilisation du mode auto-conducteur.



Source : Enquête O-D 1982.

Graphique 1

INDICE DE MOBILITÉ (Da/Pa) PAR GROUPE D'ÂGE, RMM, 1982

Les déplacements « auto-passager » constituent 14,3 % des déplacements et subissent relativement peu de variations d'un groupe d'âge à l'autre. Enfin, les déplacements « autres modes », constitués principalement des déplacements à pied, sont surtout concentrés chez les jeunes et chez les personnes âgées.

Poids des groupes d'âge dans la population totale et contribution à la demande totale de déplacements, par mode

Le tableau 2 nous a permis de constater qu'il existe des différences importantes dans la mobilité par âge. Si nous ajoutons à ces fréquences de déplacements les choix de modes propres à chaque groupe d'âge (tableau 3), il devient évident qu'il est important d'analyser la demande de transport des personnes en tenant compte des différents groupes d'âge. C'est d'autant plus important que l'effet conjugué de la mobilité, du choix de mode et de la structure par âge a un impact sur la demande par mode. Par exemple, on observe (tableau 4) qu'en 1982 les personnes âgées de 15 à 29 ans, très mobiles, effectuaient 46 % des

déplacements par le transport en commun alors qu'elles ne constituaient que 28 % de la population totale.

Tableau 3

RÉPARTITION PROCENTUELLE DES MODES DE TRANSPORT UTILISÉS, PAR GROUPE D'ÂGE (Dam/Da), RÉGION MÉTROPOLITAINE DE MONTRÉAL, 1982

Groupes d'âge	Transport en commun	Autobus scolaire	Auto-conducteur	Auto-passager	Autres	Total
5-9 ans	3,47	28,97	0	22,45	45,11	100
10-14 ans	22,24	25,98	0	14,86	36,92	100
15-19 ans	47,77	11,43	11,92	13,46	15,41	100
20-24 ans	35,01	0	40,32	15,37	9,30	100
25-29 ans	22,97	0	53,78	13,98	9,27	100
30-34 ans	18,28	0	60,68	12,42	8,62	100
35-39 ans	15,14	0	65,29	12,21	7,36	100
40-44 ans	15,92	0	64,94	12,24	6,90	100
45-49 ans	18,85	0	59,94	13,07	8,14	100
50-54 ans	20,75	0	57,44	13,35	8,46	100
55-59 ans	22,89	0	51,56	14,84	10,71	100
60-64 ans	25,91	0	45,56	15,36	13,17	100
65-69 ans	31,87	0	33,47	15,58	19,08	100
70-74 ans	35,04	0	26,66	15,31	22,99	100
75-79 ans	36,07	0	18,84	14,77	30,32	100
80 ans et plus	32,16	0	12,00	21,63	34,21	100
Total	23,77	4,38	43,44	14,28	14,13	100
5 ans						

Source : Enquête O-D 1982.

Par ailleurs, les groupes d'âge de 30 à 49 ans faisaient 50 % des déplacements auto-conducteur alors qu'ils formaient 29 % de la population.

La contribution des jeunes de 5 à 14 ans aux déplacements « autres » (dont 96 % sont des déplacements à pied) est près de trois fois supérieure à leur poids démographique (soit 36 % comparativement à 13 %).

Enfin, les personnes âgées de 65 ans et plus représentent une faible proportion des déplacements de chacune des catégories. Leur part est toujours plus faible que leur poids démographique, qui était de 9 % en 1982, en raison de leur faible mobilité.

Évolution démographique (vieillesse) 1981-1996

Compte tenu des liens étroits qui existent entre l'âge et la demande de transport, on doit s'attendre à ce que les modifications de la structure par âge aient un effet sur la demande de transport des personnes. Le

Tableau 4
CONTRIBUTION DES DIFFÉRENTS GROUPES D'ÂGE AU TOTAL DES DÉPLACEMENTS, PAR MODE DE TRANSPORT, RÉGION MÉTROPOLITAINE DE MONTRÉAL, 1982

Groupes d'âge	Pourcentage de la population en 1982	Contribution au total des déplacements par mode en pourcentage							Total des déplacements	
		Transport en commun	Autobus scolaire	Auto-conducteur	Auto-passager	Autres				
0-4 ans	6,27									
5-9 ans	6,27	0,88	39,65	0	9,43			19,16		6,00
10-14 ans	6,76	5,98	37,86	0	6,65			16,70		6,39
15-19 ans	8,28	17,29	22,45	2,36	8,11	49		9,39		8,61
20-24 ans	28	17,46	0	11,00	12,76			7,80		11,85
25-29 ans	9,70	11,57	0	14,82	11,71			7,86		11,97
30-34 ans	8,85	8,48	0	15,40	9,59			6,72		11,03
35-39 ans	7,91	6,38	0	15,04	8,56			5,21		10,01
40-44 ans	6,51	5,21	0	11,62	6,66			3,79		7,77
45-49 ans	5,40	4,83	0	8,41	5,58			3,51		6,09
50-54 ans	6,08	5,50	0	8,33	5,89			3,77		6,30
55-59 ans	4,83	4,47	0	5,51	4,83			3,52		4,64
60-64 ans	4,17	4,04	0	3,89	3,99			3,46		3,71
65-69 ans	3,60	3,74	0	2,15	3,04			3,76		2,79
70-74 ans	9	2,45	0	1,02	1,78			2,70		1,66
75-79 ans	1,52	1,21	0	0,35	0,83			1,72		0,80
80 ans et plus	1,21	0,53	0	0,11	0,59			0,95		0,39
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Source : Enquête O-D 1982.

phénomène de vieillissement de la population qui marquera la prochaine décennie aura inmanquablement un impact sur la demande de transport.

Les projections démographiques sont basées sur un scénario moyen qui projette une augmentation de la population de seulement + 0,35 % entre 1981 et 1996 dans l'ensemble de la RMM. Par contraste, la décennie précédente avait connu une hausse de la population de + 3,4 % (scénario A1 de J. Ledent, décrit dans [4]).

Cette évolution ne se fera cependant pas de façon uniforme pour tous les groupes d'âge, comme on peut le voir au tableau 5, qui présente l'évolution projetée de cinq grands groupes d'âge durant la période 1981-1996, et son impact sur la structure par âge.

Tableau 5
TAUX DE CROISSANCE 1981-1996 DE CERTAINS GROUPES D'ÂGE ET POIDS DANS LA POPULATION TOTALE, RMM (%)

Groupes d'âge	Taux de croissance* 1981-1996	Poids dans la population totale		Impact sur la demande
		1981	1996	
0-14 ans	- 20,0	19,8	15,8	Autobus scolaire
15-29 ans	- 28,2	28,2	20,2	Transport en commun et auto-passager
30-49 ans	+ 23,3	27,8	34,2	Transport en commun et auto-conducteur
50-54 ans	+ 10,0	15,0	16,4	Impact faible
65 ans et plus	+ 46,6	9,2	13,5	Impact faible
Total	+ 0,35	100	100	

*Source : J. Ledent, INRS-Urbanisation, compilation spéciale, septembre 1985.

La population de moins de 30 ans connaîtra une forte diminution, alors que les cohortes de 30 ans et plus augmenteront. En conséquence, les moins de 30 ans, qui formaient 48 % de la population en 1981, en constitueront 36 % en 1996. De même, la part de la population âgée de 65 ans et plus passera de 9,2 % en 1981 à 13,6 % en 1996.

Comme nous avons vu précédemment que la fréquence des déplacements et que le taux d'utilisation des modes de transport varient sensiblement d'un groupe d'âge à l'autre, on peut prévoir que ces changements démographiques auront des effets importants à la fois sur le nombre de déplacements totaux et sur leur répartition par mode.

Pour simplifier l'analyse, nous supposons que les comportements en termes de mobilité et de choix de mode resteront constants au cours de la période. Cette hypothèse a l'avantage de permettre d'isoler l'impact de l'évolution démographique, en particulier celui du vieillissement.

sement, sur la demande de transport. En effet, la forte baisse (- 28,2 %) de la population des 15-29 ans devrait avoir pour effet de diminuer le nombre de déplacements par le transport en commun, étant donné le poids énorme de ce groupe d'âge pour ce mode. Cette baisse ne serait pas compensée par l'augmentation de la demande des personnes âgées; celles-ci ont un taux d'utilisation élevé pour les transports en commun mais une mobilité très faible, ce qui explique leur faible poids dans la demande totale de transport en commun (7,9 %).

D'autre part, l'évolution du poids d'autres groupes d'âge, dont le poids dans la demande de transport en commun et dans la demande automobile est élevé, aura un impact sur ces deux modes. La très forte hausse prévue des 30-49 ans (+ 23 %) devrait faire augmenter la demande pour ces deux modes, mais surtout pour le mode auto-conducteur.

Les variables du modèle dans sa version plus élaborée

Dans le cas d'une grande agglomération comme Montréal, il peut être nécessaire de spatialiser le modèle pour tenir compte des différences dans la mobilité et les choix de mode selon le lieu de résidence des individus. Il peut également être intéressant de distinguer les usagers des différents modes de transport par sexe. Nous verrons dans quels cas cette distinction est utile.

Spatialisation

Croissance démographique et structure par âge

La spatialisation du modèle serait utile dans le cas où l'on observerait une évolution différenciée de la population sur le territoire ou encore des structures par âge différentes. Aux fins du présent exposé, nous nous bornerons à découper le territoire de la RMM en deux unités spatiales, soit l'île de Montréal et le reste de la RMM, que nous appellerons ici couronne.

Selon le scénario démographique retenu, la croissance de la population ne sera pas uniforme sur le territoire de la RMM. En effet, la très faible croissance moyenne prévue pour la période 1981-1996 (+ 0,35 %) se traduirait par une perte de population pour l'île de Montréal (- 10,5 %) et par un gain pour la couronne (+ 19,1 %). En conséquence, le poids de l'île de Montréal dans la RMM passerait de 62,1 % en 1981 à 55,1 % en 1996 (tableau 6).

À ces différences spatiales dans l'évolution de la population s'ajoutent des différences importantes dans la structure par âge. En effet, comme on peut le constater (tableau 7), la proportion de jeunes dans la

population est beaucoup plus faible dans l'île de Montréal que dans la couronne. En 1981, l'île de Montréal comptait 17 % de 0-14 ans comparativement à 25 % pour la couronne. De même, la proportion de personnes âgées de 65 ans et plus était nettement plus élevée dans l'île que dans la couronne en 1981 : 11,5 % comparativement à 5,4 %. Ces différences reflètent le phénomène de l'étalement urbain et la présence d'une forte proportion de jeunes ménages avec enfants en banlieue. Ainsi, même si le phénomène de vieillissement touche l'ensemble du territoire de la RMM en 1996, la proportion des jeunes de 0-14 ans demeurera légèrement plus faible dans l'île de Montréal que dans la couronne (14 % contre 18 %) et la proportion de personnes âgées de 65 ans et plus nettement plus élevée (17 % contre 9 %).

Tableau 6

RÉPARTITION SPATIALE DE LA POPULATION DE LA RMM EN 1981 ET EN 1996 ET TAUX DE VARIATION 1981-1996

Unité spatiale	Population		Répartition (%)		Taux de variation (%)
	1981	1996	1981	1996	
Île	1 760 140	1 569 015	62,1	55,1	- 10,86
Couronne	1 075 605	1 276 591	37,9	44,9	+ 18,69
RMM	2 835 745	2 845 605	100,0	100,0	+ 0,35

Source : J. Ledent, INRS-Urbanisation, compilation spéciale, août 1985.

Tableau 7

RÉPARTITION DES GROUPES D'ÂGE DE MOINS DE 15 ANS ET DE 65 ANS ET PLUS DANS LA POPULATION DE LA RMM ET DE SES SOUS-RÉGIONS, 1981, ET PROJECTION POUR 1996 (%)

Unité spatiale	Moins de 15 ans		65 ans et plus	
	1981	1996	1981	1996
Île	17,0	13,9	11,5	17,2
Couronne	24,6	18,2	5,4	8,9
RMM	19,8	15,8	9,2	13,5

Source : J. Ledent, INRS-Urbanisation, compilation spéciale, août 1985.

Cette évolution différenciée de la population sur le territoire aura un impact sur la demande de transport des personnes, d'autant plus que les comportements de transport (mobilité, choix de mode) sont différents à travers le territoire.

Mobilité et choix de mode

La mobilité et les choix de mode varient-ils selon que le lieu de résidence est l'île de Montréal ou la couronne ? Si la mobilité (D/P) ou le choix de mode (Dm/D) étaient identiques sur tout le territoire, la ventilation spatiale du modèle conduirait aux mêmes résultats globaux qu'une projection non spatialisée. Elle permettrait cependant de connaître la répartition spatiale du lieu de résidence des usagers de différents modes de transport, ce qui, le cas échéant, pourrait être utile.

On devrait cependant s'attendre à un certain nombre de différences dans la mesure où ces deux comportements sont fortement reliés à l'âge et où la répartition de la population observée présente des différences importantes au point de vue de la structure par âge. Ces deux indicateurs de comportements sont présentés au tableau 8, pour nos deux sous-régions et pour l'année 1982.

Tableau 8
DÉPLACEMENTS UNIDIRECTIONNELS QUOTIDIENS PAR PERSONNE
ET RÉPARTITION PROCENTUELLE DES MODES DE TRANSPORT
UTILISÉS, RMM, 1982

Unité spatiale	Déplacements par personne	Transports en commun	Auto-conducteur	Auto-passager	Autres	Total
Île	1,062	31,9	38,2	12,4	17,5	100
Couronne	1,049	12,7	51,1	16,9	19,4	100
RMM total	1,057	23,8	43,4	14,3	18,5	100

Source : Enquête O-D 1982.

On constate que la mobilité est légèrement (+ 1,3 %) plus grande en 1982 dans l'île que dans la couronne (1,062 contre 1,049 déplacement unidirectionnel par personne). Une décomposition encore plus détaillée du territoire (9 zones : voir [5]) indiquerait des différences plus grandes mais ne dépassant pas 8 % (environ). L'indice de mobilité est donc relativement stable au plan spatial. Sa décomposition peut améliorer l'analyse, mais elle est beaucoup moins essentielle que la prise en compte du facteur âge ainsi que du facteur choix de mode.

En effet, les comportements de choix de mode sont largement conditionnés par le lieu de résidence. Ainsi, on observe que les déplacements par les transports en commun comptaient pour 32 % des déplacements chez les résidents de l'île et pour 13 % chez les résidents de la couronne. En ce qui concerne le transport automobile on observe le phénomène inverse : 38 % des déplacements appartiennent à la catégorie auto-conducteur dans le cas des résidents de l'île, par rapport à 51 % pour ceux de la couronne.

Même si ces différences sont énormes, il serait légitime de se demander si elles pourraient être attribuables non pas à des comportements différents pour un groupe d'âge donné, mais simplement à un effet de composition dû à une structure par âge différente d'une sous-région à l'autre. Au départ, cela semble peu probable, dans la mesure où la structure démographique plus jeune de la couronne favoriserait a priori un plus fort taux d'utilisation des transports en commun; or c'est dans la couronne que ce taux est le plus faible, à cause certainement d'une offre de service moins bonne.

Pour éclaircir cette question, nous avons comparé les indices de mobilité et de choix de mode du groupe d'âge 35-39 ans selon le lieu de résidence (tableau 9). On observe, de fait, un écart de 4 % pour l'indice de mobilité générale, qui est de 1,28 pour les résidents de l'île comparativement à 1,22 pour ceux de la couronne. Les écarts observés pour les choix de mode sont encore plus importants. Ainsi, les résidents de l'île utilisent les transports en commun pour 22 % de leurs déplacements comparativement à seulement 7,6 % pour les résidents de la couronne. Dans le cas des déplacements auto-conducteur la proportion est de 68 % pour l'île et atteint 89 % pour la couronne. On notera que ce groupe d'âge effectue très peu de déplacements par des modes autres.

Tableau 9
NOMBRE MOYEN DE DÉPLACEMENTS UNIDIRECTIONNELS QUOTIDIENS
PAR PERSONNE (Da/Pa) ET RÉPARTITION PROCENTUELLE DES
MODES DE TRANSPORT UTILISÉS (Dam/Pa),
GROUPE D'ÂGE 35-39 ANS, RMM,
ÎLE ET COURONNE, 1982

Unité spatiale	Déplacements par personne	Transports en commun	Auto-conducteur	Auto-passager	Autres	Total
Île	1,279	21,9	67,9	9,8	0,4	100
Couronne	1,225	7,6	88,6	3,6	0,2	100
RMM total	1,253	15,1	77,5	6,9	0,5	100

Source : Enquête O-D 1982.

On peut donc conclure que les choix de mode sont fortement influencés par la localisation géographique. Dans certains groupes d'âge, les différences sont considérables; ainsi, chez les 35-39 ans, les résidents de l'île utilisent les transports en commun trois fois plus que ceux de la couronne. Il devient dès lors important de tenir compte d'une ventilation spatiale pour améliorer la capacité du modèle.

Ventilation par sexe

Il existe d'énormes différences dans la mobilité et les choix de mode par sexe.

En 1982, le nombre moyen de déplacements était de 1,15 pour les hommes comparativement à 0,97 pour les femmes. Cette différence dans la mobilité par sexe (19 % de plus chez les hommes) commence à apparaître à 20 ans et se maintient pendant tout le cycle de vie; elle atteint un maximum aux âges actifs, ce qui reflète en grande partie les taux d'activité plus élevés des hommes.

En ce qui concerne les choix de mode, on observe des différences encore plus grandes entre les sexes. À titre d'exemple, mentionnons qu'en 1982, dans la RMM, les déplacements par les transports en commun constituaient 29 % des déplacements des femmes comparativement à 19 % pour les hommes. Pour les déplacements auto-conducteur, les proportions étaient inversées (28 % pour les femmes et 57 % pour les hommes).

Cependant, et il s'agit là d'une conclusion importante pour l'utilisation que l'on peut faire du modèle, si l'on suppose des comportements constants au point de vue de la mobilité et du choix de mode, les projections, qu'elles soient effectuées avec ou sans ventilation par sexe, seront identiques tant que le poids des hommes et des femmes sera identique dans chacune des cohortes d'âge. Cela veut dire qu'à toutes fins pratiques, sauf dans le cas d'un vieillissement très prononcé de la population, la ventilation par sexe n'améliorera pas la précision des projections, à comportements constants.

Ainsi, on peut écrire :

$$D = P \cdot \frac{D}{P}$$

Si on isole l'indice de mobilité D/P par sexe :

$$\frac{D}{P} = \frac{D \text{ hommes} + D \text{ femmes}}{P \text{ hommes} + P \text{ femmes}}$$

puisque $D \text{ hommes} \neq D \text{ femmes}$
et $P \text{ hommes} \cong P \text{ femmes}$

$$\frac{D}{P} = \frac{D \text{ hommes}}{P \text{ hommes}} + \frac{D \text{ femmes}}{P \text{ femmes}} \div 2$$

Le même raisonnement vaut pour les déplacements pour un mode donné.

Dans le cas, cependant, où l'on supposerait des modifications dans la différenciation future des comportements selon le sexe, il deviendrait important de retenir une ventilation par sexe. Il faudrait le faire, par exemple, dans un scénario où l'on supposerait une augmentation de la mobilité des femmes attribuable à une augmentation de leur taux d'activité; ce scénario pourrait incorporer aussi des modifications dans les choix de modes.

Principaux résultats du scénario à comportements constants pour la RMM, 1981-1996

Nous allons maintenant présenter quelques résultats de la version élaborée du modèle, appliquée à la région métropolitaine de Montréal pour la période 1981-1996. Rappelons que le scénario démographique utilisé est un scénario moyen qui projette une croissance presque nulle de la population, un vieillissement démographique et une poursuite de la tendance à la déconcentration de la population de la partie centrale (l'île de Montréal) vers la banlieue (la couronne).

Les quelques résultats présentés sous une forme agrégée ont été obtenus à partir d'une désagrégation de la RMM de Montréal en 9 grandes zones, en 16 groupes d'âge, en 11 modes de transport, et par sexe. Les données relatives aux comportements de transport sont tirées de l'enquête origine-destination de 1982 de la CTCUM et elles sont basées sur les déplacements dits « unidirectionnels » (retour au domicile exclu). Des ajustements ont été faits dans la définition des déplacements pour permettre, au besoin, des comparaisons avec les enquêtes O-D antérieures, mais cela n'a de toute manière que peu d'impact sur les tendances présentées ici. De plus, pour permettre une correspondance avec les données démographiques de l'année de départ (1981, année du dernier recensement), nous avons appliqué les comportements observés selon l'enquête O-D de 1982 aux populations de 1981. Enfin, compte tenu de la base démographique du modèle, tous les déplacements sont comptabilisés à partir du lieu de résidence des individus.

Nous aurions pu imaginer différents scénarios comportant des modifications plus ou moins importantes dans la mobilité générale de la population ainsi que dans les choix de mode, comme nous l'avons fait ailleurs [4]. Mais notre objectif, ici, est surtout d'ordre méthodologique, et nous nous sommes limités à la présentation d'un scénario à comportements constants : ainsi, nous avons supposés constants la mobilité et les choix de mode par groupe d'âge. Ce genre de scénario a l'avantage de relier les projections de la demande aux tendances démographiques décrites précédemment. Il évite aussi la tentation de faire des scénarios trop extrêmes dans le sens d'une plus forte utilisation,

soit des transports en commun, soit de l'automobile, faute de données suffisantes sur les facteurs pouvant modifier les comportements.

Déplacements totaux

Avant de ventiler les déplacements par mode, essayons de voir l'impact de l'évolution démographique sur le nombre total de déplacements. Selon le scénario retenu, la population totale de la RMM augmenterait très légèrement au cours de la période 1981-1996 (+ 0,35 %) et la tendance à la déconcentration vers les banlieues se poursuivrait (tableau 10). Pour la population âgée de cinq ans et plus, celle pour laquelle nous avons retenu les déplacements, la croissance est légèrement plus forte (+ 2 %). Qu'en est-il des déplacements ? Ils accuseraient une baisse de - 0,13 % dans l'ensemble de la RMM. Pour les résidents de l'île, la baisse serait de - 12,1 %, comparativement à - 9,9 % pour la population de cinq ans et plus, et dans le cas de la couronne, la hausse serait de + 20,0 %, comparativement à + 22 % pour la population. Cela veut donc dire que les changements dans la mobilité générale peuvent se produire même si les comportements des individus demeurent constants, par un pur effet de composition de la population par groupe d'âge et de répartition de la population sur le territoire. Dans le cas de la RMM, l'évolution future de la population aura tendance à faire baisser le nombre de déplacements totaux.

Tableau 10

COMPARAISON ENTRE L'ÉVOLUTION DÉMOGRAPHIQUE ET L'ÉVOLUTION DU NOMBRE DE DÉPLACEMENTS TOTAUX PROJETÉS, SCÉNARIO À COMPORTEMENTS CONSTANTS, RMM, 1981-1996 (%)

	Île	Couronne	RMM
Population totale	- 10,9	+ 18,7	+ 0,35
Population de 5 ans et plus	- 9,9	+ 22,0	+ 2,0
Déplacements totaux (5 ans et plus)	- 12,1	+ 20,0	- 0,13

Déplacements par mode

Si l'on s'intéresse maintenant à la répartition de cette demande par mode, qu'observe-t-on ? Le tableau 11 présente les résultats pour les transports en commun et l'automobile.

Les déplacements par les transports en commun dans l'ensemble de la RMM diminueraient au cours de la période (- 13,0 %), alors que nous avons, rappelons-le, une hausse de la population de cinq ans et plus (+ 2,0 %). C'est le résultat du vieillissement démographique, qui sera accentué par une déconcentration de la population. En effet, l'île,

dont la population de cinq ans et plus diminuerait de - 9,9 %, verrait sa demande de transport en commun baisser de - 17,9 % en raison du vieillissement démographique. Cette baisse ne serait pas compensée par une hausse de la demande en provenance de la couronne puisque, même s'il y avait augmentation de 22 % de la population de cinq ans et plus, la demande de transport en commun des résidents de la couronne n'augmenterait que de + 7,5 % à cause du vieillissement et de la plus faible propension des banlieusards à utiliser les transports en commun.

Tableau 11

TAUX DE CROISSANCE PROJETÉS DE LA DEMANDE DE TRANSPORT PAR MODE, SCÉNARIO À COMPORTEMENTS CONSTANTS, SELON LE LIEU DE RÉSIDENCE, RMM, 1981-1996 (%)

	Île	Couronne	RMM
Transport en commun	- 17,9	+ 7,5	- 13,0
Auto-conducteur	- 5,6	+ 31,5	+ 10,8
Auto-passager	- 11,8	+ 19,7	+ 2,3

La demande de transport automobile-conducteur est soumise à des tendances inverses, pour les mêmes raisons. Ainsi, la demande du mode auto-conducteur augmenterait beaucoup plus que la population de cinq ans et plus (hausse de + 10,8 % dans l'ensemble de la RMM). Par ailleurs, la hausse serait beaucoup plus forte pour les résidents de la couronne. Pour les résidents de l'île, la baisse serait inférieure à la décroissance démographique, ce qui suppose, même avec des comportements constants, un transfert de mode en faveur de l'automobile.

En effet, même si l'on suppose des comportements de choix de mode constants par groupe d'âge, la seule évolution démographique (vieillessement et déconcentration) amène un transfert du transport en commun vers le mode auto-conducteur. La part des déplacements auto-conducteur dans l'ensemble des déplacements passerait de 42,3 % en 1981 à 46,9 % en 1996. En même temps, le transport en commun verrait son poids décroître, passant de 25,0 % en 1981 à 21,8 % en 1996.

Dans l'ensemble de la RMM, seule la demande du mode auto-passager (+ 2,3 %), beaucoup moins variable selon l'âge, suit d'assez près l'évolution de la population de cinq ans et plus (+ 2,0 %).

L'évolution de la structure démographique est donc déterminante dans l'évolution de la demande de transport. Bien que le modèle puisse paraître, au départ, contenir peu de variables, la prise en compte de l'âge permet, indirectement, de tenir compte du cycle de vie et des revenus. Par ailleurs, la dimension spatiale permet de tenir compte, indirectement encore, de la longueur des trajets, du type de desserte,

etc. Enfin, même si les comportements sont considérés comme constants (nous appliquons les comportements de l'année de départ à l'année de projection), le modèle permet de capter des changements de comportements globaux dus à des effets de composition. Le scénario de base dit à comportements constants incorpore donc un certain nombre de phénomènes tendanciels qui influencent la demande.

Dans ce cas-ci, une tendance lourde apparaît clairement : le vieillissement et la déconcentration de la population auront tendance à faire diminuer la demande de transport en commun et à augmenter la demande du mode auto-conducteur. Dans la réalité, un certain nombre de forces pourraient modifier ce scénario : une augmentation de l'offre de transport en commun pourrait atténuer la baisse prévue de ce mode, ou encore l'augmentation des embouteillages qu'occasionnerait la hausse de la demande du mode auto-conducteur pourrait amener un certain transfert de l'auto vers les transports en commun. On peut imaginer aussi des scénarios faisant augmenter le taux d'activité des femmes, donc leur mobilité et l'utilisation qu'elles ont des transports en commun. D'autres forces pourraient cependant jouer dans le sens inverse, telles que l'allongement de la période d'études, les horaires flexibles, la hausse du niveau de vie, etc. Il serait téméraire de prétendre pouvoir construire un modèle prévoyant toutes ces tendances. Le présent modèle a l'avantage de permettre de faire un certain nombre de scénarios sur la demande future, en dépit de l'état partiel des connaissances quant aux facteurs explicatifs de la mobilité et des choix de mode.

Déplacements par mode pendant la pointe du matin

Il peut être intéressant de voir comment se répartissent les déplacements dans la journée et nous avons, à cette fin, calculé les projections pour la période de pointe du matin, entre 7h00 et 9h00. La pointe est importante dans la mesure où ce sont les variations de la demande pendant cette période qui mettent à l'épreuve la capacité des infrastructures. Elles auront également un impact sur la qualité du service que procure un mode plutôt qu'un autre, puisque des modifications de la demande pendant la pointe pourraient avoir un effet sur le temps d'attente, le temps de trajet, le confort, etc., et par conséquent sur les choix de mode.

Rappelons que dans la RMM, en 1982, c'est durant la période de pointe du matin que s'effectuaient 38 % des déplacements unidirectionnels. Ces déplacements avaient surtout pour but le travail (58 %) et les études (37 %), les autres buts recensés par l'enquête O-D (loisirs, magasinage et autres) ne constituant que 5 % des déplacements de la pointe du matin.

Par ailleurs, comme la concentration des déplacements est encore plus forte aux heures de pointe dans le cas des déplacements pour fins d'études (77,6 %) que dans le cas des déplacements pour fins de travail (57,3 %), le vieillissement démographique ne devrait pas avoir le même impact sur la demande de transport aux heures de pointe et en dehors de cette période.

Donc, si l'on refait les projections pour la période de pointe du matin, on constate que les tendances projetées pour les déplacements sur 24 heures sont fortement accentuées (tableau 12). Pour la période 1981-1996, les déplacements totaux diminueraient de - 6,5 % pendant la période de pointe par rapport à - 0,13 % pour les déplacements sur 24 heures. Pour la demande de transport en commun, la diminution projetée pour la période de 24 heures est fortement accentuée pour la période de pointe du matin. En effet, la pointe est grandement responsable de la tendance projetée pour la demande sur 24 heures, bien qu'on assiste également à une baisse en dehors des heures de pointe. Ainsi, pour la demande totale de transport en commun dans la RMM, la diminution projetée pour la période 1981-1996 est de - 18,1 % pendant la pointe du matin comparativement à - 8,8 % pour la période hors-pointe, ce qui donne une baisse totale de - 13 % des déplacements par les transports en commun sur 24 heures.

Tableau 12

Taux de croissance projetés de la demande de transport par mode, scénario à comportements constants, selon le lieu de résidence, RMM, 1981-1996 : comparaison entre la pointe du matin et le reste de la journée (%)

Modes	Pointe*	Hors-pointe	24 heures
Transport en commun	- 18,1	- 8,8	- 13,0
Auto-conducteur	+ 9,6	+ 11,3	+ 10,8
Auto-passager	- 2,8	+ 4,0	+ 2,3
Total (déplacements 5 ans et plus)	- 6,5	+ 3,9	- 0,13

* 7h00 à 9h00 du matin.

Par ailleurs, la hausse de la demande du mode auto-conducteur serait légèrement moins forte durant les heures de pointe que durant le reste de la journée. Ainsi, pour une hausse moyenne de + 10,8 % des déplacements auto-conducteur sur 24 heures, la hausse projetée serait de + 9,6 % pendant les heures de pointe et de + 11,3 % en dehors des heures de pointe. Pour ce qui est de la demande du mode auto-passager, la légère augmentation projetée de la demande (+ 2,3 %)

est due à une augmentation de + 4,0 % en dehors des heures de pointe et à une diminution de - 2,8 % en période de pointe.

Nous pourrions donc assister, au cours de la prochaine décennie, à une certaine décongestion de la demande de transport en commun pendant la période de pointe du matin, ainsi que de la demande du mode auto-passager. Ce résultat n'a rien de surprenant dans la mesure où la plus grande partie des déplacements pour fins d'études sont effectués par les jeunes pendant la pointe du matin, et souvent par les transports en commun. Le vieillissement démographique aurait donc pour effet de diminuer cette demande en période de pointe.

Autres applications possibles du modèle

La simplicité du modèle fait sa force. Il peut être développé de façon plus ou moins élaborée pour tenir compte de différentes variables telles que la spatialisation et le sexe. Il pourrait être appliqué à des cas autres que le cas montréalais; le niveau de désagrégation à retenir dépend des objectifs poursuivis, ainsi que des données disponibles.

Pour faire fonctionner le modèle, il est nécessaire d'avoir deux séries de données. Premièrement, il faut des données démographiques par groupe d'âge; une ventilation en groupes d'âge quinquennaux est excellente, mais on pourrait se contenter de groupes plus agrégés. La ventilation spatiale n'est utile que pour les agglomérations où l'on observe des différences importantes dans les comportements de transport et la structure par âge à travers le territoire.

La deuxième série de données porte sur les comportements de transport. Une des meilleures sources est l'enquête origine-destination, mais peu d'agglomérations disposent de telles données. Ces enquêtes, faites généralement sur une base spatiale très fine, sont très coûteuses. Il serait cependant facile d'imaginer des enquêtes analogues pour des échantillons réduits, ce qui serait suffisant pour donner des valeurs à nos paramètres de mobilité et de choix de mode par groupe d'âge et, si nécessaire, selon des découpages géographiques appropriés.

Faute d'enquêtes, il est possible de procéder autrement. En effet, on peut centrer l'analyse sur les déplacements pendant la pointe, plus précisément sur les déplacements pour fins de travail et d'études, qui constituent, nous l'avons vu, 95 % des déplacements de la pointe du matin. La mise en relation de l'évolution des taux d'activité et des taux d'inscription (dans les écoles, les collèges et les universités) avec l'évolution de la pyramide des âges permettrait d'évaluer, sinon les volumes exacts de déplacements, du moins les tendances futures de la demande. La calibration de ces tendances avec des données de déplacements réels pourrait être faite à partir d'enquêtes de circulation ou de calculs d'achalandage dans les transports en commun.

Conclusion

Il ressort de notre analyse que l'évolution de la structure démographique (croissance, vieillissement, localisation) est déterminante dans l'évolution de la demande de transport et que les perspectives démographiques pour la prochaine décennie dans la région métropolitaine de Montréal nous indiquent une tendance très nette vers une diminution de la demande de transports en commun. Cette tendance ne pourra être contrecarrée que si les comportements changent. Il reste à savoir de combien ils devront changer.

Par ailleurs, on devrait pouvoir transférer la méthodologie établie à partir du cas montréalais à d'autres agglomérations, en appliquant le modèle sous une forme plus ou moins élaborée selon les objectifs poursuivis et les données disponibles.

Références

1. Bussière, Yves. « Population Aging and Transportation Demand: A Montreal Case Study for 1978-1991 », *Ekistics*, mai-juin 1984, 238-242.
2. Bussière, Yves. « Projection de la demande de transports et vieillissement de la population : le cas montréalais en 1978-1982 et perspectives d'avenir », *Transports*, 309 (novembre 1985), 559-567.
3. Bussière, Yves, avec la collaboration de Bernard McCann et d'Anita Seni. *Vieillesse de la population et demande de transport dans la région de Montréal, 1978-1991*. Montréal, INRS-Urbanisation, mai 1983, 84 p.
4. Bussière, Yves, Richard Marcoux et Monique Tessier. *Analyse prospective de la demande de transport des personnes dans la région métropolitaine de Montréal : 1981-1996*. Étude réalisée pour la Société de transport de la Communauté urbaine de Montréal (STCUM), sous la direction de Yves Bussière. Montréal, INRS-Urbanisation, janvier 1986. (*Rapport final*, vii, 138 p.; *Rapport synthèse*, 25 p.).
5. Bussière, Yves, Richard Marcoux et Monique Tessier. *Élaboration d'un modèle démo-spatial de projection de la demande de transport des personnes : le cas de Montréal, 1981-1996*. Rapport d'étape présenté à la Direction de la recherche du ministère des Transports du Québec, sous la direction de Yves Bussière. Montréal, INRS-Urbanisation, juillet 1985, 61 p.
6. CTCUM. *Mobilité des personnes dans la région de Montréal. Origine-destination, 1982*. Décembre 1983.
7. Girard, Diane. *Évolution de la mobilité des Montréalais de 1970 à 1982*. Mémoire de maîtrise présenté en vue de l'obtention du grade de maître en sciences appliquées (M.S.A.), Université de Montréal, mars 1985.

8. Girard, Diane et Robert Chapleau. « Tendances sommaires de l'évolution de la mobilité des personnes de la région de Montréal », *Routes et transports*, 14:3 (été 1984), 25-31.

9. Lamonde, Pierre, Jacques Ledent et Mario Polèse. *Perspectives d'emplois et de population pour la région métropolitaine de Montréal, par zone d'analyse. Horizon 1996*. Étude effectuée pour le Service de la planification du territoire de la CUM par l'INRS-Urbanisation, Montréal, septembre 1984, 312 p.