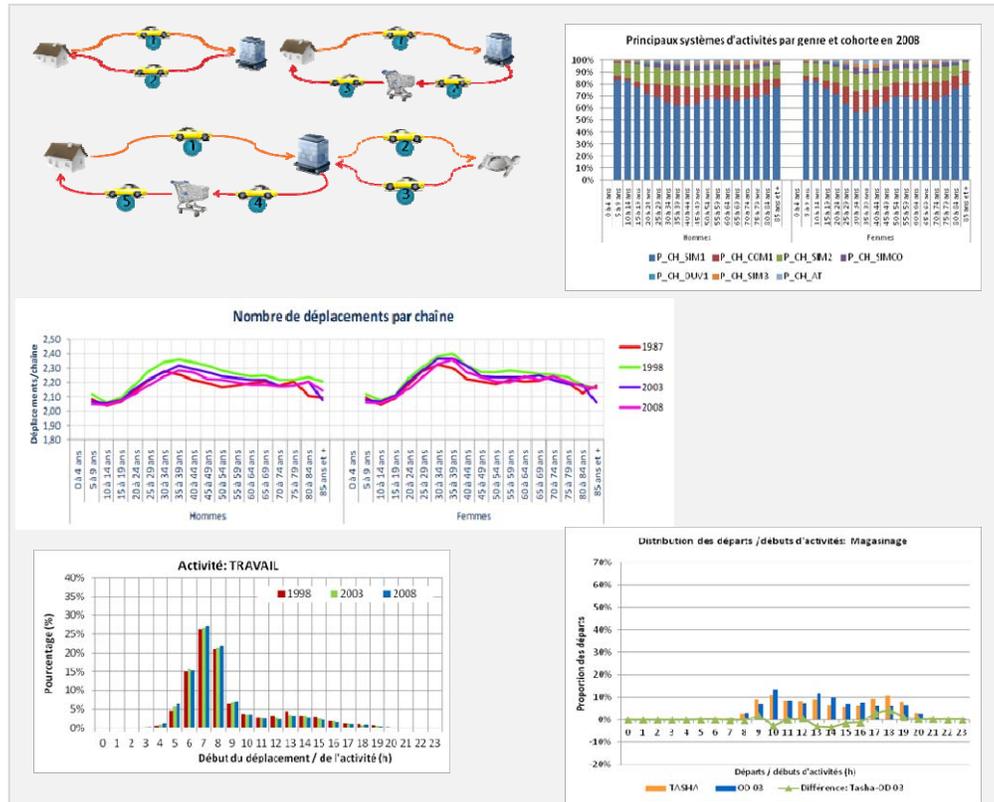


# Enrichissement du processus de modélisation de la demande de transport à l'aide des modèles d'activités



Pr Catherine Morency, ing., Ph.D.  
 Département des génies civil, géologique et des mines

Pr Martin Trépanier, ing., Ph.D.  
 Département de mathématiques et génie industriel  
 Polytechnique Montréal

Rapport final  
 Étude réalisée pour le compte du ministère des Transports

Août 2013



La présente étude a été réalisée à la demande et sous financement du ministère des Transports du Québec :

**Projet R.661.1,**

parrainé par le Service de la modélisation des systèmes de transport,  
Direction de la planification et du suivi des projets

Les opinions exprimées dans ce rapport n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs et ne reflètent pas nécessairement les positions du ministère des Transports du Québec.

**Auteurs:**

Pr Catherine Morency, ing., Ph.D.

Professeure agrégée

Département des génies civil, géologique et des mines

Titulaire de la Chaire Mobilité ([www.polymtl.ca/mobilite](http://www.polymtl.ca/mobilite))

[cmorency@polymtl.ca](mailto:cmorency@polymtl.ca) / (514) 340-4711 p.4502

Pr Martin Trépanier, ing., Ph.D.

Professeur titulaire

Département de mathématiques et génie industriel

[mtrepanier@polymtl.ca](mailto:mtrepanier@polymtl.ca) / (514) 340-4711 p.4911

Polytechnique Montréal

C.P. 6079, succ. Centre-ville, Montréal (Québec) H3C 3A7

**Contributions de :**

Hubert Verreault, ing. jr., M.Sc.A., associé de recherche

Daniel Ferland, associé de recherche

François Valiquette, étudiant à la maîtrise

Farhana Yasmin, étudiante au doctorat

**Remerciements :**

L'équipe de recherche souhaite remercier les professionnels du Service de la modélisation des systèmes de transport du MTQ pour leur contribution importante et judicieuse au projet. De ceux-ci, notons la collaboration de Pierre Tremblay, ing., Martin Noël, ing., Brigitte St-Pierre, ing., Hubert Hardy et Julien Surprenant-Légault. Les discussions, commentaires et recommandations reçus de cette équipe ont permis d'améliorer la démarche de recherche et les résultats qui en découlent. Les auteurs souhaitent également remercier le Pr Matthew Roorda sans qui il aurait été impossible de tenter toute transposition de TASHA au contexte montréalais.

# Sommaire

---

Ce rapport présente les résultats d'un projet de recherche réalisé pour le compte du ministère des Transports du Québec et portant sur l'enrichissement du processus de modélisation de la demande de transport à l'aide des modèles d'activités. Il s'est articulé autour de cinq principales étapes : revue de littérature, analyse évolutive des comportements de mobilité, application d'un modèle de génération de programmes d'activités au contexte montréalais, expérimentation d'une méthodologie de synthèse de population ainsi que formulation de constats et de pistes d'amélioration de l'actuel modèle de prévision de la demande de transport du ministère. Les éléments clés de chacune de ces étapes sont résumés ci-après.

## **Revue de littérature.**

Le projet s'est amorcé par la réalisation d'une revue de littérature portant sur les principales composantes des modèles d'activités à savoir : les modèles intégrés, les modèles d'activités proprement dits et leurs contributions à la modélisation des transports. La revue a aussi porté sur le concept de chaînes de déplacements, afin d'alimenter le développement d'une typologie adaptée à l'analyse tendancielle, ainsi que sur les modèles de synthèses de population.

## **Analyse évolutive des comportements**

La seconde étape a porté sur l'analyse évolutive des patrons d'activités des ménages et personnes à l'aide des données des grandes enquêtes Origine-Destination tenues dans la région de Montréal (1987 à 2008). Pour cette fin, une typologie de chaînes de déplacements a été développée et utilisée afin de révéler certaines modifications des comportements de mobilité. En plus d'observer les tendances des derniers vingt ans, les comportements projetés (d'après les fichiers de prévision de la demande du MTQ) ont aussi été examinés. Un outil de consultation interactif a été développé afin d'assister l'analyse des différentes tendances. 58 indicateurs différents ont été estimés par cohorte de cinq ans, groupe d'âge et région de domicile. Des tests statistiques ont été intégrés dans l'outil ce qui permet, pour chaque indicateur, d'observer si les différences entre les hommes et les femmes sont significatives (pour une même enquête) et si les différences entre enquêtes successives sont significatives (pour chaque cohorte et groupe d'âge). En outre, ces mêmes indicateurs ont été estimés à l'aide des fichiers projetés et peuvent être visualisés sur les mêmes graphiques afin de mieux comprendre l'impact du modèle de prévision sur la modification ou non de certains comportements de mobilité témoignés par ces indicateurs.

## **Transposition du modèle TASHA**

La troisième étape portait sur la transposition au contexte montréalais du modèle TASHA (Travel Activity Scheduling Model for Household Agents), développé par des chercheurs de Toronto, afin d'évaluer sa pertinence et sa capacité à reproduire les comportements observés par nos enquêtes Origine-Destination. D'abord, une synthèse du fonctionnement de TASHA ainsi que de son cadre d'implantation général a été proposée. Les détails techniques permettant d'en assurer l'exécution à Montréal ont aussi été décrits, notamment la description des fichiers entrants ainsi que les méthodes déployées afin de les appliquer à Montréal.

Une autre analyse tendancielle a été réalisée dans le cadre de cette étape à l'aide des données des enquêtes de 1998, 2003 et 2008. Celle-ci a porté spécifiquement sur l'étude des paramètres utilisés par TASHA pour générer des programmes d'activités à savoir les distributions fréquentielles du nombre d'activités par jour (par type d'activité : travail, étude, magasinage, autre), les distributions d'heures de départ, étant donnée une certaine fréquence et les distributions de durées d'activité, étant donnée une certaine heure de départ. L'analyse des évolutions sur 10 ans de ces paramètres a été faite globalement ainsi que pour certains segments de population (selon le genre, trois groupes d'âge, l'occupation principale et la possession d'un permis de conduire). Des tests statistiques ont révélé que plusieurs paramètres ont changé de façon significative sur 10 ans (fréquence des activités travail, magasinage et autres; heure de départ pour tous les types d'activités, durée pour les activités travail, études et magasinage), indiquant qu'il serait nécessaire de les faire évoluer en vue de projeter des comportements futurs et que l'utilisation de paramètres constants (tel que fait dans la version actuelle de TASHA) ne permet pas de tenir compte de ces évolutions. En outre, toutes les différences entre enquêtes successives (1998 vs 2003 et 2003 vs 2008) se sont avérées statistiquement significatives à l'exception de la fréquence des déplacements magasinage entre 2003 et 2008 qui n'a pas changé significativement.

Dix simulations de TASHA ont été effectuées à l'aide des données de Montréal en utilisant le paramétrage source. Trois types de validation ont ensuite été réalisés : validation macroscopique, validation par segments de population et validation microscopique. La validation s'est appuyée sur quatre indicateurs : nombre total d'activités générés par type d'activité, longueur des déplacements, distribution temporelle des heures de départ et distribution des durées d'activités. La validation macroscopique est généralement celle utilisée pour évaluer la qualité de ce type de modèle. Globalement, TASHA sous-estime de quelque 10% le nombre d'activités générés (comparativement aux observations de l'enquête OD), les plus grandes différences étant observées pour les activités magasinage. Il surestime les distances parcourues

d'environ 13% avec des erreurs très faibles pour le travail et les études. Dans le cas des distributions d'heures de départ, elles sont concluantes pour le travail, le magasinage et les retours au domicile mais pas pour les études et les autres activités. Les distributions de durées d'activités sont assez similaires à celles observées dans les enquêtes sauf dans le cas du motif études où la similarité n'est pas confirmée par test statistique. Des résultats détaillés sont disponibles par segment de population. Le test de validation microscopique confirme que ce type de modèle ne permet pas de reproduire nécessairement les comportements d'un ménage en particulier mais plutôt d'assurer la construction d'un ensemble de programmes quotidiens d'activités dont la sommation correspond à une réalité observable.

### **Synthèse de population**

La synthèse de population est généralement utilisée pour compenser l'absence de données désagrégées sur les comportements réels d'une population, données requises pour alimenter les modèles de microsimulation. Le projet de recherche a expérimenté des approches visant à désagréger et anonymiser l'échantillon (créer une population synthétique) provenant des enquêtes O-D montréalaises en vue de le rendre utilisable pour alimenter des modèles de prévision de type activités. Deux grandes approches ont été expérimentées : d'une part, la distribution des ménages représentés par le facteur de pondération de chaque unité d'échantillonnage (ménage) aux unités de logement inscrits dans le rôle foncier suivant une logique de proximité spatiale et d'autre part, la distribution de ce même facteur sur une surface correspondant à la zone d'influence de ce ménage. Différentes méthodes d'identification des zones d'influence ont été proposées. Les expérimentations réalisées ont permis de confirmer la faisabilité de cette technique pour construire un fichier contenant une énumération complète de ménages. Ces méthodes ont aussi l'avantage de rendre impossible l'identification des ménages ayant effectivement participé aux enquêtes O-D, protégeant ainsi la confidentialité des réponses. La création d'une telle population n'est pas sans effet sur la démarche de modélisation. En effet, avec la dispersion et la synthèse vient la nécessité d'ajouter aussi de l'incertitude et de la dispersion dans les comportements de mobilité, tant au niveau de l'organisation spatiale que temporelle. Des expérimentations plus approfondies doivent être conduites à cet effet.

### **Perspectives**

Les différentes analyses et expérimentations permettent de formuler divers constats relativement à l'approche actuelle de modélisation du ministère et d'identifier des pistes d'amélioration. En regard de l'approche actuelle, il semble que certaines tendances (ou modifications comportementales) ne soient pas intégrés dans le développement du scénario tendanciel, par

exemple l'évolution des heures de départ ou la diminution du taux de mobilité pour certaines cohortes. Par ailleurs, il semble évident que la modélisation devrait migrer vers une approche basée sur les chaînes de déplacements et non les déplacements eux-mêmes, leur décompte étant très sensible à la qualité des déclarations lors des enquêtes.

En ce qui concerne TASHA, l'expérimentation ne permet pas d'en recommander l'utilisation dans sa forme actuelle. Cependant, il est pertinent de discuter l'opportunité de développer un module similaire qui serait paramétré pour les conditions montréalaises et qui assurerait l'évolution des paramètres entrants. Un tel outil serait particulièrement pertinent dans le contexte des nouveaux développements résidentiels et pourrait devenir une alternative pertinente à l'approche actuelle d'ensemencement utilisée par les modélisateurs montréalais.

# Table des matières

---

1	Introduction.....	1
2	Chaînes de déplacements, systèmes d'activités et tendances .....	4
2.1	Chaînes de déplacements et systèmes quotidiens d'activités.....	4
2.1.1	Typologie de chaînes de déplacements.....	4
2.1.2	Concepts.....	5
2.1.3	Typologie.....	6
2.1.4	Indicateurs.....	9
2.1.5	Analyse ciblée: 25-44 ans résidant sur l'Île de Montréal .....	10
2.2	Analyse des tendances sur 20 ans .....	14
2.2.1	Méthodologie générale .....	14
2.2.2	Paramètres des analyses.....	15
2.2.3	Taux de mobilité (nombre de déplacements par personne).....	17
2.2.4	Nombre de chaînes de déplacement par personne par jour .....	20
2.2.5	Part modale du transport en commun .....	24
2.2.6	Proportion des déplacements travail effectués avant 7h00 am .....	27
2.2.7	Durée moyenne d'une activité travail.....	30
2.2.8	Complexité des chaînes (nombre de déplacements par chaîne) .....	33
2.2.9	Proportion de personnes non-mobiles.....	36
2.2.10	Évolution des systèmes quotidiens d'activités.....	39
2.2.11	Proportion de personnes n'effectuant qu'une chaîne simple par jour .....	42
2.3	Synthèse .....	45
3	TASHA - rappel.....	47
3.1	Contexte : modèle intégré ILUTE.....	47
3.2	Objectifs et attributs .....	48
3.3	Structure de modélisation.....	49
3.4	TASHA : Expérimentations .....	50
3.4.1	Rappel des composantes de TASHA.....	51
3.4.2	Méthodologie générale d'expérimentation .....	51

4	Détails techniques sur la préparation des données.....	55
4.1	Sources de données .....	55
4.1.1	Enquête OD 2003.....	55
4.1.2	Recensement 2001 de Statistiques Canada.....	56
4.2	Synthèse des données relatives aux personnes.....	56
4.2.1	Household number.....	56
4.2.2	Person number .....	57
4.2.3	Age.....	57
4.2.4	Sex .....	57
4.2.5	Drivers License .....	57
4.2.6	Transit Pass .....	58
4.2.7	Employment Status.....	59
4.2.8	Occupation.....	60
4.2.9	No work .....	61
4.2.10	Student Status.....	62
4.2.11	Planning District of Employment .....	63
4.2.12	Employment Zone.....	63
4.2.13	Free Park.....	64
4.2.14	Planning District of School.....	65
4.2.15	School Zone .....	66
4.2.16	Number of Person Trips.....	66
4.2.17	Number of Transit Trips.....	67
4.2.18	Day care Status .....	67
4.2.19	Day care Zone.....	68
4.3	Synthèse des données relatives aux ménages.....	68
4.3.1	Household number.....	68
4.3.2	Household planning district.....	68
4.3.3	Household zone.....	68
4.3.4	Expansion factor .....	69
4.3.5	Dwelling Type .....	69

4.3.6	Number of persons.....	70
4.3.7	Number of vehicles.....	70
4.4	Synthèse des données relatives aux zones de transport.....	70
4.4.1	Zone number.....	70
4.4.2	Planning District.....	70
4.4.3	Total population.....	70
4.4.4	Total workers with occupation type 0, 1, 2, 3.....	71
4.4.5	Total employment.....	72
4.4.6	Employment with occupation type 0, 1, 2, 3.....	72
4.5	Coordonnées et distances des déplacements intrazonaux des zones de transports	72
4.5.1	Zone centroid x-coordinate (metres).....	72
4.5.2	Zone centroid y-coordinate (metres).....	72
4.5.3	Average intrazonal distance (metres).....	72
4.6	Niveau d'activité des zones de transports.....	73
4.6.1	Zone number.....	73
4.6.2	Activity center rank (market).....	73
4.6.3	Activity center rank (employment).....	73
4.6.4	Activity center rank (other).....	74
5	TASHA : tendances dans les paramètres?.....	75
5.1	Méthodologie de génération d'activités dans TASHA.....	76
5.1.1	Fréquence de réalisation de différents types d'activités.....	76
5.1.2	Distribution des heures de départ / début d'activité.....	78
5.1.3	Durée des activités.....	80
5.1.4	Tendances principales par groupes socio-démographiques.....	81
5.2	Synthèse.....	95
6	TASHA : simulations et validation.....	97
6.1	Résultats des simulations.....	97
6.2	Validation macroscopique.....	97
6.2.1	Nombre d'activités.....	98
6.2.2	Distance moyenne de déplacement.....	99

6.2.3	Distribution des heures de départ.....	100
6.2.4	Distribution des durées d'activités.....	104
6.3	Validation mésoscopique – segments âge*genre .....	108
6.3.1	Nombre d'activités.....	108
6.3.2	Distance moyenne.....	112
6.3.3	Distribution des heures de départ.....	115
6.3.4	Distribution des durées d'activités.....	119
6.4	Validation mésoscopique – segments spatiaux .....	122
6.4.1	Nombre d'activités.....	122
6.4.2	Distance moyenne.....	125
6.4.3	Distribution des heures de départ.....	127
6.4.4	Distribution des durées d'activités.....	131
6.5	Validation microscopique .....	134
6.5.1	Illustrations .....	134
6.5.2	Validation micro généralisée .....	136
6.6	Synthèse .....	139
7	Synthèse de population .....	142
7.1	État des connaissances .....	142
7.2	Quelques outils disponibles.....	144
7.3	La synthèse de population dans le contexte montréalais.....	145
7.4	Méthodologie générale.....	146
7.5	Bases de données utilisées.....	148
7.5.1	Enquête OD 2008.....	148
7.5.2	Extrait du rôle foncier .....	148
7.6	Expérimentations.....	150
7.6.1	Association des unités de logement aux ménages échantillonnés .....	151
7.6.2	Méthode des zones d'ensemencement local(ZEL) des ménages.....	153
7.7	Discussion .....	164
7.7.1	Comparaison des méthodes .....	164
7.8	Constat.....	166

8	Conclusion générale.....	168
8.1	Limites de l'approche actuelle de modélisation au MTQ.....	169
8.1.1	Structure générale.....	169
8.1.2	Tendances significatives négligées.....	170
8.1.3	Croissance du territoire.....	171
8.2	Contributions pertinentes des modèles d'activités.....	172
8.2.1	Limites du programmeur d'activités TASHA.....	172
8.2.2	Limites de l'expérimentation.....	173
8.2.3	Contributions intéressantes.....	173
8.3	Perspectives sur la synthèse de population.....	173
8.4	Recommandations et perspectives.....	174
9	Références.....	176
10	Annexes.....	179
10.1	Correspondances entre l'enquête OD et TTS.....	179
10.2	Fichiers résultants de Tasha.....	180
10.2.1	Déplacements et chaînes d'activité pour la dernière iteration du modèle .	180
10.2.2	Synthèse de l'ajustement des activités.....	181
10.2.3	Synthèse de l'ajustement de l'horaire des activités du ménage.....	182
10.2.4	Synthèse de l'horaire des personnes trip start times.....	182
10.3	Tendances des heures de début d'activités (segmentation plus détaillée).....	184
10.4	Articles.....	188

# Liste des figures

---

Figure 1.	Schématisation des différentes étapes nécessaires à la typologie des chaînes de déplacements .....	7
Figure 2.	Méthodologie générale d'analyse des tendances observées et projetées .....	14
Figure 3.	Nombre de déplacements par personne par jour (GRM) selon la cohorte et le genre (1987 à 2008).....	18
Figure 4.	Nombre de déplacements par personne par jour (GRM) selon la cohorte et le genre (1987 à 2031).....	18
Figure 5.	Nombre de déplacements par personne par jour : Tests statistiques de la différence entre les hommes et les femmes ( $t > 0$ : $H > F$ , $t < 0$ : $F > H$ , différences significatives si $ t  > 2.0$ .....	19
Figure 6.	Nombre de déplacements par personne par jour : Tests statistiques de la différence entre 1987 et 1998 ( $t > 0$ : $1987 > 1998$ , $t < 0$ : $1998 > 1987$ , différences significatives si $ t  > 2.0$ ).....	19
Figure 7.	Nombre de déplacement par personne par jour : Tests statistiques de la différence entre 1998 et 2003 ( $t > 0$ : $1998 > 2003$ , $t < 0$ : $2003 > 1998$ , différences significatives si $ t  > 2.0$ ).....	19
Figure 8.	Nombre de déplacement par personne par jour : Tests statistiques de la différence entre 2003 et 2008 ( $t > 0$ : $2003 > 2008$ , $t < 0$ : $2008 > 2003$ , différences significatives si $ t  > 2.0$ ).....	20
Figure 9.	Nombre de chaînes par personne par jour (GRM) selon la cohorte et le genre (1987 à 2008).....	22
Figure 10.	Nombre de chaînes par personne par jour (GRM) selon la cohorte et le genre (1987 à 2031).....	22
Figure 11.	Nombre de chaînes de déplacement par personne par jour : Tests statistiques de la différence entre les hommes et les femmes ( $t > 0$ : $H > F$ , $t < 0$ : $F > H$ , différences significatives si $ t  > 2.0$ .....	22
Figure 12.	Nombre de chaînes de déplacement par personne par jour : Tests statistiques de la différence entre 1987 et 1998 ( $t > 0$ : $1987 > 1998$ , $t < 0$ : $1998 > 1987$ , différences significatives si $ t  > 2.0$ ).....	23

Figure 13.	Nombre de chaînes de déplacement par personne par jour : Tests statistiques de la différence entre 1998 et 2003 ( $t > 0$ : 1998 > 2003, $t < 0$ : 2003 > 1998, différences significatives si $ t  > 2.0$ ).	23
Figure 14.	Nombre de chaînes de déplacement par personne par jour : Tests statistiques de la différence entre 2003 et 2008 ( $t > 0$ : 2003 > 2008, $t < 0$ : 2008 > 2003, différences significatives si $ t  > 2.0$ ).	24
Figure 15.	Part modale du transport en commun (GRM) selon la cohorte et le genre (1987 à 2008).	25
Figure 16.	Part modale du transport en commun (GRM) selon la cohorte et le genre (1987 à 2031).	25
Figure 17.	Part modale du transport en commun: Tests statistiques de la différence entre les hommes et les femmes ( $t > 0$ : H > F, $t < 0$ : F > H, différences significatives si $ t  > 2.0$ ).	26
Figure 18.	Part modale du transport en commun: Tests statistiques de la différence entre 1987 et 1998 ( $t > 0$ : 1987 > 1998, $t < 0$ : 1998 > 1987, différences significatives si $ t  > 2.0$ ).	26
Figure 19.	Part modale du transport en commun : Tests statistiques de la différence entre 1998 et 2003 ( $t > 0$ : 1998 > 2003, $t < 0$ : 2003 > 1998, différences significatives si $ t  > 2.0$ ).	27
Figure 20.	Part modale du transport en commun : Tests statistiques de la différence entre 2003 et 2008 ( $t > 0$ : 2003 > 2008, $t < 0$ : 2008 > 2003, différences significatives si $ t  > 2.0$ ).	27
Figure 21.	Proportion des déplacements travail effectués avant 7h00 am (GRM) selon la cohorte et le genre (1987 à 2008).	28
Figure 22.	Proportion des déplacements travail effectués avant 7h00 am (GRM) selon la cohorte et le genre (1987 à 2031).	28
Figure 23.	Pourcentage des déplacements travail faits avant 7h00 am: Tests statistiques de la différence entre les hommes et les femmes ( $t > 0$ : H > F, $t < 0$ : F > H, différences significatives si $ t  > 2.0$ ).	29
Figure 24.	Pourcentage des déplacements travail faits avant 7h00 am: Tests statistiques de la différence entre 1987 et 1998 ( $t > 0$ : 1987 > 1998, $t < 0$ : 1998 > 1987, différences significatives si $ t  > 2.0$ ).	29
Figure 25.	Pourcentage des déplacements travail faits avant 7h00 am : Tests statistiques de la différence entre 1998 et 2003 ( $t > 0$ : 1998 > 2003, $t < 0$ : 2003 > 1998, différences significatives si $ t  > 2.0$ ).	30
Figure 26.	Pourcentage des déplacements travail faits avant 7h00 am : Tests statistiques de la différence entre 2003 et 2008 ( $t > 0$ : 2003 > 2008, $t < 0$ : 2008 > 2003, différences significatives si $ t  > 2.0$ ).	30

Figure 27.	Durée moyenne d'une activité travail (GRM) selon la cohorte et le genre (1987 à 2008).....	31
Figure 28.	Durée moyenne d'une activité travail (GRM) selon la cohorte et le genre (1987 à 2031).....	31
Figure 29.	Durée moyenne d'une activité travail: Tests statistiques de la différence entre les hommes et les femmes ( $t > 0$ : $H > F$ , $t < 0$ : $F > H$ , différences significatives si $ t  > 2.0$ .....	32
Figure 30.	Durée moyenne d'une activité travail: Tests statistiques de la différence entre 1987 et 1998 ( $t > 0$ : $1987 > 1998$ , $t < 0$ : $1998 > 1987$ , différences significatives si $ t  > 2.0$ ).....	32
Figure 31.	Durée moyenne d'une activité travail: Tests statistiques de la différence entre 1998 et 2003 ( $t > 0$ : $1998 > 2003$ , $t < 0$ : $2003 > 1998$ , différences significatives si $ t  > 2.0$ ).....	33
Figure 32.	Durée moyenne d'une activité travail: Tests statistiques de la différence entre 2003 et 2008 ( $t > 0$ : $2003 > 2008$ , $t < 0$ : $2008 > 2003$ , différences significatives si $ t  > 2.0$ ).....	33
Figure 33.	Déplacements par chaîne (GRM) selon la cohorte et le genre (1987 à 2008).....	34
Figure 34.	Déplacements par chaîne (GRM) selon la cohorte et le genre (1987 à 2031).....	34
Figure 35.	Déplacements par chaîne: Tests statistiques de la différence entre les hommes et les femmes ( $t > 0$ : $H > F$ , $t < 0$ : $F > H$ , différences significatives si $ t  > 2.0$ .....	35
Figure 36.	Déplacements par chaîne: Tests statistiques de la différence entre 1987 et 1998 ( $t > 0$ : $1987 > 1998$ , $t < 0$ : $1998 > 1987$ , différences significatives si $ t  > 2.0$ ).....	35
Figure 37.	Déplacements par chaîne: Tests statistiques de la différence entre 1998 et 2003 ( $t > 0$ : $1998 > 2003$ , $t < 0$ : $2003 > 1998$ , différences significatives si $ t  > 2.0$ ).....	36
Figure 38.	Déplacements par chaîne: Tests statistiques de la différence entre 2003 et 2008 ( $t > 0$ : $2003 > 2008$ , $t < 0$ : $2008 > 2003$ , différences significatives si $ t  > 2.0$ ).....	36
Figure 39.	Proportion de personnes non mobiles (GRM) selon la cohorte et le genre (1987 à 2008).....	37
Figure 40.	Proportion de personnes non mobiles (GRM) selon la cohorte et le genre (1987 à 2031).....	37
Figure 41.	Proportion de personnes non mobiles: Tests statistiques de la différence entre les hommes et les femmes ( $t > 0$ : $H > F$ , $t < 0$ : $F > H$ , différences significatives si $ t  > 2.0$ .....	38
Figure 42.	Proportion de personnes non mobiles: Tests statistiques de la différence entre 1987 et 1998 ( $t > 0$ : $1987 > 1998$ , $t < 0$ : $1998 > 1987$ , différences significatives si $ t  > 2.0$ ).....	38

Figure 43.	Proportion de personnes non mobiles : Tests statistiques de la différence entre 1998 et 2003 ( $t > 0$ : 1998 > 2003, $t < 0$ : 2003 > 1998, différences significatives si $ t  > 2.0$ ).....	39
Figure 44.	Proportion de personnes non mobiles : Tests statistiques de la différence entre 2003 et 2008 ( $t > 0$ : 2003 > 2008, $t < 0$ : 2008 > 2003, différences significatives si $ t  > 2.0$ ).....	39
Figure 45.	Principaux systèmes d'activités par genre et cohorte en 1987.....	40
Figure 46.	Principaux systèmes d'activités par genre et cohorte en 1998.....	40
Figure 47.	Principaux systèmes d'activités par genre et cohorte en 2003.....	41
Figure 48.	Principaux systèmes d'activités par genre et cohorte en 2008.....	41
Figure 49.	Proportion de personnes ne faisant qu'une chaîne simple par jour (GRM) selon la cohorte et le genre (1987 à 2008).....	43
Figure 50.	Proportion de personnes ne faisant qu'une chaîne simple par jour (GRM) selon la cohorte et le genre (1987 à 2031).....	43
Figure 51.	Proportion de personnes ne faisant qu'une chaîne simple par jour (GRM): Tests statistiques de la différence entre les hommes et les femmes ( $t > 0$ : $H > F$ , $t < 0$ : $F > H$ , différences significatives si $ t  > 2.0$ .....	43
Figure 52.	Proportion de personnes ne faisant qu'une chaîne simple par jour (GRM): Tests statistiques de la différence entre 1987 et 1998 ( $t > 0$ : 1987 > 1998, $t < 0$ : 1998 > 1987, différences significatives si $ t  > 2.0$ .....	44
Figure 53.	Proportion de personnes ne faisant qu'une chaîne simple par jour (GRM): Tests statistiques de la différence entre 1998 et 2003 ( $t > 0$ : 1998 > 2003, $t < 0$ : 2003 > 1998, différences significatives si $ t  > 2.0$ .....	44
Figure 54.	Proportion de personnes ne faisant qu'une chaîne simple par jour (GRM): Tests statistiques de la différence entre 2003 et 2008 ( $t > 0$ : 2003 > 2008, $t < 0$ : 2008 > 2003, différences significatives si $ t  > 2.0$ ).....	45
Figure 55:	Aperçu général de la structure du modèle ILUTE .....	47
Figure 56.	Structure orientée-objet des classes du modèle (Roorda et Miller, 2003).....	49
Figure 57.	Schéma conceptuel du fonctionnement de TASHA (Miller et Roorda, 2003) .....	50
Figure 58.	Méthodologie générale de l'expérimentation de TASHA à Montréal .....	52
Figure 59:	Schéma d'équivalence entre les statuts des personnes Toronto vs Montréal.....	59
Figure 60:	Méthodologie d'imputation du travail à la maison .....	61
Figure 61.	Méthodologie d'imputation du statut d'étudiant à temps partiel .....	62
Figure 62.	Distribution temporelle des débuts de déplacement / activité travail.....	79
Figure 63.	Distribution temporelle des débuts de déplacement / activité étude .....	79

Figure 64.	Distribution temporelle des débuts de déplacement / activité magasinage .....	80
Figure 65.	Distribution temporelle des débuts de déplacement / activité autres .....	80
Figure 66:	Durée moyenne des activités .....	81
Figure 67.	Fréquence (0, 1 et 2+) des différents types d'activités selon le groupe d'âge .....	82
Figure 68:	Fréquence des différentes activités (0, 1 et 2+) en fonction du genre.....	83
Figure 69:	Fréquence des activités magasinage selon l'occupation principale .....	84
Figure 70:	Distribution des heures de départ / début d'activités des activités travail selon le genre (25-54 ans) .....	86
Figure 71:	Distribution des heures de départ / début d'activités étude selon le genre (24 ans et moins).....	87
Figure 72:	Durée moyenne de l'activité travail selon le groupe d'âge et le genre .....	89
Figure 73:	Durée moyenne de l'activité étude selon le groupe d'âge et le genre .....	90
Figure 74:	Durée moyenne de l'activité magasinage selon le groupe d'âge et le genre.....	91
Figure 75:	Durée moyenne des autres activités selon le groupe d'âge et le genre .....	91
Figure 76:	Durée moyenne de l'activité travail par type de travailleur (temps plein vs temps partiel).....	92
Figure 77:	Durée moyenne de l'activité étude pour les étudiants.....	93
Figure 78:	Durée moyenne de l'activité magasinage selon l'occupation principale .....	93
Figure 79:	Durée moyenne des autres activités selon l'occupation principale .....	94
Figure 80:	Distribution des heures de départ : activités travail – comparaison TASHA vs OD 2003.....	102
Figure 81:	Distribution des heures de départ : activités études – comparaison TASHA vs OD 2003.....	102
Figure 82:	Distribution des heures de départ : activités magasinage – comparaison TASHA vs OD 2003 .....	103
Figure 83:	Distribution des heures de départ : activités autres – comparaison TASHA vs OD 2003.....	103
Figure 84:	Distribution des heures de départ des retours à la maison – comparaison TASHA vs OD 2003 .....	104
Figure 85:	Durée moyenne des activités travail en fonction de l'heure de départ – comparaison TASHA vs OD 2003 .....	105
Figure 86:	Durée moyenne des activités étude en fonction de l'heure de départ – comparaison TASHA vs OD 2003 .....	106

Figure 87:	Durée moyenne des activités magasinage en fonction de l'heure de départ – comparaison TASHA vs OD 2003 .....	107
Figure 88:	Durée moyenne des activités autres en fonction de l'heure de départ– comparaison TASHA vs OD 2003 .....	107
Figure 89:	Différences entre les distributions temporelles proportionnelles des activités travail – comparaison TASHA - OD 2003 .....	117
Figure 90:	Différences entre les distributions temporelles proportionnelles des activités études – comparaison TASHA - OD 2003 .....	117
Figure 91:	Différences entre les distributions temporelles proportionnelles des activités magasinage – comparaison TASHA - OD 2003 .....	118
Figure 92:	Différences entre les distributions temporelles proportionnelles des activités autres – comparaison TASHA - OD 2003.....	118
Figure 93:	Différences entre les distributions temporelles proportionnelles des retours à la maison – comparaison TASHA - OD 2003.....	119
Figure 94:	Différences entre les durées moyennes des activités travail – comparaison TASHA - OD 2003.....	120
Figure 95:	Différences entre les durées moyennes des activités études – comparaison TASHA - OD 2003.....	120
Figure 96:	Différences entre les durées moyennes des activités magasinage – comparaison TASHA - OD 2003 .....	121
Figure 97:	Différences entre les durées moyennes des activités autres – comparaison TASHA - OD 2003.....	121
Figure 98:	Différences entre les distributions temporelles proportionnelles des activités travail – comparaison TASHA - OD 2003 selon la région de domicile.....	128
Figure 99:	Différences entre les distributions temporelles proportionnelles des activités études – comparaison TASHA - OD 2003 selon la région de domicile.....	129
Figure 100:	Différences entre les distributions temporelles proportionnelles des activités magasinage – comparaison TASHA - OD 2003 selon la région de domicile .....	130
Figure 101:	Différences entre les distributions temporelles proportionnelles des activités autres – comparaison TASHA - OD 2003 selon la région de domicile .....	130
Figure 102:	Différences entre les distributions temporelles proportionnelles des activités autres – comparaison TASHA - OD 2003 selon la région de domicile .....	131
Figure 103:	Différences entre les durées moyennes des activités travail – comparaison TASHA - OD 2003 selon la région de domicile .....	132
Figure 104:	Différences entre les durées moyennes des activités études – comparaison TASHA - OD 2003 selon la région de domicile .....	132

Figure 105 :	Différences entre les durées moyennes des activités magasinage – comparaison TASHA - OD 2003 selon la région de domicile.....	133
Figure 106 :	Différences entre les durées moyennes des activités autres – comparaison TASHA - OD 2003 selon la région de domicile .....	133
Figure 107 :	Correspondance du système d’activité des personnes de TASHA et l’Enquête OD.....	137
Figure 108 :	Correspondance entre le système d’activités des personnes de TASHA et de l’enquête OD selon le groupe d’âge .....	138
Figure 109 :	Correspondance entre le système d’activités des personnes de TASHA et de l’enquête OD selon le sexe de l’individu .....	139
Figure 110 :	Méthodologie générale d’énumération des ménages à partir d’un échantillon d’enquête .....	147
Figure 111 :	Dispersion des ménages par type de ménage selon l’enquête OD 2008 sur le territoire du PMR.....	148
Figure 112 :	Dispersion des bâtiments selon le rôle foncier sur le territoire du PMR.....	150
Figure 113 :	Représentation actuelle de la dispersion des ménages pondérés de l’enquête OD 2008 .....	150
Figure 114 :	Attribution des logements du rôle foncier au ménage échantillonné le plus proche .....	152
Figure 115 :	Polygones de Thiessen selon le type de ménage de l’enquête OD (1pers, 2pers, 3 pers et 4 pers et plus) .....	154
Figure 116 :	Polygones de Thiessen pondérés selon le type de ménage de l’enquête OD (1pers, 2pers, 3 pers et 4 pers et plus) .....	155
Figure 117 :	Matrice (10m*10m) du coût de passage.....	156
Figure 118 :	Zone à coût minimum des ménages selon le type de ménage de l’enquête OD (1pers, 2pers, 3 pers et 4 pers et plus) .....	157
Figure 119 :	Comparaison des zones d’ensemencement selon les différentes méthodes expérimentées pour un ménage de 4 personnes et plus.....	158
Figure 120 :	Dispersion des ménages à 4 personnes sur les bâtiments du rôle foncier .....	160
Figure 121 :	Exemple de dispersion des ménages échantillonnés de 4 personnes et plus dans les logements du rôle foncier à l’intérieur du territoire .....	160
Figure 122 :	Dispersion des ménages à 4 personnes sur la zone d’ensemencement local.....	162
Figure 123 :	Dispersion des ménages à 4 personnes sur la zone d’ensemencement (niolo 91092).....	163

Figure 124 : Comparaison globale de la dispersion des ménages selon les trois types de zones d'ensemencement et les deux méthodes de dispersion. (Nolog = 91092).....	164
Figure 125 : Distribution des ménages selon la distance de l'arrêt de transport en commun le plus proche.....	165

## Liste des tableaux

---

Tableau 1.	Les 10 types de chaînes de déplacements les plus fréquents réalisés par les résidents de 25 à 44 ans de l'île de Montréal.....	10
Tableau 2.	Nombre moyen de chaînes, pourcentage de chaînes complexes, durée moyenne des chaînes et distance moyenne des chaînes des résidents de 25 à 44 ans de l'île de Montréal.....	12
Tableau 3.	Tableau synthèse de l'influence des différents facteurs socio-démographiques sur les indicateurs des chaînes de déplacements des résidents de 25 à 44 ans de l'île de Montréal.....	13
Tableau 4.	Synthèse de l'évolution des principaux systèmes d'activités quotidiens.....	42
Tableau 5.	Comparaison des fréquences d'activités par personne.....	77
Tableau 6.	Résultats des tests statistiques pour les fréquences d'activités.....	85
Tableau 7.	Résultats des tests statistiques pour les heures de départ / durées d'activités.....	88
Tableau 8.	Résultats des tests statistiques pour les durées moyennes.....	95
Tableau 9.	Synthèse des principales tendances dans les paramètres de TASHA.....	96
Tableau 10.	Synthèse des changements significatifs entre enquêtes successives.....	96
Tableau 11.	Nombre d'activités (île de Montréal – 24H), Comparaison TASHA (Paramètres TTS) vs OD 2003.....	99
Tableau 12.	Comparaison TASHA vs OD 2003 des distances moyennes de déplacement.....	100
Tableau 13.	Résumé des groupes de population examinés – âge*genre.....	108
Tableau 14.	Comparaison TASHA vs OD 2003 du nombre d'activités faits par les hommes de 24 ans et moins.....	109
Tableau 15.	Comparaison TASHA vs OD 2003 du nombre d'activités faits par les femmes de 24 ans et moins.....	109
Tableau 16.	Comparaison TASHA vs OD 2003 du nombre d'activités faits par les hommes de 25-54 ans.....	110
Tableau 17.	Comparaison TASHA vs OD 2003 du nombre d'activités faits par les femmes de 25-54 ans.....	110
Tableau 18.	Comparaison TASHA vs OD 2003 du nombre d'activités faits par les hommes de 55 ans et plus.....	111
Tableau 19.	Comparaison TASHA vs OD 2003 du nombre d'activités faits par les femmes de 55 ans et plus.....	111
Tableau 20.	Comparaison TASHA vs OD 2003 des distances moyennes des déplacements faits par les hommes de 24 ans et moins.....	112
Tableau 21.	Comparaison TASHA vs OD 2003 des distances moyennes des déplacements faits par les femmes de 24 ans et moins.....	113

Tableau 22.	Comparaison TASHA vs OD 2003 des distances moyennes des déplacements faits par les hommes de 25-54 ans.....	113
Tableau 23.	Comparaison TASHA vs OD 2003 des distances moyennes des déplacements faits par les femmes de 25-54 ans.....	114
Tableau 24.	Comparaison TASHA vs OD 2003 des distances moyennes des déplacements faits par les hommes de 55 ans et plus.....	114
Tableau 25.	Comparaison TASHA vs OD 2003 des distances moyennes des déplacements faits par les femmes de 55 ans et plus .....	115
Tableau 26.	Résumé des groupes de population examinés – région de domicile .....	122
Tableau 27.	Comparaison TASHA vs OD 2003 du nombre d'activités faites par les résidents du Centre-ville (région 1).....	122
Tableau 28.	Comparaison TASHA vs OD 2003 du nombre d'activités faites par les résidents de Montréal Centre (région 2).....	123
Tableau 29.	Comparaison TASHA vs OD 2003 du nombre d'activités faites par les résidents de Montréal Est (région 3) .....	124
Tableau 30.	Comparaison TASHA vs OD 2003 du nombre d'activités faites par les résidents de Montréal Ouest (région 4).....	124
Tableau 31.	Comparaison TASHA vs OD 2003 des distances moyennes des déplacements faits par les résidents du Centre-ville (région 1).....	125
Tableau 32.	Comparaison TASHA vs OD 2003 des distances moyennes des déplacements faits par les résidents du Montréal Centre (région 2) .....	126
Tableau 33.	Comparaison TASHA vs OD 2003 des distances moyennes des déplacements faits par les résidents du Montréal Est (région 3).....	126
Tableau 34.	Comparaison TASHA vs OD 2003 des distances moyennes des déplacements faits par les résidents du Montréal Ouest (région 4).....	127
Tableau 35.	Exemple 1 : comparaison entre les résultats d'une simulation de TASHA et les données observées dans l'enquête OD 2003.....	135
Tableau 36.	Exemple 2 : comparaison entre les résultats d'une simulation de TASHA et les données observées dans l'enquête OD 2003.....	135
Tableau 37.	Exemple 4: comparaison entre les résultats d'une simulation de TASHA et les données observées dans l'enquête OD 2003.....	136
Tableau 38.	Statistiques descriptives de la distance d'accès au TC selon les méthodes de dispersions expérimentées.....	165
Tableau 39.	Nombre d'entités dispersées selon la ligne TC se trouvant la plus proche du domicile .....	166

## 1 Introduction

Ce document rassemble les différents travaux réalisés dans le cadre du projet de recherche sur l'enrichissement du processus de modélisation de la demande de transport à l'aide des modèles d'activités. En s'inspirant notamment d'une expérience de modélisation issue de l'Université de Toronto, ce projet vise à mieux comprendre les contributions éventuelles d'une approche de modélisation basée sur les activités à l'environnement actuel de modélisation du MTQ.

La méthodologie de recherche s'articule en 5 étapes :

1. Revue de littérature sur la modélisation de la demande de transport notamment les modèles d'activités et la microsimulation dans un cadre de modèle régional.
2. Analyse évolutive des patrons d'activités des ménages et personnes à l'aide des données des grandes enquêtes Origine-Destination tenues dans la région de Montréal (1987-2008). L'analyse s'attarde à mieux comprendre l'évolution de la complexité des patrons de mobilité notamment en termes d'organisation spatio-temporelle des activités par les personnes constituant les ménages.
3. Transposition du modèle TASHA (Travel Activity Scheduling Model for Household Agents) développé par des chercheurs de Toronto au contexte montréalais afin d'évaluer sa pertinence et sa capacité à reproduire les comportements observés précédemment, via les données des enquêtes Origine-Destination.
4. Expérimentation d'une méthodologie de synthèse de population (création d'une population synthétique totalement désagrégée) comme intrant au processus de modélisation et microsimulation.
5. Recommandations méthodologiques sur le processus de modélisation.

Un premier rapport a proposé une revue de littérature sur les principales composantes des modèles d'activités à savoir : les modèles intégrés, les modèles d'activités à proprement dits et leurs contributions à la modélisation des transports, l'étude des chaînes de déplacements ainsi que les modèles de synthèses de population. Ce rapport avait aussi proposé une synthèse de l'environnement de modélisation intégré développé par l'équipe du Pr Miller de l'Université de Toronto dans lequel s'insère le logiciel TASHA qui a fait l'objet d'une expérimentation dans le cadre du présent projet de recherche.

Ce rapport final s'inscrit en continuité du rapport précédent : il rappelle les travaux liés aux chaînes de déplacements puisqu'ils sont essentiels à une bonne compréhension de l'analyse des tendances et fait état des différentes expérimentations réalisées en lien avec le logiciel TASHA.

Le document est organisé comme suit.

- Le Chapitre 2 rappelle le concept de chaîne de déplacement ainsi que les différents types de chaîne utilisés aux fins d'analyse. Il présente aussi des analyses tendancielle sur les comportements de mobilité, les chaînes de déplacement et les systèmes d'activités. Plus de cinquante indicateurs ont été examinés à l'aide d'une classification cohorte d'âges \* genre \* région de domicile et ce pour quatre enquêtes (1987-1998-2003-2008) ainsi que cinq fichiers de projection (2011, 2016, 2021, 2026 et 2031). Des tests statistiques ont été estimés afin de vérifier si, pour une même enquête, les différences entre les hommes et les femmes sont significatives et pour enquêtes successives, si les différences sont significatives pour une même classe d'âge\*genre. Quelques résultats sont présentés, mais le tout est disponible dans un tableur interactif.
- Le Chapitre 3 décrit le modèle de génération de programmes quotidiens d'activités TASHA (structure et modèle) ainsi que la méthodologie générale déployée afin d'en faire une expérimentation dans le contexte montréalais.
- Le Chapitre 4 fournit tous les détails techniques concernant la préparation des données requises pour expérimenter TASHA dans le contexte montréalais.
- Le Chapitre 5 propose une analyse tendancielle des données entrantes de TASHA basée sur trois fichiers historiques d'enquêtes Origine-Destination (1998-2003-2008). En fait, la version actuelle de TASHA suppose que les paramètres entrants sont des constantes (les distributions sont constantes à travers le temps). Ce chapitre s'intéresse donc à la transposabilité temporelle de TASHA et vise à évaluer si l'hypothèse de stabilité des distributions est valide. Les trois distributions utilisées dans les simulations de TASHA sont étudiées : distribution fréquentielle du nombre d'activités (par type d'activité), distribution des heures de début d'activités (par type d'activité) et distribution des durées d'activités (par type d'activités).
- Le Chapitre 6 présente les résultats des simulations de TASHA au contexte montréalais.

Il s'intéresse donc à la transposabilité spatiale de TASHA. Les simulations sont basées sur les paramètres torontois. Dix simulations ont été effectuées et une évaluation des résultats est proposée selon trois niveaux : macroscopique, mésoscopique et microscopique.

- Le Chapitre 7 s'intéresse à la synthèse de population, mais dans un contexte montréalais, c.-à-d. ancré sur les données des enquêtes OD. Il présente différentes méthodes de désagrégation de l'échantillon d'enquête qui permettrait de créer un fichier contenant l'énumération complète de la population de ménages donc l'équivalent d'une population synthétique.
- Le Chapitre 8 résume les travaux réalisés, discute des limites de l'approche de modélisation actuellement utilisée au MTQ ainsi que des limites de la version actuelle de TASHA et formule différentes pistes d'amélioration.

## 2 Chaînes de déplacements, systèmes d'activités et tendances

Ce chapitre propose un bref rappel du concept de chaîne de déplacements et de la typologie développée dans le cadre du projet afin d'assister l'analyse des tendances. Ce chapitre propose aussi une analyse des tendances observées sur une période de vingt ans (1987-2008) à l'aide de plus de cinquante indicateurs estimés par cohorte d'âges \* genre \* région de domicile. Pour chaque indicateur, un test statistique visant à évaluer s'il y a une différence significative entre les hommes et les femmes ainsi qu'entre enquêtes successives est estimé. En outre, le fichier de projection du MTQ a été utilisé similairement afin d'analyser les impacts du modèle de prévision sur ces différents indicateurs (2011-2031).

### 2.1 Chaînes de déplacements et systèmes quotidiens d'activités

#### 2.1.1 Typologie de chaînes de déplacements

*Note : une présentation plus élaborée est disponible dans Valiquette (2010) (document disponible ici : [http://publications.polymtl.ca/405/1/2010\\_FrancoisValiquette.pdf](http://publications.polymtl.ca/405/1/2010_FrancoisValiquette.pdf)).*

Les modèles d'activités permettent de faire des analyses au niveau des chaînes de déplacements et des programmes quotidiens d'activités des individus (Roorda et al., 2008, Roorda et Ruiz, 2008). Ainsi, il est possible de suivre tous les déplacements des personnes afin de connaître les comportements pour une journée entière. Différents auteurs se sont intéressés aux chaînes de déplacements, proposant des définitions parfois différentes. Plusieurs auteurs définissent la chaîne de déplacement comme étant une série de déplacements se situant entre deux points d'ancrage, soit le domicile et le travail (Wallace et coll., 2000, Rutherford et coll., 1997, Lee et coll., 2007). D'autres auteurs, tels que Primerano et coll. (2007) ainsi que Srinivasan (1998), mentionnent qu'une chaîne de déplacements comprend tous les déplacements effectués entre le départ du domicile et le retour à celui-ci. Holzapfel (1986) propose une généralisation de cette dernière définition en mentionnant qu'une chaîne de déplacements ne prend pas la forme maison – activité – maison, mais plutôt la forme maison – activité 1 – activité 2 – activité N – maison. Une définition alternative des chaînes peut s'appuyer sur l'utilisation du temps. D'après O'Fallon et Sullivan (2005), une chaîne de déplacement s'amorce au domicile et se termine au travail, à la maison ou à tout autre lieu si l'activité dure plus de 90 minutes.

Des auteurs ont aussi effectué des analyses sur les chaînes de déplacements en fonction de différentes caractéristiques, que ce soit au niveau du genre des individus, l'âge, la taille du ménage, la présence d'enfants dans le ménage, le lieu de résidence, le mode de déplacement, et plusieurs autres. D'abord, le genre de la personne influence grandement les chaînes de déplacements, soit principalement au niveau du nombre d'activités, du nombre de chaînes par jour et du motif des chaînes. Selon les études de Kumar et Levinson (1995), les femmes ont plus tendance à effectuer diverses activités lors de leurs déplacements comparativement aux hommes, sans compter qu'elles effectuent davantage de chaînes de déplacements par jour. Primerano et coll. (2007) ont axé leurs analyses sur les motifs de déplacements des hommes et des femmes. Les résultats démontrent que les femmes effectuent plus de chaînes de déplacements simples pour le magasinage et pour reconduire et chercher quelqu'un. La composition et la taille des ménages ont également un effet sur les chaînes de déplacements. En effet, selon McGuckin et Murakami (1999), la présence d'enfants contribue à l'augmentation du nombre d'activités à effectuer dans les chaînes. Plus les enfants sont jeunes, plus ce phénomène est amplifié. De plus, les ménages monoparentaux ont tendance à effectuer davantage d'arrêts dans leurs chaînes. Au niveau du mode de déplacement, Kumar et Levinson (1995) mentionnent qu'une bonne accessibilité aux activités a pour effet de diminuer le nombre de déplacements dans la chaîne de déplacements. De plus, l'utilisation de l'automobile étant plus flexible, la complexité des chaînes de déplacements est généralement plus grande (Ye and al., 2007, Vande Walle et Steenberghen, 2006).

### 2.1.2 Concepts

Différents concepts doivent être définis pour articuler une typologie de chaînes de déplacements à savoir les concepts d'activités primaire/secondaire, de point d'ancrage et de boucle.

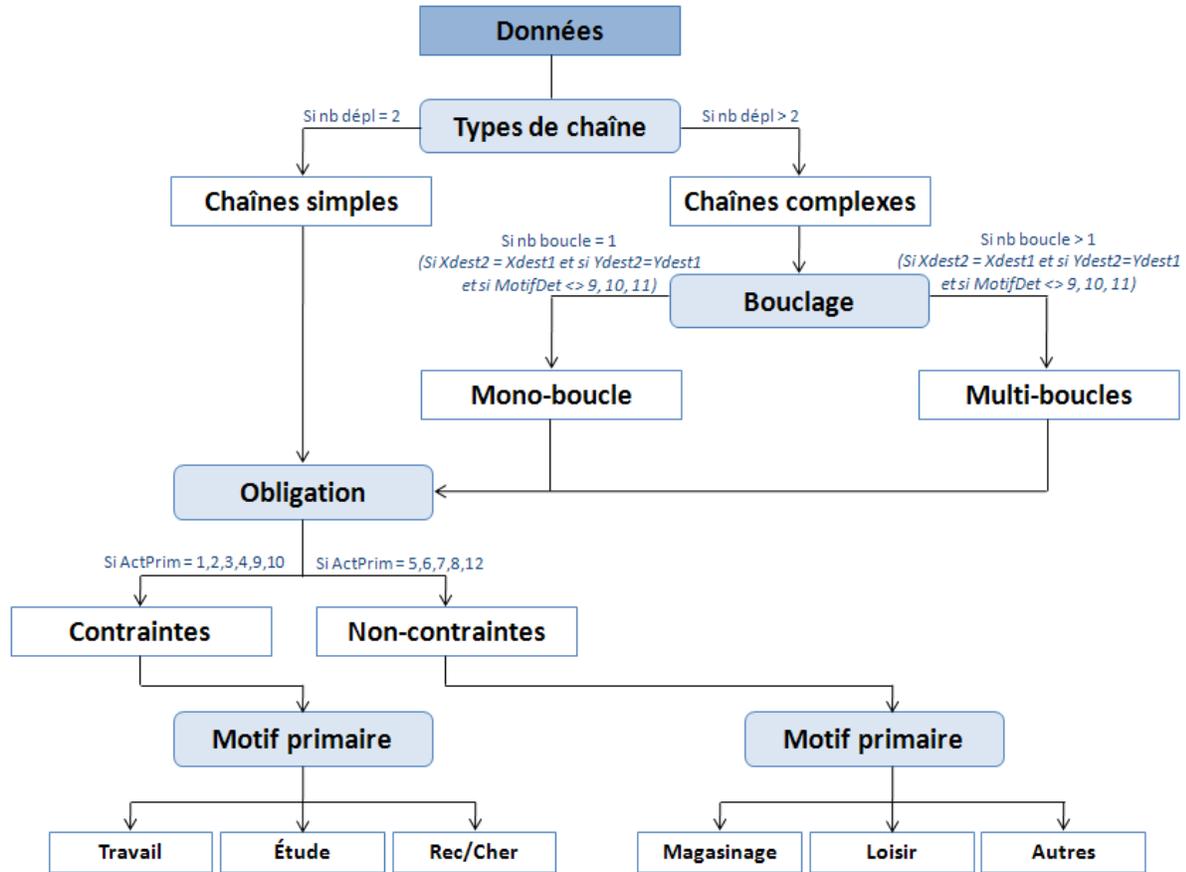
- **Activité primaire vs secondaire.** Ce concept permet de définir le motif principal qui détermine la réalisation de la chaîne de déplacements ainsi que tous les autres motifs impliqués dans la chaîne. En fait, l'activité primaire est celle qui explique l'existence de la chaîne : ce sont typiquement le travail et les études. Cependant, lorsque ceux-ci ne sont pas présents dans la chaîne, le motif primaire est donc celui lié à l'activité la plus longue. Par conséquent, les activités secondaires sont toutes les autres activités réalisées avant ou après la tenue de l'activité primaire. Une chaîne de déplacement a toujours une activité

primaire, mais n'a pas nécessairement d'activité secondaire (cas des chaînes simples).

- **Point d'ancrage.** Un second concept important est celui de point d'ancrage. Ce dernier est généralement le lieu de l'activité primaire. Ainsi, les lieux d'emploi et d'études vont souvent être des points d'ancrage dans les chaînes complexes. Le lieu de résidence est aussi considéré comme point d'ancrage puisque c'est, par définition, le point de départ et d'arrivée de toutes les chaînes. Une chaîne de déplacements peut avoir plusieurs points d'ancrage.
- **Boucle.** Une boucle est une séquence de déplacements qui s'amorce et se termine à un point d'ancrage, que celui-ci soit le domicile ou tout autre point d'ancrage. En outre, une chaîne de déplacement peut contenir plusieurs boucles.

### 2.1.3 Typologie

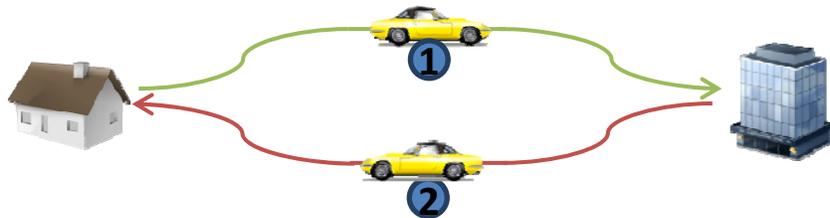
Les concepts précédents sont maintenant utilisés pour articuler une typologie de chaînes de déplacements. La typologie proposée s'inspire des travaux de Primerano et coll. (2007). La Figure 1 schématise le processus de classification des chaînes de déplacements développé aux fins de ce projet.



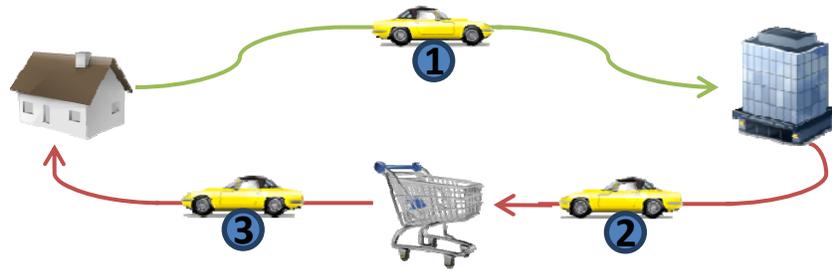
*Figure 1. Schématisation des différentes étapes nécessaires à la typologie des chaînes de déplacements*  
Chaîne simple, complexe ou ouverte

Une première classification s'appuie sur le nombre d'activités :

- La chaîne **simple** compte deux déplacements, chacun ayant une extrémité au domicile;



- La chaîne **complexe** compte plus de deux déplacements et s'amorce et se termine au lieu de domicile ;



- La chaîne **ouverte** a un ou plusieurs déplacements, mais il lui manque soit le déplacement quittant le domicile, soit le déplacement y retournant.



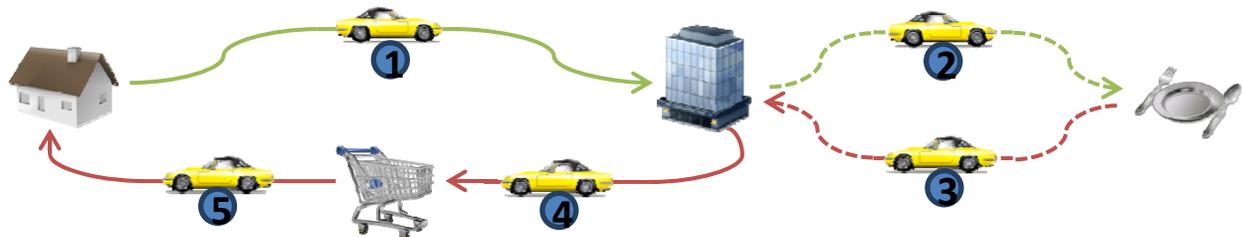
### Chaîne monoboucle ou multiboucles

La seconde classification s'appuie sur la structure spatiale des chaînes :

- La chaîne **monoboucle** peut contenir de multiples activités, mais chaque lieu n'est visité qu'une seule fois lors de la séquence de déplacements. Il n'y a donc qu'un seul point d'ancrage : le lieu de domicile.



- La chaîne **multiboucles** a un sous-ensemble de déplacements s'amorçant et se terminant à un point d'ancrage différent du domicile.



### Chaîne contrainte ou non-contrainte

Les chaînes peuvent aussi être classées selon leur activité primaire :

- Les chaînes **contraintes** sont celles qui ont au moins un déplacement lié au travail ou aux études. Ces deux motifs de déplacements sont liés à des activités « obligatoires » et qui ont généralement priorité sur d'autres activités. Les motifs « aller chercher ou reconduire quelqu'un », lorsqu'ils sont les motifs primaires de la chaîne, créent aussi des chaînes contraintes.
- Les chaînes **non contraintes** rassemblent les déplacements des autres motifs.

#### 2.1.4 Indicateurs

Les chaînes de déplacements peuvent être décrites à l'aide de différents indicateurs:

- **Complexité** : la complexité des chaînes réfère au nombre de déplacements par chaîne. Par définition, la complexité des chaînes simples est de 2 alors que celle des chaînes complexes est supérieure à 2.
- **Longueur (km)** : la longueur de la chaîne est le kilométrage total parcouru lors de la réalisation de tous les déplacements.
- **Durée (min, hre)** : la durée totale de la chaîne est le temps qui s'est écoulé entre le départ et le retour au domicile. Pour le moment, comme les temps de déplacement ne sont pas directement disponibles dans l'enquête OD, l'heure de départ du dernier déplacement de la chaîne détermine la fin de la chaîne et permet d'estimer sa durée totale.
- **Distance moyenne entre le domicile et le lieu de l'activité primaire** : cette distance est calculée à vol d'oiseau et permet de déterminer la contribution, dans la distance totale parcourue, du lieu de l'activité primaire par rapport au domicile.
- **Durée de l'activité primaire** : cette durée permet d'apprécier aussi le rôle de l'activité primaire dans la totalité de la chaîne de déplacement (par rapport à la durée totale de la chaîne).

Le mode de transport est aussi fortement corrélé avec la structure de la chaîne de déplacement ainsi que ses différentes propriétés. Cependant, le sens de l'interdépendance n'est pas simple à identifier puisque le type de chaîne à réaliser peut déterminer le mode de transport qui sera utilisé, mais la disponibilité de certains modes de déplacement peut aussi déterminer la structure de la chaîne.

### 2.1.5 Analyse ciblée: 25-44 ans résidant sur l'île de Montréal

Une analyse plus approfondie a été conduite sur un échantillon de données à savoir les résidents de l'Île de Montréal âgés de 25-44 ans (enquête OD 2003). Cette étude a permis de faire certains constats intéressants.

D'abord le Tableau 1 présente les dix types de chaînes les plus fréquemment réalisés par ce segment de population. La chaîne simple avec motif travail est de loin la chaîne la plus fréquente. Quelques chaînes ont ensuite des parts équivalentes (environ 10 %), soit une chaîne complexe monoboucle avec travail comme motif principal, une chaîne simple magasinage et une chaîne simple loisir. L'étude des tendances pour l'ensemble de la population viendra confirmer l'importance des chaînes simples dans la mobilité quotidienne.

**Tableau 1. Les 10 types de chaînes de déplacements les plus fréquents réalisés par les résidents de 25 à 44 ans de l'île de Montréal**

LES 10 TYPES DE CHAÎNES DE DÉPLACEMENTS LES PLUS FRÉQUENTS RÉALISÉS PAR LES RÉSIDENTS DE 25 À 44 ANS DE L'ÎLE DE MONTRÉAL	
Types de chaînes de déplacements	%
Chaînes simples contraintes: Travail	41,5 %
Chaînes complexes monoboucle contraintes: Travail	10,6 %
Chaînes simples non contraintes: Magasinage	9,3 %
Chaînes simples non contraintes: Loisir	9,2 %
Chaînes simples contraintes: Reconduire/Chercher	8,5 %
Chaînes simples contraintes: Étude	5,4 %
Chaînes simples non contraintes: Autres	3,9 %
Chaînes ouvertes	3,8 %
Chaînes complexes monoboucle non contraintes: Magasinage	1,6 %
Chaînes complexes multiboucles contraintes: Travail	1,6 %
<b>Total des 10 premiers types de chaînes</b>	<b>95,4 %</b>

Le Tableau 2 présente la spatialisation de quatre principaux indicateurs qui permettent de caractériser les chaînes de déplacement pour ce segment de population. La spatialisation permet de valider s'il existe des gradients dans l'espace :

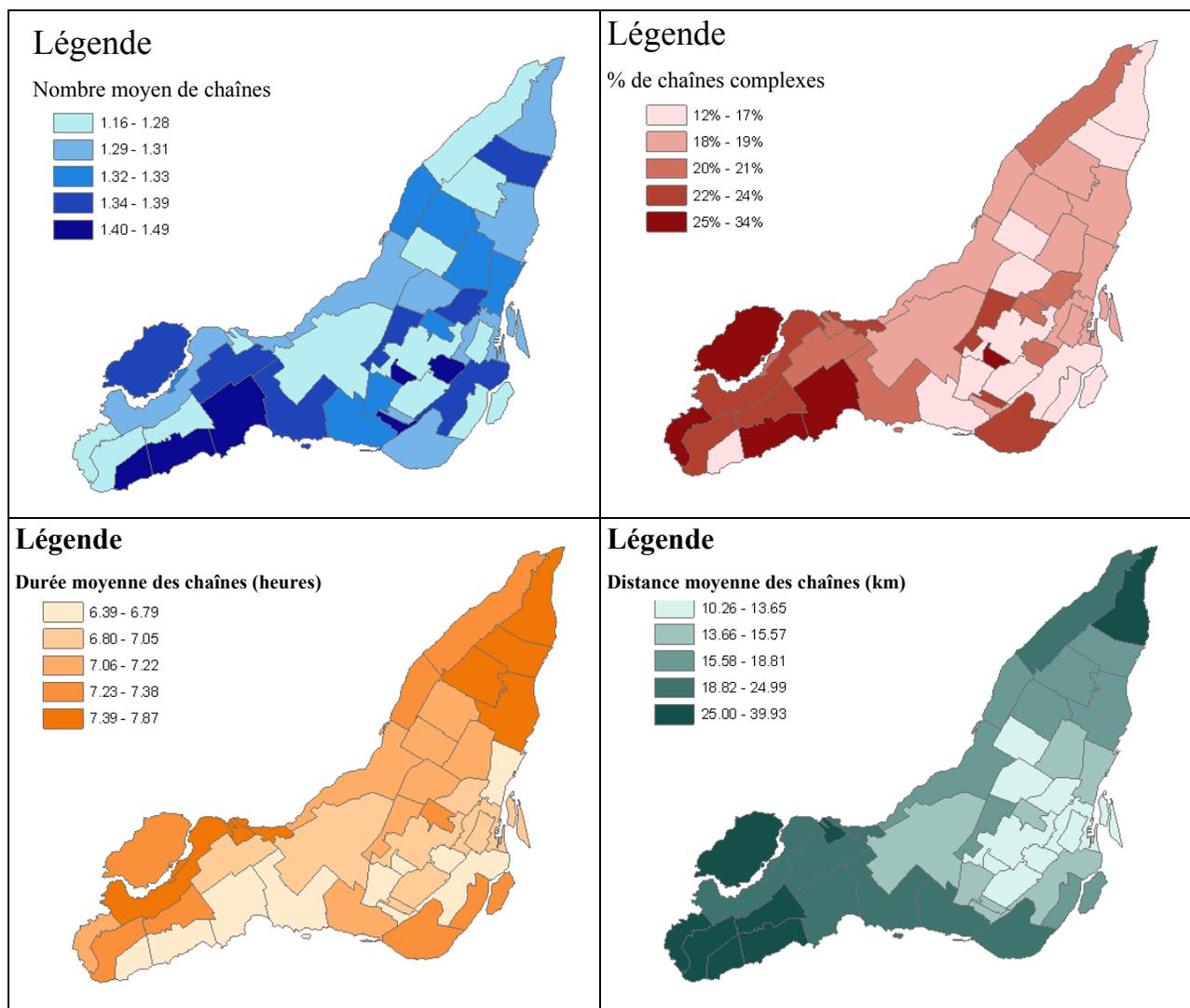
- Le nombre moyen de chaînes de déplacements par jour varie entre 1,16 et 1,49. On ne décèle pas de tendance évidente dans l'espace. Il semble toutefois y avoir une certaine corrélation positive avec le niveau de revenu des ménages avec des valeurs plus élevées dans l'ouest de l'Île.
- Le pourcentage de chaînes complexes dans la mobilité quotidienne varie entre 12 % et 34 %. Bien que la tendance ne soit pas parfaite, on décèle une certaine augmentation avec l'éloignement du centre-ville, principalement vers l'ouest.
- La durée moyenne des chaînes de déplacements varie entre 6,4 et 7,9 heures. Les limites est et ouest de l'île de Montréal présentent, en moyenne, des valeurs plus élevées, mais certains secteurs du sud-ouest ont aussi des valeurs plus élevées. D'autres variables sont déterminantes.
- Finalement, la distance moyenne des chaînes est l'indicateur qui présente le gradient spatial le plus net. Les valeurs varient entre 10 et 40 km et augmentent avec l'éloignement du centre-ville.

Finalement le Tableau 3 présente une synthèse de certaines des relations qui ont été observées entre différentes propriétés des personnes et ménages et les quatre principaux indicateurs décrivant les chaînes (nombre de chaînes par jour, complexité moyenne des chaînes, durée moyenne des chaînes et longueur moyenne des chaînes). Plusieurs constats peuvent être faits, notamment :

- Genre: pas de différence entre hommes et femmes en termes de nombre de chaînes par jour ; complexité plus grande pour les femmes, mais durée et distance plus grandes pour les hommes.
- Âge: augmentation du nombre et de la complexité avec l'âge (au sein du segment des 25-44 ans).

- Taille des ménages: plus de chaînes et plus de complexité pour les ménages de 3 personnes et plus, diminution de la durée et de la distance moyenne pour les femmes appartenant à des ménages de grande taille.
- Présence d'enfants: nombre et complexité croissante avec le nombre d'enfants.
- Complexité, durée et distance: augmentation en parallèle avec les revenus.
- Accessibilité à l'auto: plus de chaînes avec augmentation de l'accès à l'auto, augmentation de la distance moyenne avec l'accès à l'auto.

**Tableau 2. Nombre moyen de chaînes, pourcentage de chaînes complexes, durée moyenne des chaînes et distance moyenne des chaînes des résidents de 25 à 44 ans de l'île de Montréal**



**Tableau 3. Tableau synthèse de l'influence des différents facteurs sociodémographiques sur les indicateurs des chaînes de déplacements des résidents de 25 à 44 ans de l'île de Montréal**

<b>Indicateurs Facteurs</b>	<b>Nombre de chaînes par jour</b>	<b>Complexité des chaînes</b>	<b>Durée moyenne des chaînes</b>	<b>Longueur moyenne des chaînes</b>
<b>Genre</b>	Peu de différences	↑ pour les femmes	↑ pour les hommes	↑ pour les hommes
<b>Âge</b>	↑ avec l'âge	↑ avec l'âge	↓ légère avec l'âge	Peu de différences
<b>Taille des ménages</b>	↓ pour 2 pers. ↑ pour 3 pers. et +	↓ pour 2 pers. ↑ pour 3 pers. et +	↑ pour ≥ 2 pers pour les <u>hommes</u> ↓ plus le ménage grossit pour les <u>femmes</u>	↑ plus le ménage grossit pour les <u>hommes</u> ↓ plus le ménage grossit pour les <u>femmes</u>
<b>Présence d'enfants dans le ménage</b>	↑ avec enfants	↑ avec enfants	Peu de différences pour les <u>hommes</u> ↓ avec enfants pour les <u>femmes</u>	Peu de différences pour les <u>hommes</u> ↓ avec enfants pour les <u>femmes</u>
<b>Revenu</b>	Peu de différences	↑ avec le revenu	↑ avec le revenu	↑ avec le revenu
<b>Accessibilité auto</b>	↑ avec une plus grande accessibilité	↑ légère pour < 1 ↑ légère pour >= 1	↑ avec plus grande accessibilité pour les <u>hommes</u> ↓ avec plus grande accessibilité pour les <u>femmes</u>	↑ avec une plus grande accessibilité
<b>Lieu de résidence</b>	Peu de différences	Peu de différences	Peu de différences	↑ avec la distance au centre-ville

## 2.2 Analyse des tendances sur 20 ans

Selon notre compréhension, le MTQ s'appuie actuellement sur une approche tendancielle pour prévoir la demande de transport à différents horizons. L'équipe de recherche a eu accès aux résultats de la prévision de la demande et propose une analyse intégrée des tendances observées et projetées pour une série d'indicateurs inspirés des travaux sur les chaînes de déplacement. L'objectif est d'analyser les grandes tendances des vingt dernières années à l'aide des données des grandes enquêtes Origine-Destination ainsi que l'effet de la méthode de prévision de la demande sur ces tendances lorsqu'on y ajoute les fichiers projetés. Ceci permet de bien faire ressortir les phénomènes dont les tendances sont projetées et ceux qui sont négligés par le modèle de prévision.

### 2.2.1 Méthodologie générale

La Figure 2 présente la méthodologie générale de l'analyse des tendances observées et projetées.

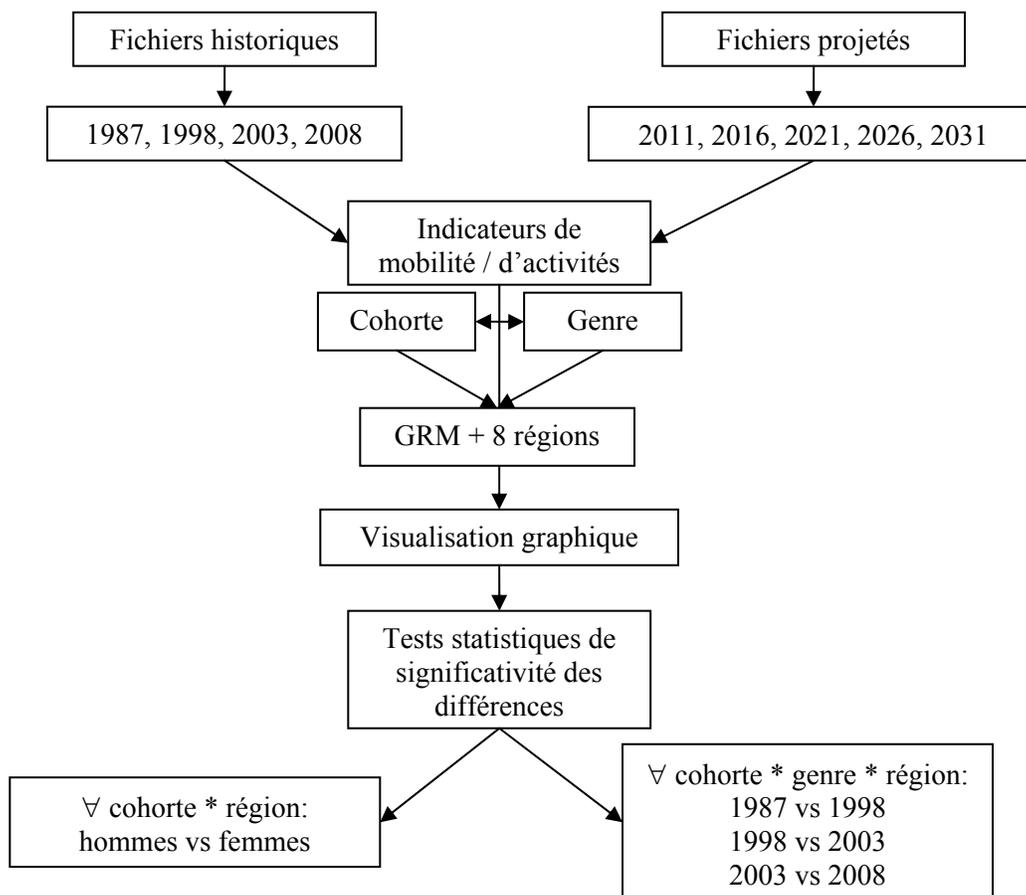


Figure 2. Méthodologie générale d'analyse des tendances observées et projetées

## 2.2.2 Paramètres des analyses

Un outil de consultation a été développé afin d’assister les analyses évolutives. Un total de 58 indicateurs a été intégré aux analyses, qui sont effectuées globalement (grande région) ainsi que pour huit régions d’analyse. Les indicateurs ont été estimés pour les quatre fichiers historiques (1987-1998-2003-2008) et pour les projections disponibles (de 2011 à 2031). Cette analyse permet d’observer si le modèle de prévision néglige certaines tendances qui sont significatives dans le temps. Le territoire utilisé est le territoire complet de chaque enquête. Une attention particulière est donc requise sur quelques indicateurs qui peuvent être un peu plus influencé par ceci tel que les distances parcourues et les durées d’activités (qui contiennent la durée du déplacement) pour les régions des couronnes sud et nord.

Les indicateurs suivants ont été examinés:

<b>Indicateur</b>	<b>Unité</b>
<b>1</b> Nombre de chaînes par personne	Chaînes/personne
<b>2</b> Nombre de chaînes Travail par personne	Chaînes/personne
<b>3</b> Nombre de chaînes Étude par personne	Chaînes/personne
<b>4</b> Nombre de chaînes Loisir par personne	Chaînes/personne
<b>5</b> Nombre de chaînes Magasinage par personne	Chaînes/personne
<b>6</b> Nombre de chaînes Autres par personne	Chaînes/personne
<b>7</b> Nombre de chaînes Ouverte par personne	Chaînes/personne
<b>8</b> Nombre de chaînes Complexe par personne	Chaînes/personne
<b>9</b> Périmètre moyen par chaîne par personne	km/personne
<b>10</b> Nombre de déplacements par personne	Déplacements/personne
<b>11</b> Nombre de déplacements motif Travail par personne	Déplacements/personne
<b>12</b> Nombre de déplacements motif Étude par personne	Déplacements/personne
<b>13</b> Nombre de déplacements motif Loisir par personne	Déplacements/personne
<b>14</b> Nombre de déplacements motif Magasinage par personne	Déplacements/personne
<b>15</b> Nombre de déplacements motif Autres par personne	Déplacements/personne
<b>16</b> Distance totale parcourue par personne (Vol d'oiseau)	km/personne
<b>17</b> Nombre de déplacements AC par personne	Déplacements/personne
<b>18</b> Nombre de déplacements Marche par personne	Déplacements/personne
<b>19</b> Nombre de déplacements Vélo par personne	Déplacements/personne
<b>20</b> Nombre de déplacements TC par personne	Déplacements/personne
<b>21</b> Durée moyenne d'activité par personne	Minutes/personne
<b>22</b> Durée moyenne d'activité motif Travail par personne	Minutes/personne
<b>23</b> Durée moyenne d'activité motif Étude par personne	Minutes/personne
<b>24</b> Durée moyenne d'activité motif Loisir par personne	Minutes/personne
<b>25</b> Durée moyenne d'activité motif Magasinage par personne	Minutes/personne

<b>Indicateur</b>	<b>Unité</b>
<b>26</b> Durée moyenne d'activité motif Autres par personne	Minutes/personne
<b>27</b> Durée moyenne d'une activité	Minutes/activité
<b>28</b> Durée moyenne d'une activité Travail	Minutes/activité
<b>29</b> Durée moyenne d'une activité Étude	Minutes/activité
<b>30</b> Durée moyenne d'une activité Loisir	Minutes/activité
<b>31</b> Durée moyenne d'une activité Magasinage	Minutes/activité
<b>32</b> Durée moyenne d'une activité Autres	Minutes/activité
<b>33</b> Nombre de déplacements par chaîne	Déplacements/chaîne
<b>34</b> Nombre d'activités par chaîne	Activités/chaîne
<b>35</b> Nombre de boucles par chaîne	Boucles/chaîne
<b>36</b> Nombre de lieux par chaîne	Lieux/Chaîne
<b>37</b> Durée moyenne en activité par chaîne	Minutes/Chaîne
<b>38</b> Durée moyenne en activité Travail par chaîne	Minutes/Chaîne
<b>39</b> Durée moyenne en activité Étude par chaîne	Minutes/Chaîne
<b>40</b> Durée moyenne en activité Loisir par chaîne	Minutes/Chaîne
<b>41</b> Durée moyenne en activité Magasinage par chaîne	Minutes/Chaîne
<b>42</b> Distance moyenne par chaîne	km/Chaîne
<b>43</b> Part modale TC	Proportion
<b>44</b> Part modale AC	Proportion
<b>45</b> Part modale Marche/Vélo	Proportion
<b>46</b> Proportion des déplacements Travail effectués avant 7 h	Proportion
<b>47</b> Proportion des déplacements Travail effectués après 9 h	Proportion
<b>48</b> Proportion des déplacements Étude effectués avant 7 h	Proportion
<b>49</b> Proportion des déplacements Étude effectués après 9 h	Proportion
<b>50</b> Proportion des déplacements Retour effectués avant 16 h	Proportion
<b>51</b> Proportion des déplacements Retour effectués après 18 h	Proportion
<b>52</b> Proportion de personnes non mobiles	Proportion
<b>53</b> Proportion de personnes effectuant 1 chaîne simple	Proportion
<b>54</b> Proportion de personnes effectuant 1 chaîne complexe	Proportion
<b>55</b> Proportion de personnes effectuant 2 chaînes simples	Proportion
<b>56</b> Proportion de personnes effectuant 1 chaîne simple et 1 chaîne complexe	Proportion
<b>57</b> Proportion de personnes effectuant 3 chaînes simples	Proportion
<b>58</b> Proportion de personnes effectuant 1 chaîne ouverte	Proportion

Pour chacun de ces indicateurs, une représentation graphique est proposée basée sur une segmentation par cohorte d'âges \* genre. Les calculs sont disponibles pour la grande région de Montréal ainsi que pour 8 régions d'analyse. Certains des résultats sont discutés ci-dessous pour la grande région de Montréal. Les analyses sont conduites sur un territoire évolutif.

### 2.2.3 Taux de mobilité (nombre de déplacements par personne)

Le premier indicateur examiné est le taux de mobilité (nombre de déplacements par personne par jour), un indicateur classique souvent utilisé pour témoigner du niveau de mobilité dans la population. Évidemment, cet indicateur ne fait aucune distinction entre un déplacement de proximité (aller reconduire quelqu'un) et un déplacement plus long pour accéder à une activité principale (aller travailler par exemple). Ce taux de mobilité inclut aussi les non-mobiles puisqu'il est calculé sur l'ensemble de la population (taux non spécifique).

- La Figure 3 présente l'évolution du taux de mobilité de 1987 à 2008. Le changement de mobilité lié au cycle de vie est facilement perceptible : le taux diminue avec le vieillissement à partir d'environ 45 ans.
- Lorsqu'on ajoute les prévisions jusqu'en 2031 (Figure 4), le taux de mobilité reste stable, comme attendu. En effet, comme les prévisions s'appuient sur le dernier constat de mobilité disponible (2008 dans le cas examiné) et que le modèle n'affecte pas le rythme des déplacements, le taux de mobilité est considéré stable.
- La Figure 5 présente les résultats des tests statistiques visant à évaluer si les différences entre les hommes et les femmes sont significatives, pour les différentes cohortes d'âges. Il ressort de cela que les différences entre les hommes et les femmes s'atténuent avec le temps. En effet, en 1987, le taux de mobilité des hommes était supérieur à celui des femmes pour toutes les cohortes de 15 ans et plus. Depuis 1998, les différences sont encore significatives, mais seulement pour les cohortes de 45 ans et plus; en 2008, les différences sont significatives pour les 50 ans et plus, les hommes ayant toujours un taux de mobilité plus élevé.
- Les Figure 6 (1987-1998) Figure 7 (1998-2003) Figure 8 (2003-2008) présentent les résultats des tests statistiques entre enquêtes consécutives. Entre 1987 et 1998, les différences entre les taux de mobilité sont significatives pour les 5-14 ans et les 20 ans et plus. Pour les jeunes, les taux de mobilité de 1987 sont plus élevés alors que pour les adultes, les taux de mobilité sont plus faibles. Entre 1998 et 2003, les différences sont significatives pour les 5-59 ans pour les deux genres. Les taux ont significativement diminué pour ces populations (et pour d'autres, selon le genre). Entre 2003 et 2008, la

diminution se poursuit et les changements sont significatifs pour les hommes de 5-69 ans et les femmes de 5-29 ans, 35-44 ans et les 50-54 ans. On n’observe plus de changements significatifs chez les cohortes plus âgées.

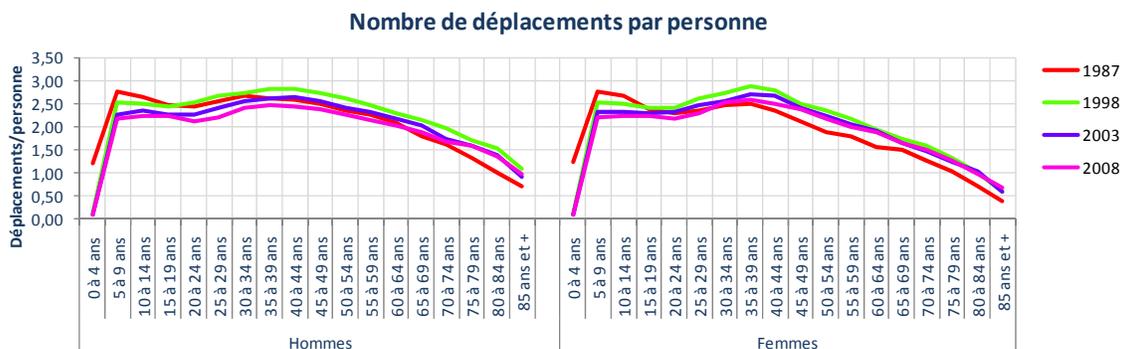


Figure 3. Nombre de déplacements par personne par jour (GRM) selon la cohorte et le genre (1987 à 2008)

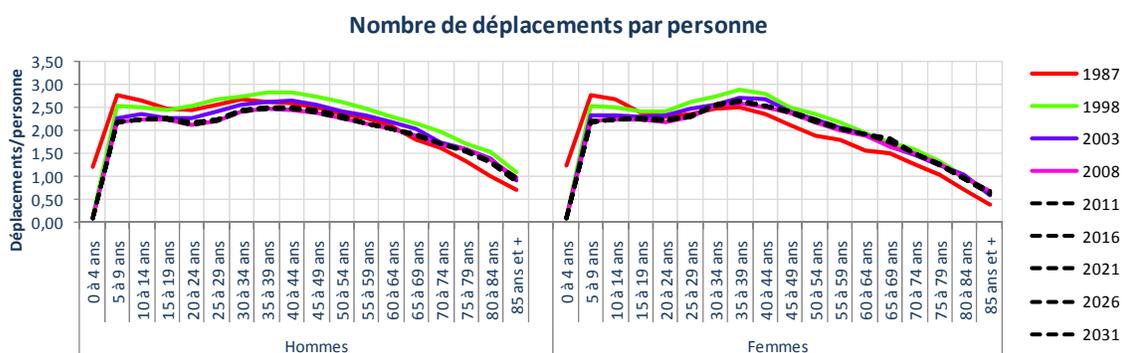
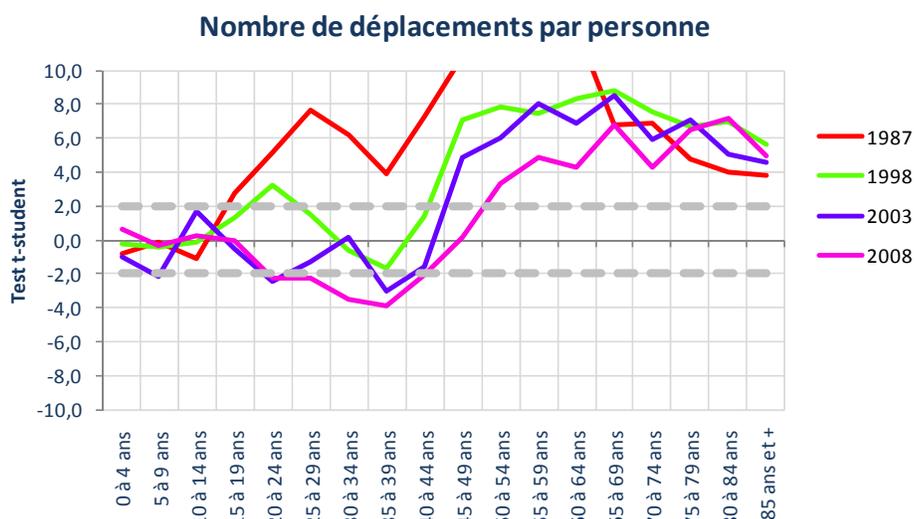
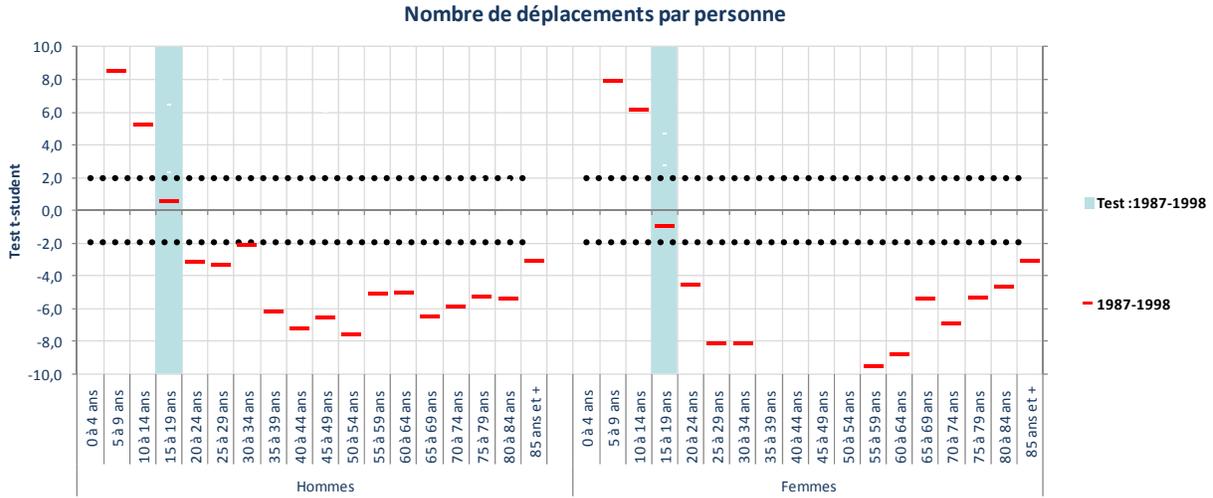


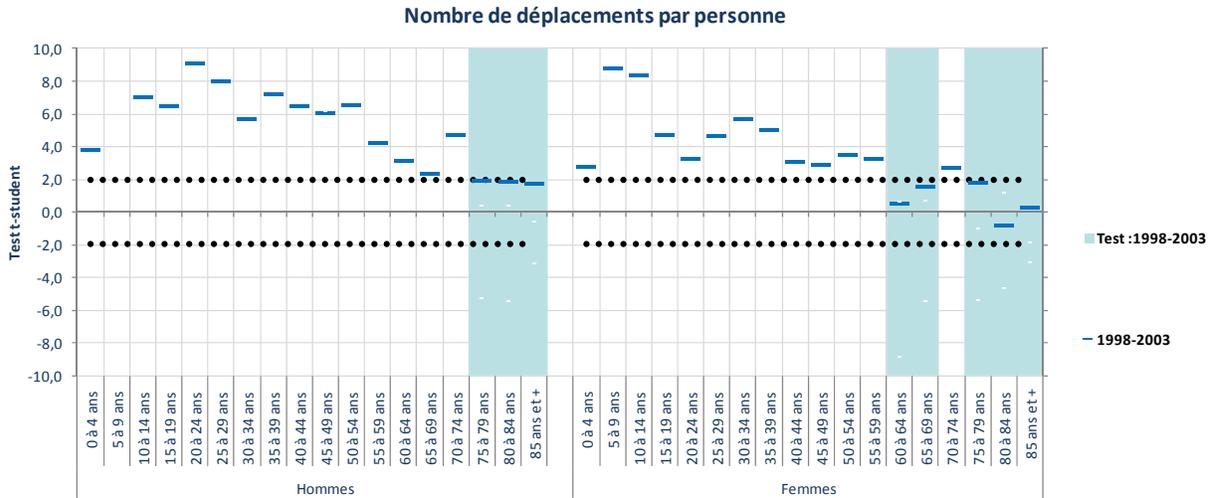
Figure 4. Nombre de déplacements par personne par jour (GRM) selon la cohorte et le genre (1987 à 2031)



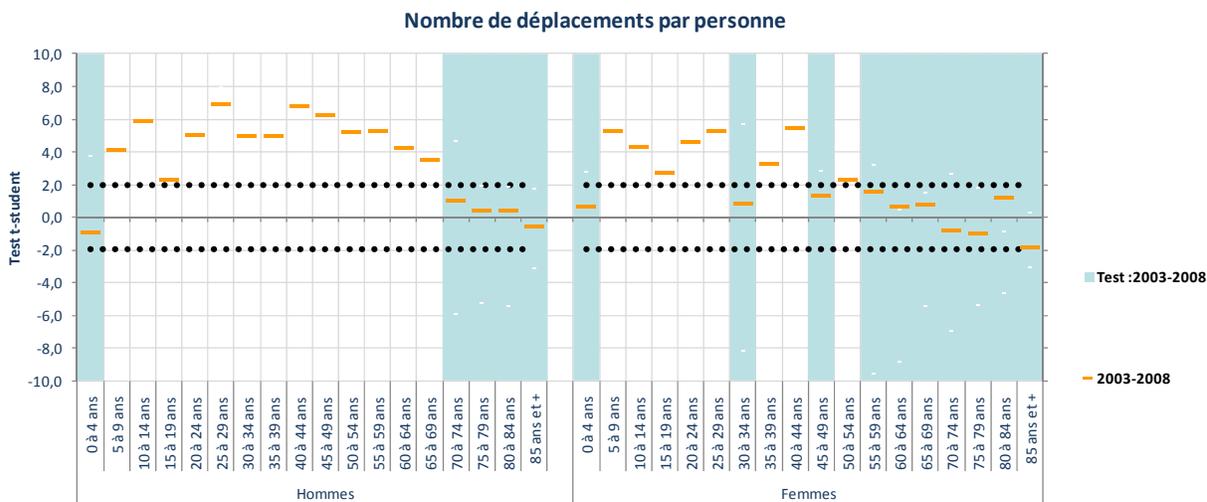
**Figure 5. Nombre de déplacements par personne par jour : Tests statistiques de la différence entre les hommes et les femmes ( $t > 0$ :  $H > F$ ,  $t < 0$ :  $F > H$ , différences significatives si  $|t| > 2.0$ ).**



**Figure 6. Nombre de déplacements par personne par jour : Tests statistiques de la différence entre 1987 et 1998 ( $t > 0$ :  $1987 > 1998$ ,  $t < 0$ :  $1998 > 1987$ , différences significatives si  $|t| > 2.0$ ).**



**Figure 7. Nombre de déplacements par personne par jour : Tests statistiques de la différence entre 1998 et 2003 ( $t > 0$ :  $1998 > 2003$ ,  $t < 0$ :  $2003 > 1998$ , différences significatives si  $|t| > 2.0$ ).**



**Figure 8. Nombre de déplacements par personne par jour : Tests statistiques de la différence entre 2003 et 2008 ( $t > 0$ :  $2003 > 2008$ ,  $t < 0$ :  $2008 > 2003$ , différences significatives si  $|t| > 2,0$ ).**

## 2.2.4 Nombre de chaînes de déplacement par personne par jour

Le second indicateur étudié est le nombre de chaînes de déplacement par personne. Cet indicateur donne une autre appréciation du niveau de mobilité en étant moins sensible à la présence ou non de petits déplacements. Il témoigne du nombre de sorties du domicile pour faire une ou plusieurs activités.

- La Figure 9 présente le nombre de chaînes par personne par jour. Sur 20 ans, ce nombre a diminué pour plusieurs segments de population, particulièrement pour les jeunes et les hommes. Les différences ont été importantes entre 1987 et 1998 et la baisse s'est poursuivie jusqu'en 2008.
- La Figure 10 présente exactement le même indicateur à la différence que les valeurs estimées à l'aide du fichier de prévision ont été ajoutées. Comme attendu, il n'y a plus aucune tendance entre 2008 et 2031, car le nombre de chaînes n'est pas une variable considérée dans le modèle de prévision. En fait, les quelques différences observées découlent des changements démographiques et peut-être de la prise en compte de la croissance de motorisation chez les femmes.
- La Figure 11 présente les résultats des tests statistiques (t-student) visant à évaluer si les comportements sont significativement différents entre les hommes et les femmes. Typiquement, les différences sont significatives lorsque  $|t| > 2.0$ . Lorsque la valeur de t est positive, cela signifie que l'indicateur est plus élevé pour les hommes alors que lorsque t est négatif, cela signifie que l'indicateur est plus élevé pour les femmes. Dans le cas du nombre de chaînes de déplacements, on observe qu'il y a plusieurs différences significatives entre les hommes et les femmes. Le nombre de chaînes était significativement supérieur chez les hommes âgés de 15 à 24 ans en 1987 et 1998, mais ce n'est plus le cas. Cependant, le nombre de chaînes était et demeure significativement supérieur chez les femmes âgées de 30 à 44 ans. Finalement, le nombre de chaînes redevient supérieur chez les hommes âgés de 55 à 79 ans pour toutes les années d'observation.
- Les Figure 12 (1987-1998) Figure 13 (1998-2003) et Figure 14 (2003-2008) présentent les résultats des tests statistiques pour des enquêtes successives. Les différences sont significatives pour les 5-14 ans (hommes et femmes) et pour les 20 à 79 ans entre 1987 et 1998. Pour les jeunes, le nombre de chaînes a diminué alors que pour les adultes, le nombre de chaînes a augmenté. Entre 1998 et 2003, cet indicateur a encore beaucoup changé pour une majorité de segments de population. Les différences sont significatives pour les 5 à 69 ans (hommes et femmes) et indiquent que le nombre de chaînes par jour

est inférieur en 2003 pour tous ces groupes. De 2003 à 2008, la tendance à la diminution du nombre de chaînes par jour s’est maintenue pour une part importante de la population, notamment les cohortes actives.

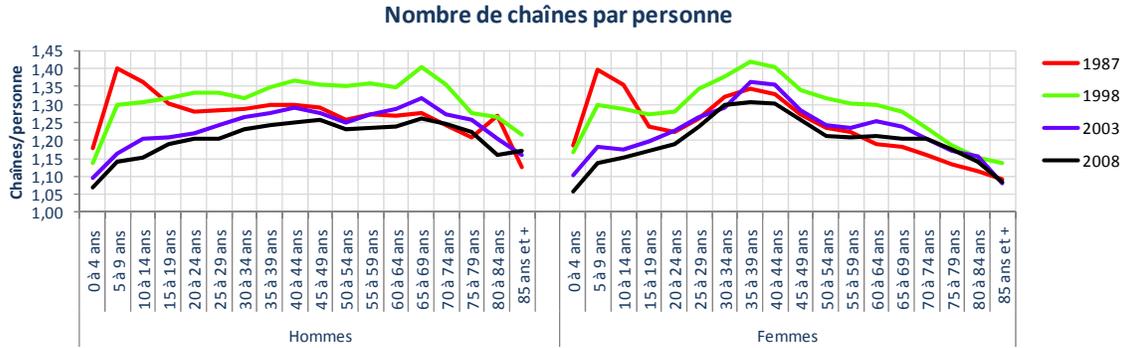


Figure 9. Nombre de chaînes par personne par jour (GRM) selon la cohorte et le genre (1987 à 2008)

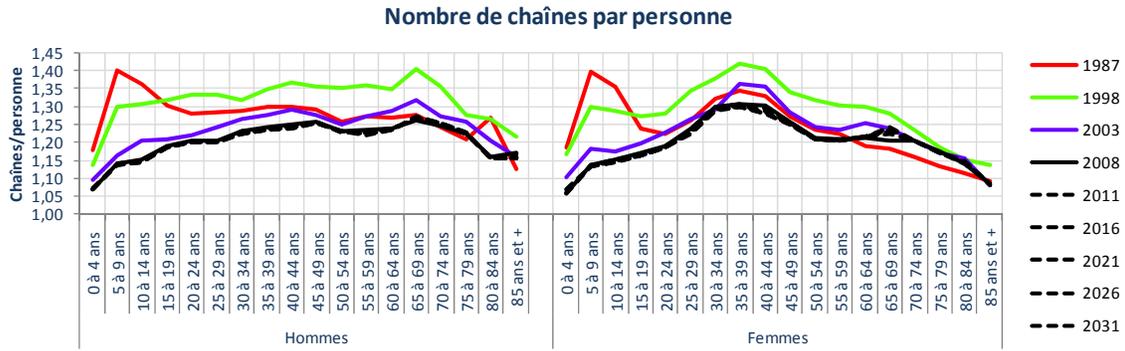


Figure 10. Nombre de chaînes par personne par jour (GRM) selon la cohorte et le genre (1987 à 2031)

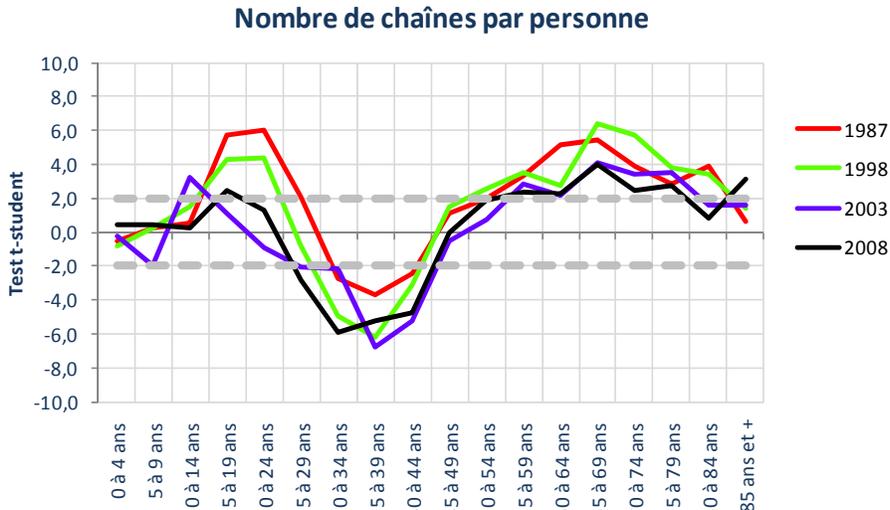


Figure 11. Nombre de chaînes de déplacement par personne par jour : Tests statistiques de la différence entre les hommes et les femmes ( $t > 0$ :  $H > F$ ,  $t < 0$ :  $F > H$ , différences significatives si  $|t| > 2.0$ ).

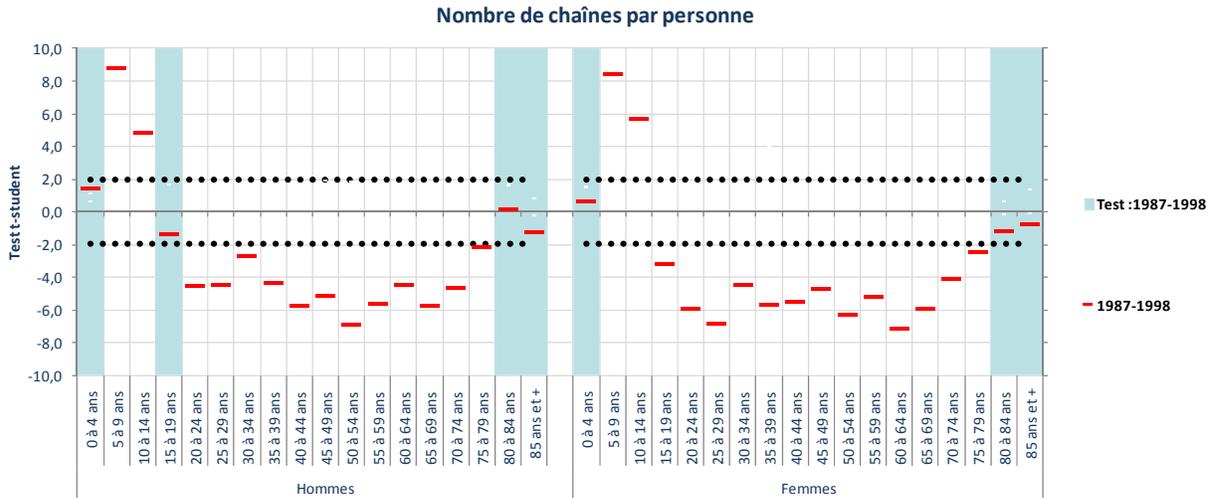


Figure 12. Nombre de chaînes de déplacement par personne par jour : Tests statistiques de la différence entre 1987 et 1998 ( $t > 0$ : 1987 > 1998,  $t < 0$ : 1998 > 1987, différences significatives si  $|t| > 2.0$ ).

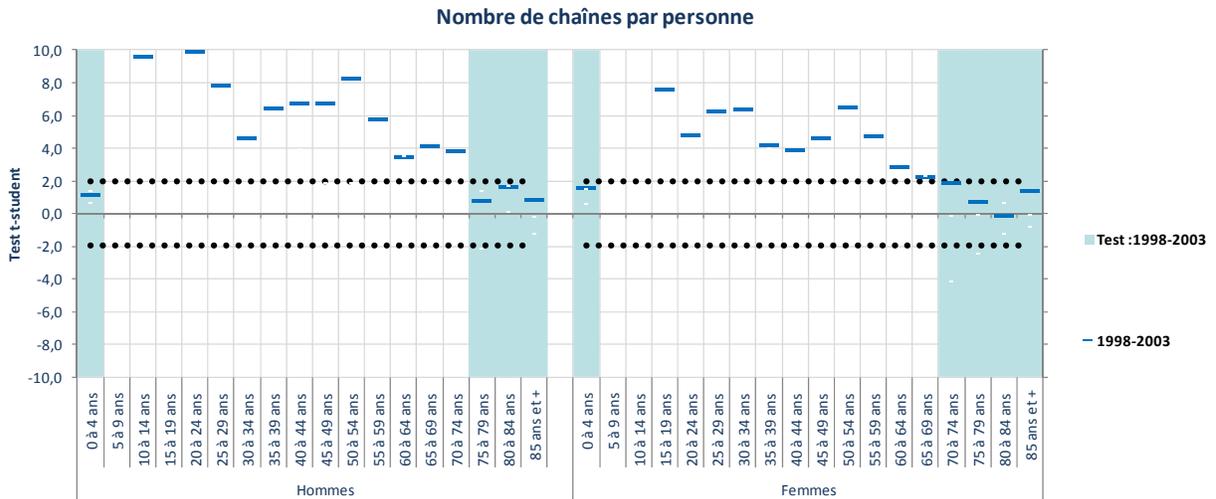
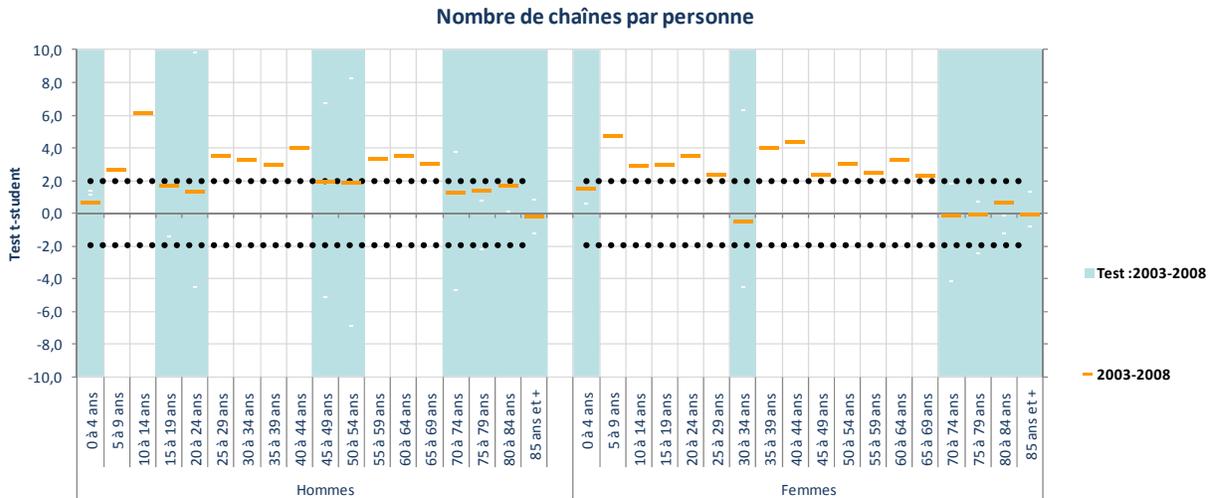


Figure 13. Nombre de chaînes de déplacement par personne par jour : Tests statistiques de la différence entre 1998 et 2003 ( $t > 0$ : 1998 > 2003,  $t < 0$ : 2003 > 1998, différences significatives si  $|t| > 2.0$ ).



**Figure 14. Nombre de chaînes de déplacement par personne par jour : Tests statistiques de la différence entre 2003 et 2008 ( $t > 0$ : 2003 > 2008,  $t < 0$ : 2008 > 2003, différences significatives si  $|t| > 2.0$ ).**

### 2.2.5 Part modale du transport en commun

Le troisième indicateur examiné est la part modale du transport en commun. C'est aussi un indicateur typiquement estimé pour constater l'évolution du choix modal dans la région.

- La Figure 15 présente l'évolution de la part modale de 1987 à 2008. Ce sont des tendances bien connues : il y a eu une diminution importante entre 1987 et 1998. Les clientèles avec les plus grandes parts modales sont les 15-19 ans (le bus scolaire n'est pas inclus).
- La Figure 16 présente le même indicateur, mais avec l'ajout des parts modales provenant des projections. Les années projetées ont des patrons similaires à 2008, mais on observe néanmoins des modifications pour certaines cohortes.
- La Figure 17 confirme qu'il existe des différences significatives entre les hommes et les femmes en ce qui concerne l'utilisation du transport en commun. Pour toutes les cohortes où les différences hommes / femmes sont significatives, ce sont les femmes qui ont des parts modales supérieures aux hommes. C'est le cas pour les 15-29 ans et les 40-84 ans. Les différences sont encore significatives en 2008.

- Les Figure 18 (1987-1998) Figure 19 (1998-2003) Figure 20 (2003-2008) présentent les tests statistiques indiquant si les différences entre enquêtes successives sont significatives. De 1987 à 1998, les différences sont significatives pour toute la population sauf les femmes de 85 ans et plus. On peut donc conclure qu'il y a eu des modifications importantes dans les comportements observés dans la région qui se sont traduites par une diminution de la part modale du transport en commun. De 1998 à 2003, les comportements ont aussi changé de façon significative, mais seulement pour certains groupes de population et dans les deux directions (augmentation et diminution de la part modale selon les cohortes): diminution pour les hommes de 10-14 ans et augmentation pour les 15-39 ans, 55-59 ans. Chez les femmes, la part modale a augmenté pour les 15-34 ans et 50-54 ans et a diminué pour les 40-49 ans et 60-79 ans. De 2003 à 2008, il y a encore des différences significatives pour plusieurs cohortes qui ont surtout augmenté leur part modale du transport en commun. C'est le cas pour les hommes de 20-69 ans et les femmes de 20-39 ans et 45-64 ans.

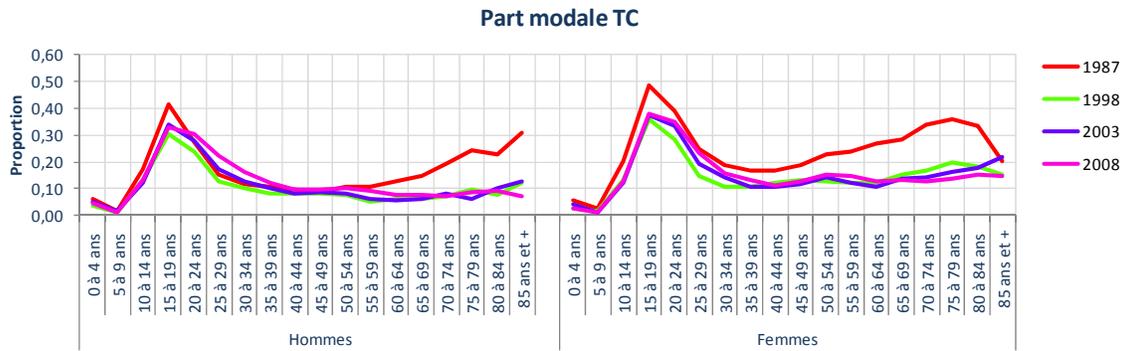


Figure 15. Part modale du transport en commun (GRM) selon la cohorte et le genre (1987 à 2008)

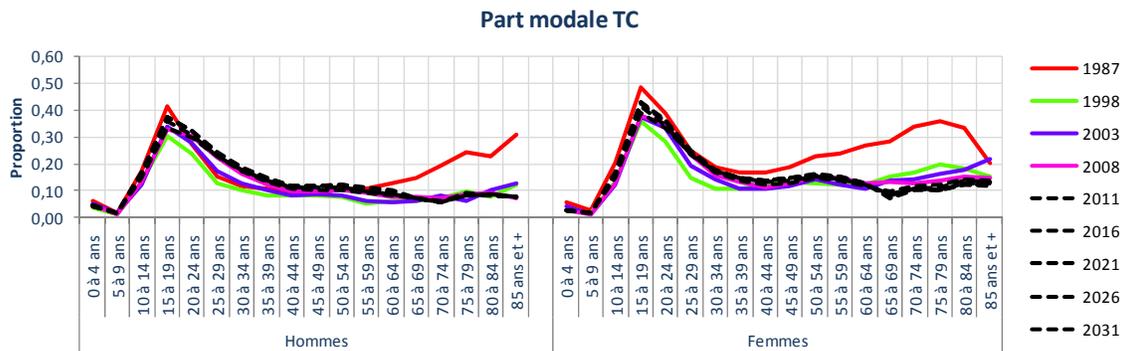
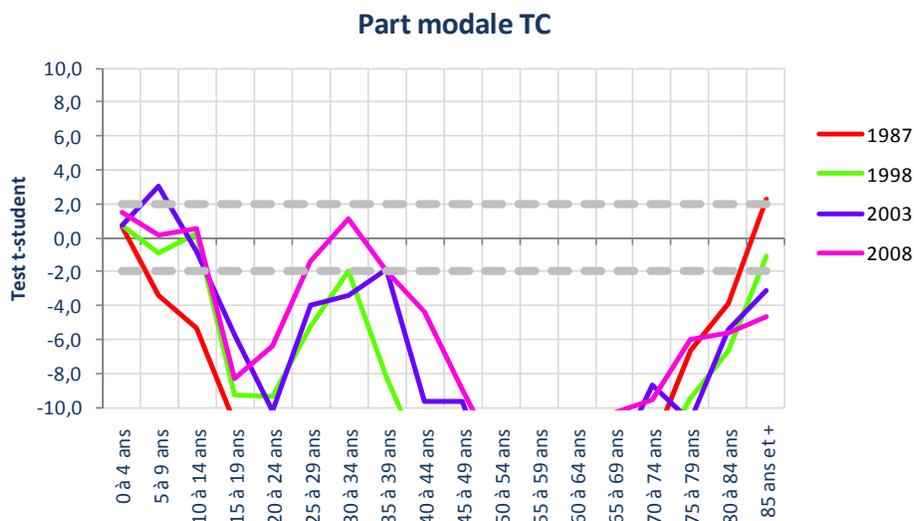
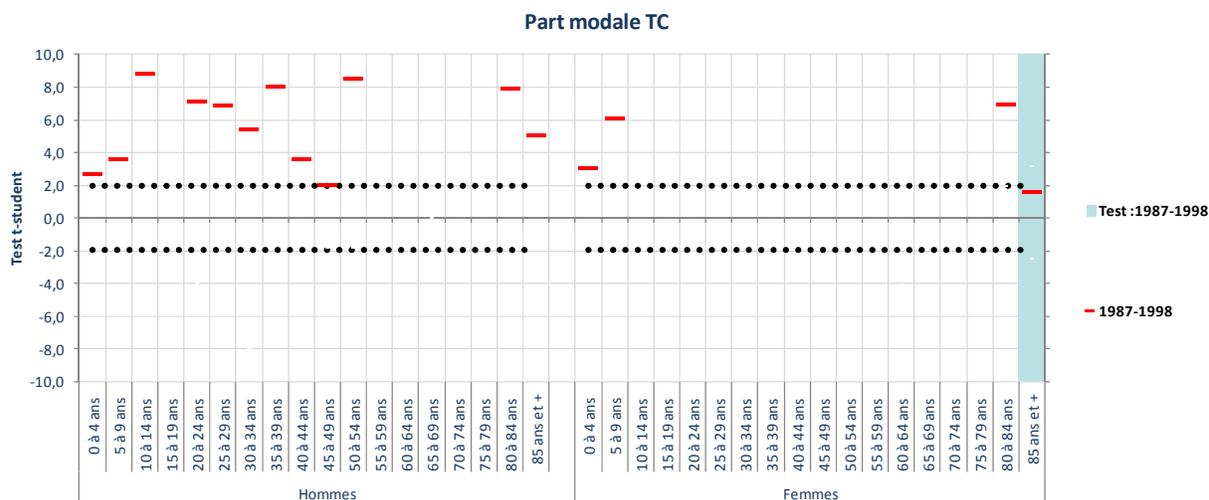


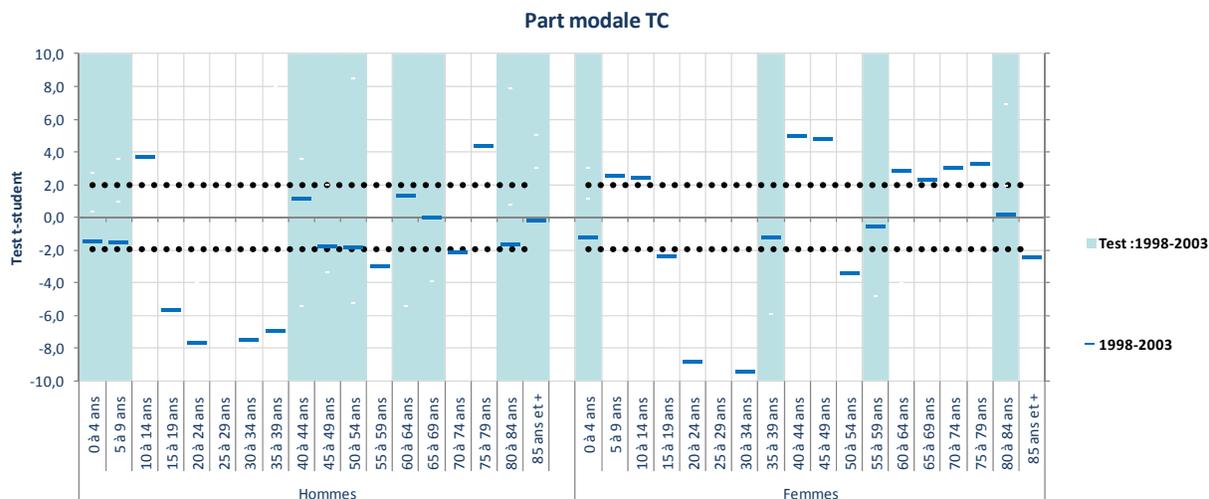
Figure 16. Part modale du transport en commun (GRM) selon la cohorte et le genre (1987 à 2031)



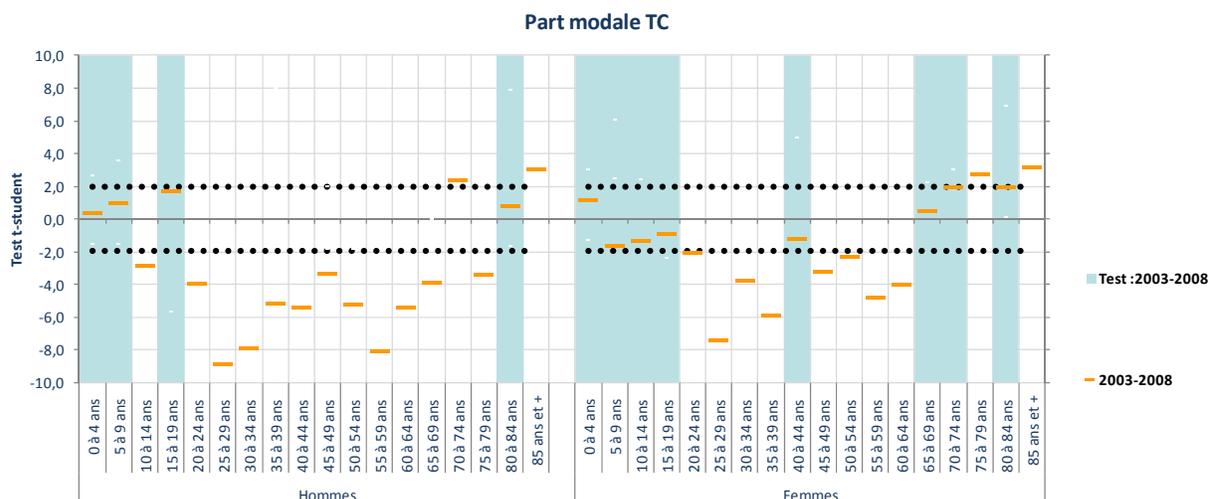
**Figure 17. Part modale du transport en commun: Tests statistiques de la différence entre les hommes et les femmes ( $t > 0$ :  $H > F$ ,  $t < 0$ :  $F > H$ , différences significatives si  $|t| > 2.0$ ).**



**Figure 18. Part modale du transport en commun: Tests statistiques de la différence entre 1987 et 1998 ( $t > 0$ :  $1987 > 1998$ ,  $t < 0$ :  $1998 > 1987$ , différences significatives si  $|t| > 2.0$ ).**



**Figure 19. Part modale du transport en commun : Tests statistiques de la différence entre 1998 et 2003 ( $t > 0$ : 1998 > 2003,  $t < 0$ : 2003 > 1998, différences significatives si  $|t| > 2.0$ ).**



**Figure 20. Part modale du transport en commun : Tests statistiques de la différence entre 2003 et 2008 ( $t > 0$ : 2003 > 2008,  $t < 0$ : 2008 > 2003, différences significatives si  $|t| > 2.0$ ).**

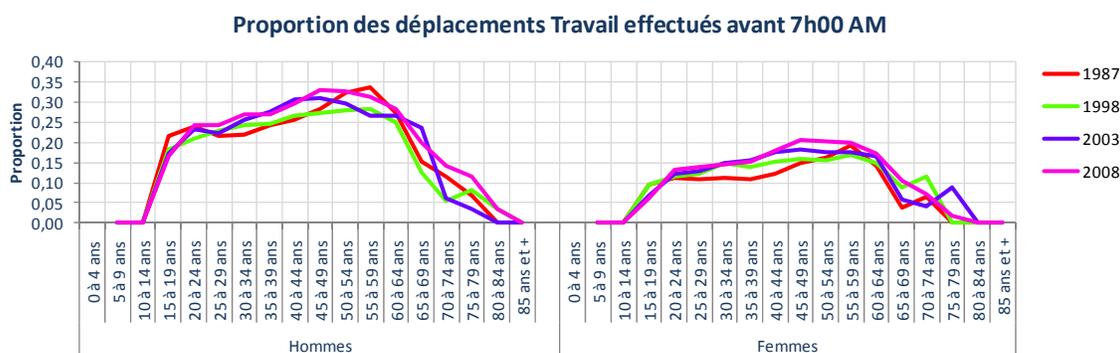
## 2.2.6 Proportion des déplacements travail effectués avant 7 h

Le quatrième indicateur analysé est le pourcentage des déplacements travail effectués avant 7 h. Cet indicateur est une des façons de voir si la distribution temporelle des départs en pointe se modifie en réponse aux conditions changeantes de circulation.

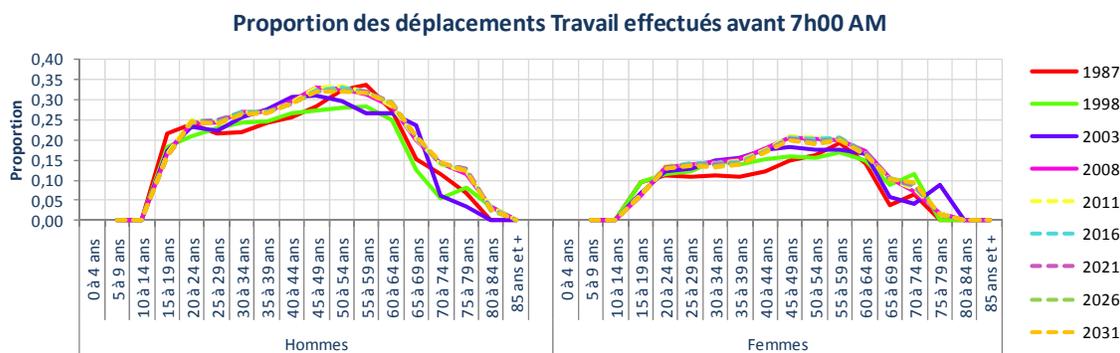
- La Figure 21 présente l'évolution de cet indicateur entre 1987 et 1998 alors que la Figure 22 présente le même indicateur, mais pour la période 1987-2031, donc incluant les projections. Étant donné les hypothèses sous-jacentes au modèle utilisé, la distribution temporelle des départs pour les déplacements travail ne change pas entre 2008 et 2031

puisque 2008 agit comme référence et que les heures de départ observées sont maintenues.

- La Figure 23 confirme que les hommes et les femmes ont des parts de déplacement travail s'amorçant avant 7 h qui sont significativement différentes. Pour les segments typiques de travailleurs (15-69 ans), les hommes ont des proportions de départs avant 7 h plus élevées que les femmes.



**Figure 21. Proportion des déplacements travail effectués avant 7 h (GRM) selon la cohorte et le genre (1987 à 2008)**



**Figure 22. Proportion des déplacements travail effectués avant 7 h (GRM) selon la cohorte et le genre (1987 à 2031)**

- Les Figure 24, Figure 25 et Figure 26 portent sur l'évolution de cet indicateur entre enquêtes successives. De 1987 à 1998, la proportion de déplacements travail faits avant 7 h a significativement diminué pour les hommes de 20-24 ans et 50-59 ans et a significativement augmenté pour les femmes de 30-44 ans. De 1998 à 2003, cette proportion a augmenté pour les hommes de 35-49 ans/65-69 ans et les femmes de 35-54 ans. L'augmentation s'est poursuivie entre 2003 et 2008 pour certains segments de populations: les hommes de 35-49 ans/65-69 ans (comme pour 1998-2003) et les femmes

de 45-59 ans.

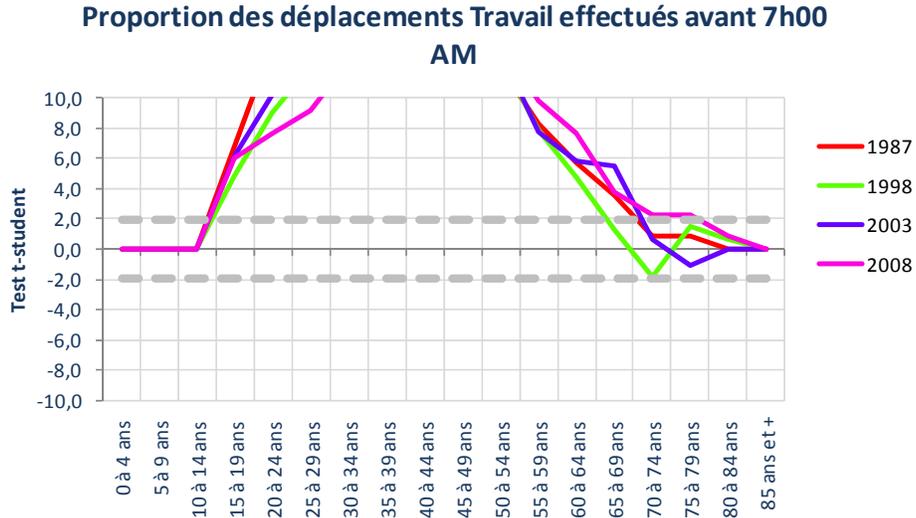


Figure 23. Pourcentage des déplacements travail faits avant 7 h: Tests statistiques de la différence entre les hommes et les femmes ( $t>0$ :  $H>F$ ,  $t<0$ :  $F>H$ , différences significatives si  $|t|>2.0$ ).

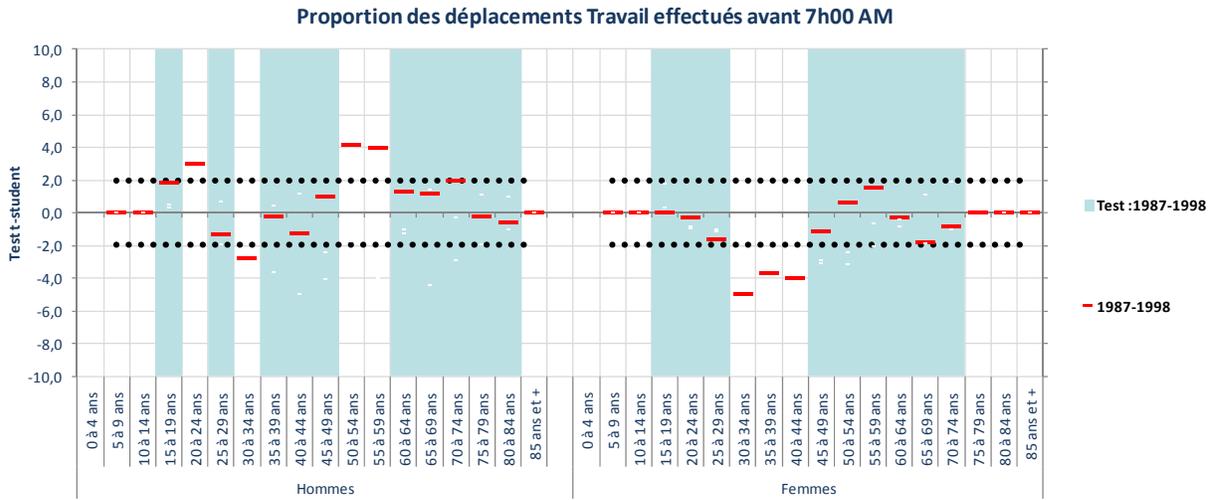
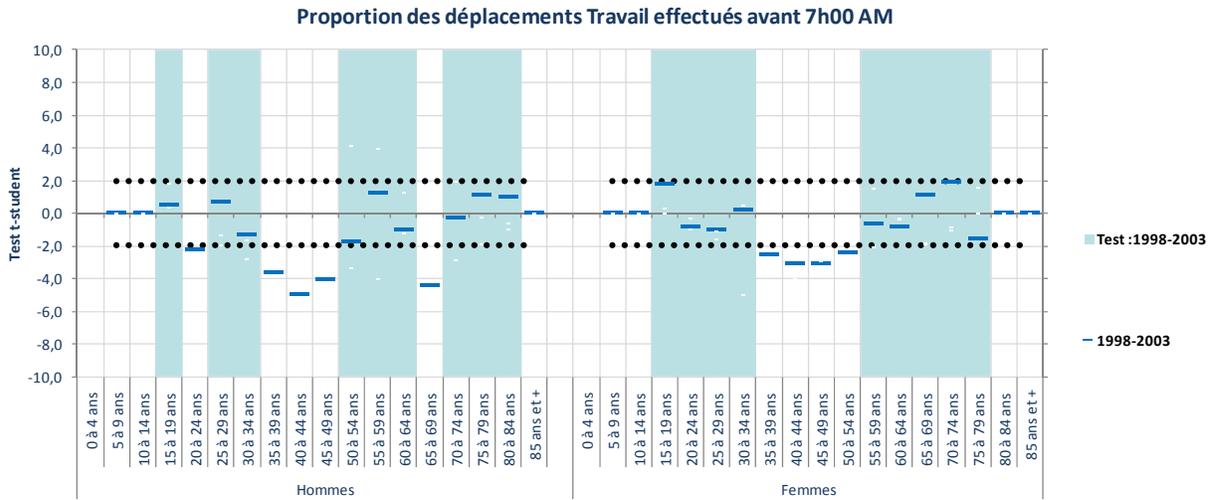
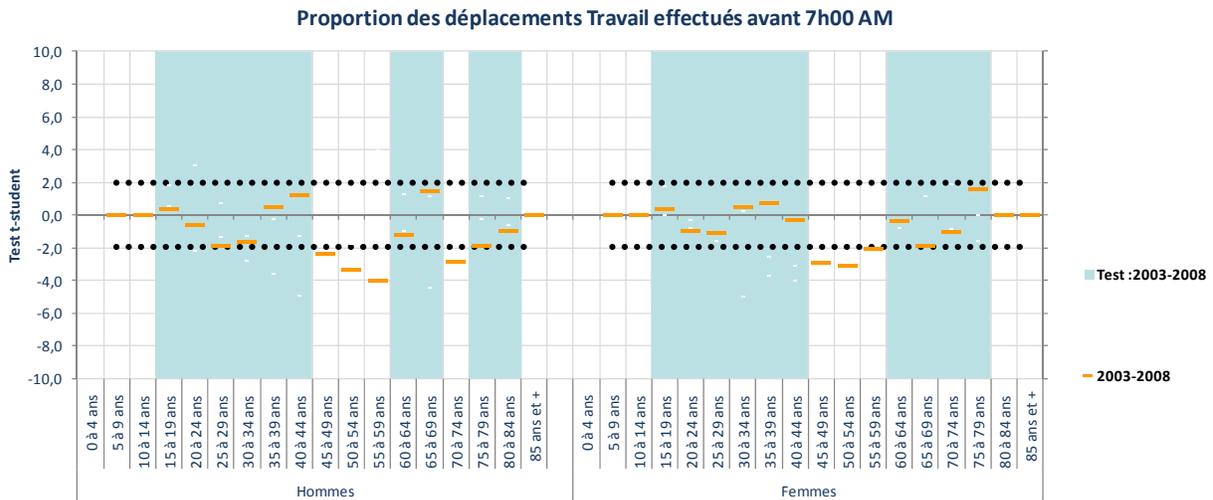


Figure 24. Pourcentage des déplacements travail faits avant 7 h: Tests statistiques de la différence entre 1987 et 1998 ( $t>0$ :  $1987>1998$ ,  $t<0$ :  $1998>1987$ , différences significatives si  $|t|>2.0$ ).



**Figure 25. Pourcentage des déplacements travail faits avant 7 h : Tests statistiques de la différence entre 1998 et 2003 ( $t > 0$ : 1998 > 2003,  $t < 0$ : 2003 > 1998, différences significatives si  $|t| > 2.0$ ).**



**Figure 26. Pourcentage des déplacements travail faits avant 7 h : Tests statistiques de la différence entre 2003 et 2008 ( $t > 0$ : 2003 > 2008,  $t < 0$ : 2008 > 2003, différences significatives si  $|t| > 2.0$ ).**

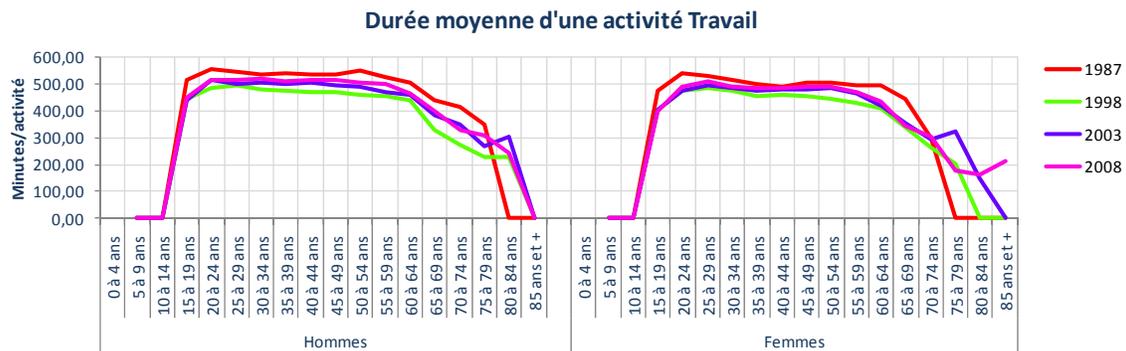
### 2.2.7 Durée moyenne d'une activité travail

Le cinquième indicateur examiné est la durée moyenne d'une activité de type travail. La durée est dérivée des heures de départ de deux déplacements successifs et inclut donc le temps de déplacement vers le lieu d'activité.

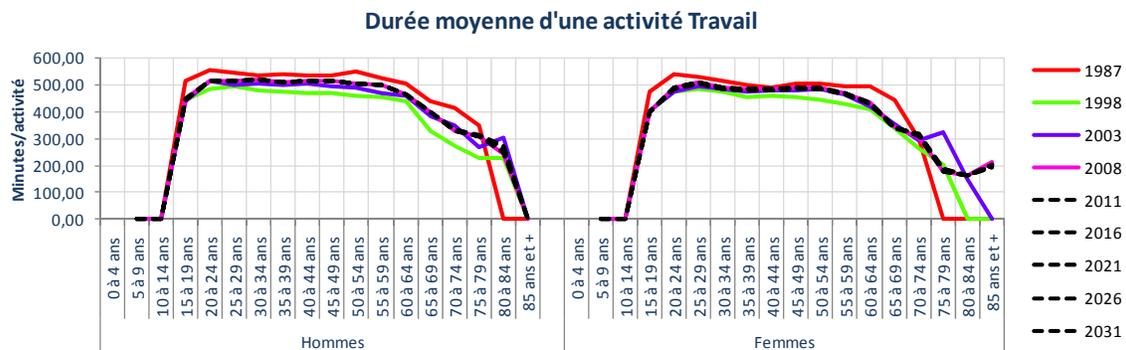
- La Figure 27 présente l'évolution de la durée moyenne d'une activité travail entre 1987 et 2008 pour tous les segments de population. Il y a plusieurs tendances, mais on observe d'abord une diminution de 1987 à 1998 puis une augmentation entre 1998 et 2008.
- La Figure 28 présente le même indicateur, mais incluant aussi les projections jusqu'en

2031. Il est évident que le modèle ne contient aucune tendance sur les durées d'activité puisqu'on observe que les durées moyennes projetées sont similaires à celles de 2008.

- La Figure 29 présente les résultats des tests statistiques permettant d'évaluer si les différences sont significatives entre les hommes et les femmes. De façon généralisée, les durées moyennes des activités travail sont supérieures chez les hommes et les différences sont significatives pour plusieurs cohortes : 15-24 ans, 30-59 ans.
- Les Figure 30, Figure 31 et Figure 32 présentent les résultats des tests statistiques pour les enquêtes successives. De 1987 à 1998, les durées ont significativement diminué pour les actifs (15-69 ans, hommes et femmes). De 1998-2003, les durées ont augmenté pour plusieurs segments: hommes de 30-74 ans et femmes de 25-59 ans. L'augmentation s'est poursuivie pour les hommes de 25-59 ans et quelques cohortes chez les femmes (20-29 ans, 35-39 ans et 45-49 ans). Il faut rappeler que cette durée inclut le temps de déplacement vers l'activité.



**Figure 27. Durée moyenne d'une activité travail (GRM) selon la cohorte et le genre (1987 à 2008)**



**Figure 28. Durée moyenne d'une activité travail (GRM) selon la cohorte et le genre (1987 à 2031)**

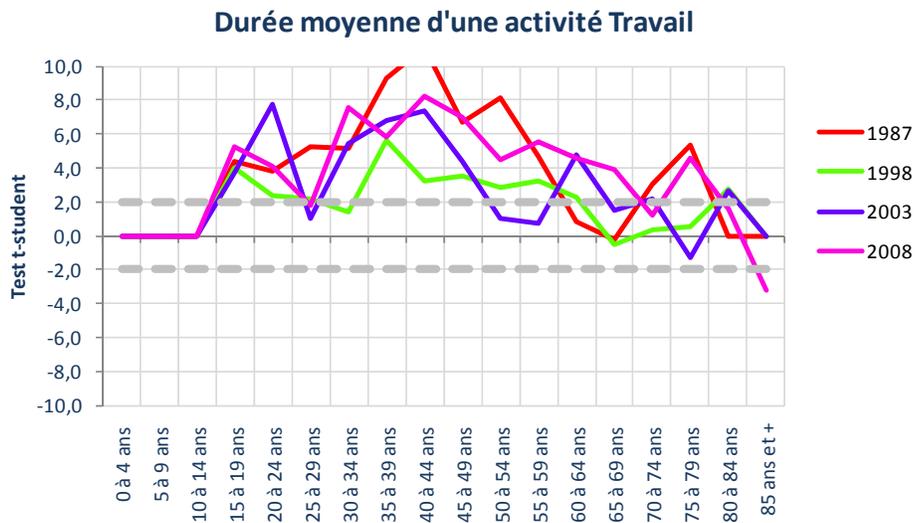


Figure 29. Durée moyenne d'une activité travail: Tests statistiques de la différence entre les hommes et les femmes ( $t > 0$ :  $H > F$ ,  $t < 0$ :  $F > H$ , différences significatives si  $|t| > 2.0$ ).

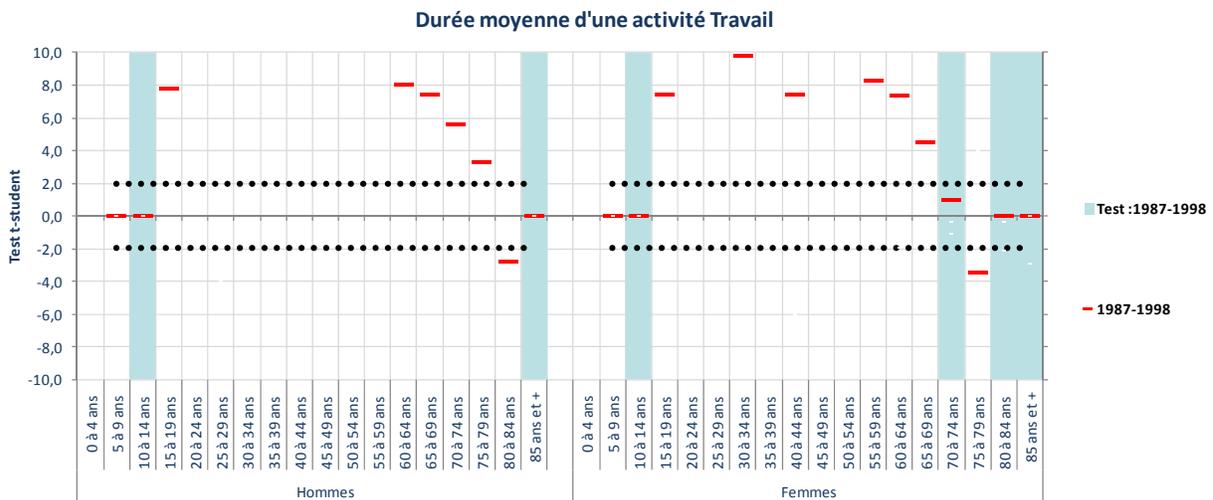
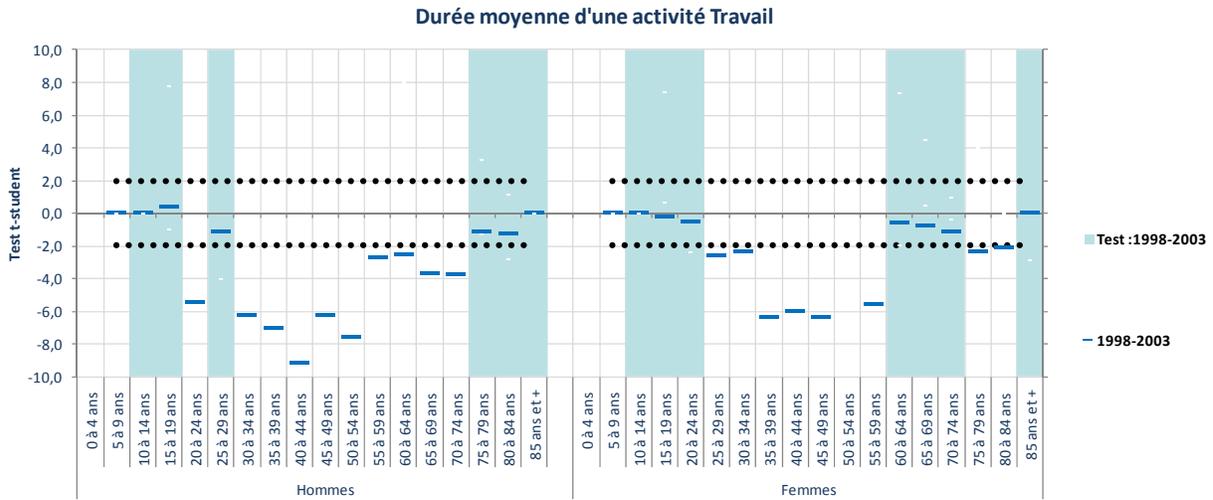
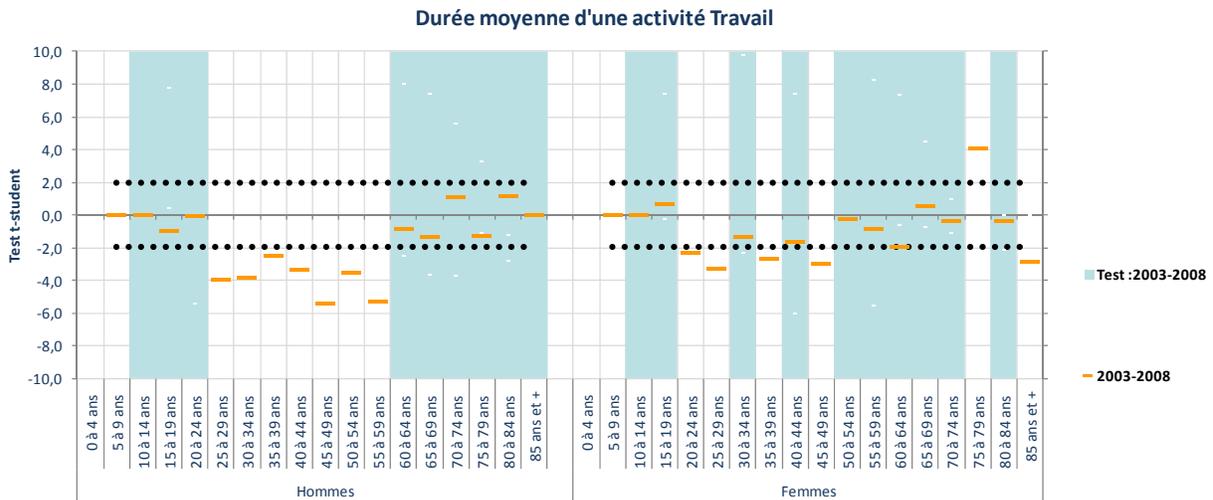


Figure 30. Durée moyenne d'une activité travail: Tests statistiques de la différence entre 1987 et 1998 ( $t > 0$ :  $1987 > 1998$ ,  $t < 0$ :  $1998 > 1987$ , différences significatives si  $|t| > 2.0$ ).



**Figure 31. Durée moyenne d'une activité travail: Tests statistiques de la différence entre 1998 et 2003 ( $t > 0$ : 1998 > 2003,  $t < 0$ : 2003 > 1998, différences significatives si  $|t| > 2.0$ ).**



**Figure 32. Durée moyenne d'une activité travail: Tests statistiques de la différence entre 2003 et 2008 ( $t > 0$ : 2003 > 2008,  $t < 0$ : 2008 > 2003, différences significatives si  $|t| > 2.0$ ).**

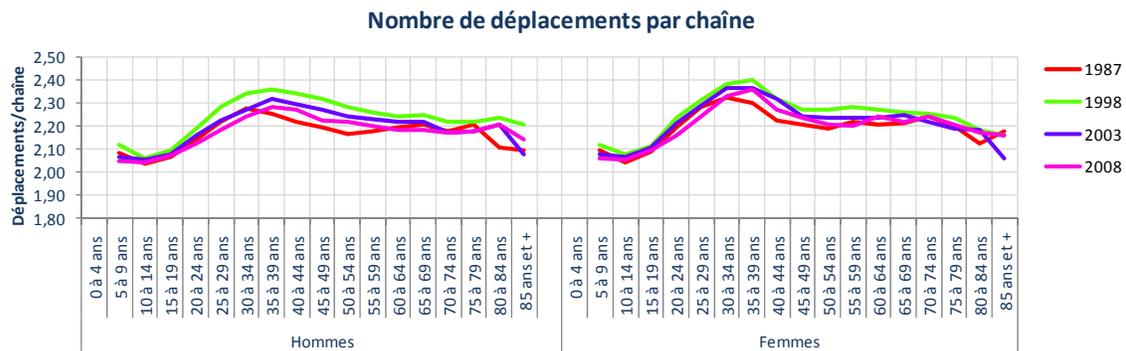
## 2.2.8 Complexité des chaînes (nombre de déplacements par chaîne)

Le sixième indicateur étudié est la complexité moyenne des chaînes de déplacement c.-à-d. le nombre moyen de déplacements par chaîne.

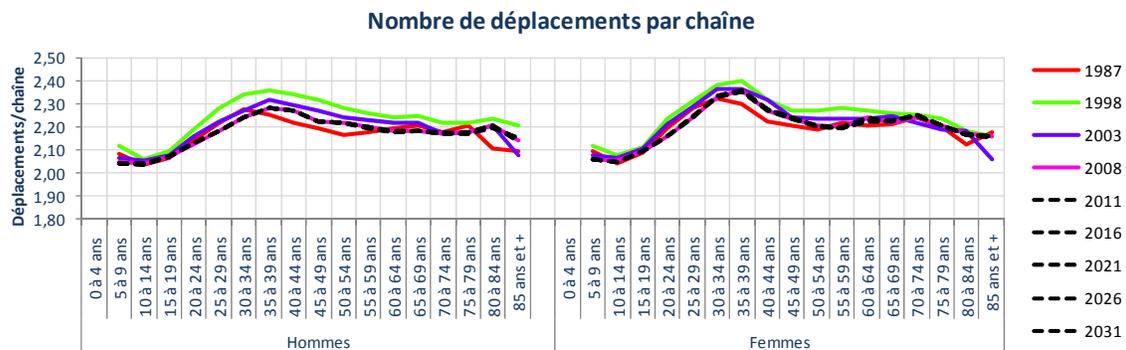
- La Figure 33 présente l'évolution de la complexité des chaînes de déplacement sur 20 ans. La complexité a d'abord augmenté de 1987 à 1998 puis a diminué de 1998 à 2008.
- La Figure 34 présente le même indicateur en incluant la complexité projetée jusqu'en 2031. Comme le modèle de prévision s'appuie sur le plus récent fichier de déplacements et ne modifie pas les systèmes d'activités, il n'y a pas de modification de la composition

des chaînes de déplacements. L'indicateur ne change pas entre 1998 et 2031.

- La Figure 35 présente les différences entre hommes et femmes. Celles-ci sont significatives pour certaines cohortes notamment les femmes de 15-39 ans dont la complexité est supérieure à celle des hommes. En 2008, la complexité chez les femmes de 60-74 ans est aussi supérieure.
- Les Figure 36, Figure 37 et Figure 38 présentent les résultats des tests statistiques pour les enquêtes successives. De 1987 à 1998, la complexité des chaînes de déplacement a augmenté pour une grande partie de la population soit les 5-69 ans, hommes et femmes. À partir de 1998, la complexité a diminué pour plusieurs cohortes, notamment chez les hommes (15-54 ans). Il y a eu moins d'évolution chez les femmes, mais lorsqu'il y en a eu, c'était aussi une diminution qui était observée (45-64 ans). De 2003-2008, il y a encore eu diminution de la complexité pour certaines cohortes: les hommes de 20-39 ans et 45-69 ans et les femmes de 20-34 ans, 40-44 ans et 50-59 ans.



**Figure 33. Déplacements par chaîne (GRM) selon la cohorte et le genre (1987 à 2008)**



**Figure 34. Déplacements par chaîne (GRM) selon la cohorte et le genre (1987 à 2031)**

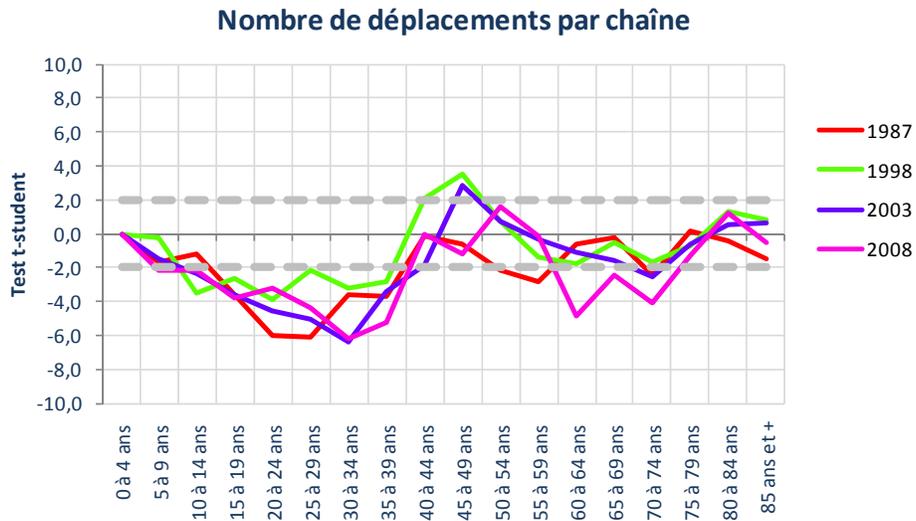


Figure 35. Déplacements par chaîne: Tests statistiques de la différence entre les hommes et les femmes ( $t > 0$ :  $H > F$ ,  $t < 0$ :  $F > H$ , différences significatives si  $|t| > 2.0$ ).

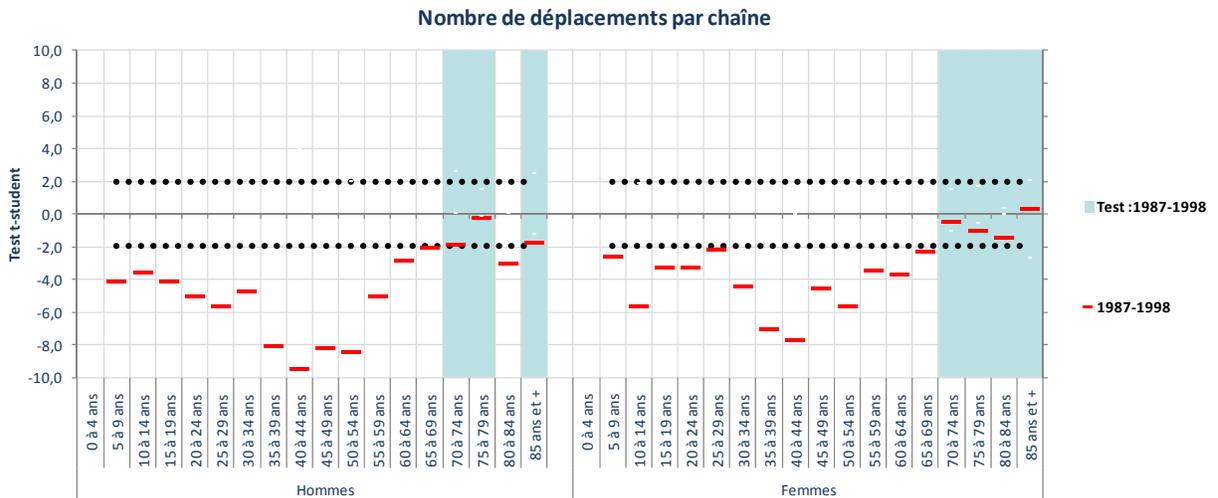
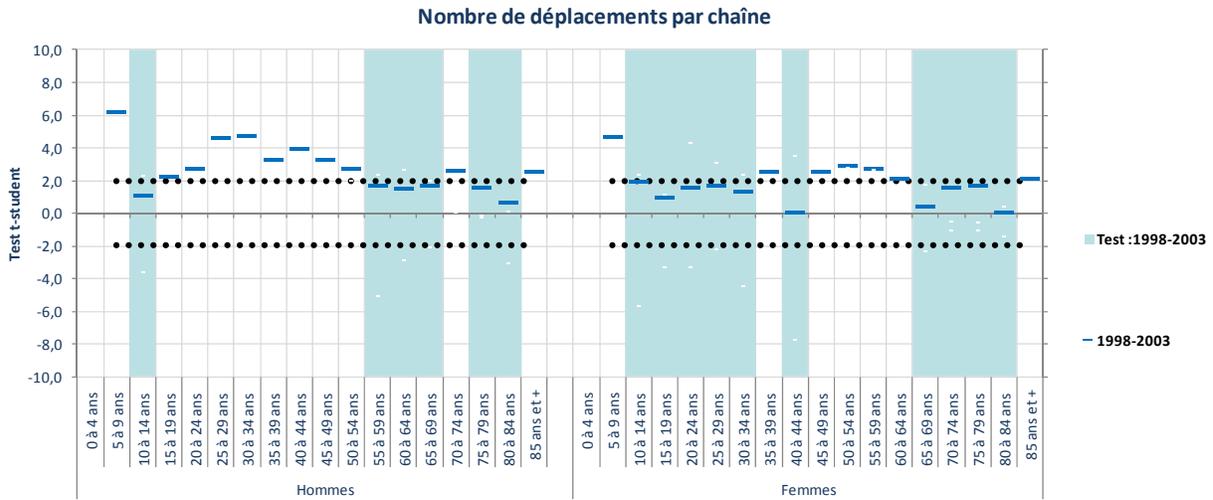
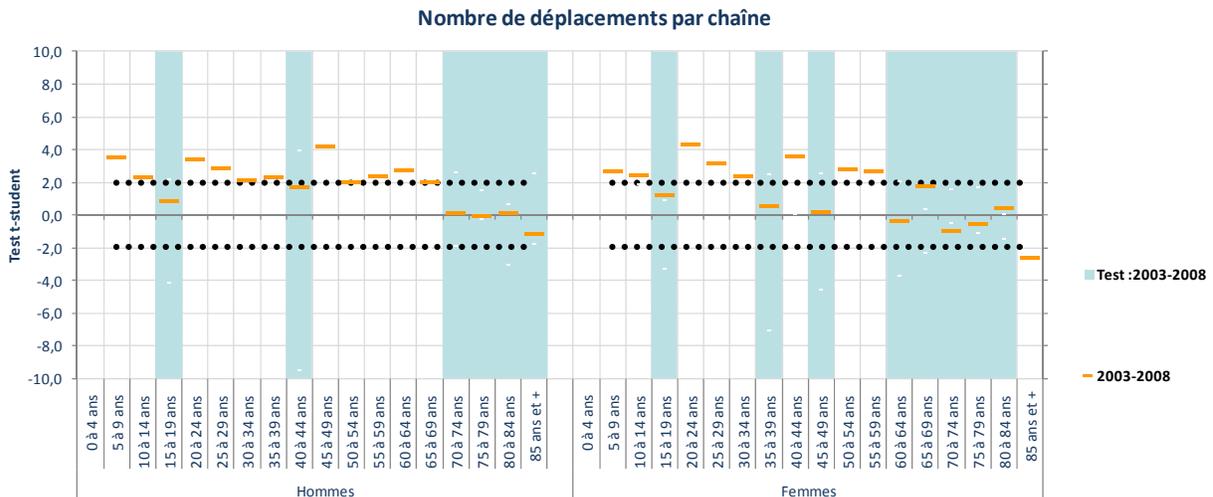


Figure 36. Déplacements par chaîne: Tests statistiques de la différence entre 1987 et 1998 ( $t > 0$ :  $1987 > 1998$ ,  $t < 0$ :  $1998 > 1987$ , différences significatives si  $|t| > 2.0$ ).



**Figure 37. Déplacements par chaîne: Tests statistiques de la différence entre 1998 et 2003 ( $t > 0$ :  $1998 > 2003$ ,  $t < 0$ :  $2003 > 1998$ , différences significatives si  $|t| > 2.0$ ).**



**Figure 38. Déplacements par chaîne: Tests statistiques de la différence entre 2003 et 2008 ( $t > 0$ :  $2003 > 2008$ ,  $t < 0$ :  $2008 > 2003$ , différences significatives si  $|t| > 2.0$ ).**

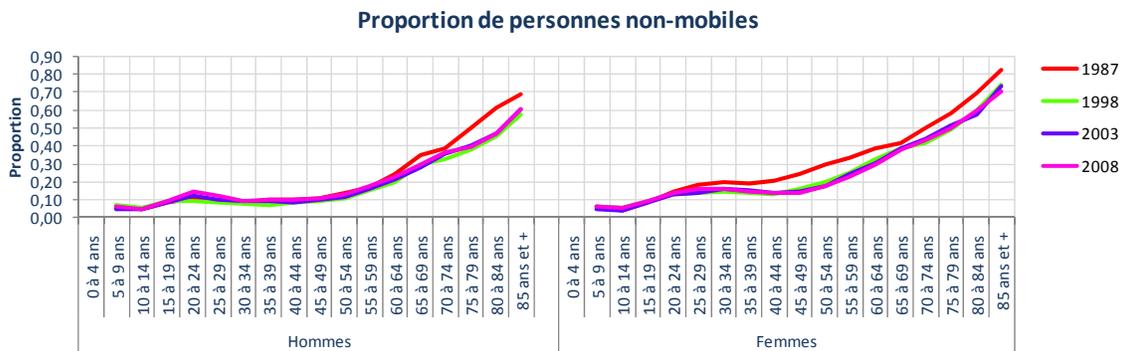
## 2.2.9 Proportion de personnes non mobiles

La proportion de personnes n'effectuant aucun déplacement lors d'un jour moyen de semaine est ensuite examinée.

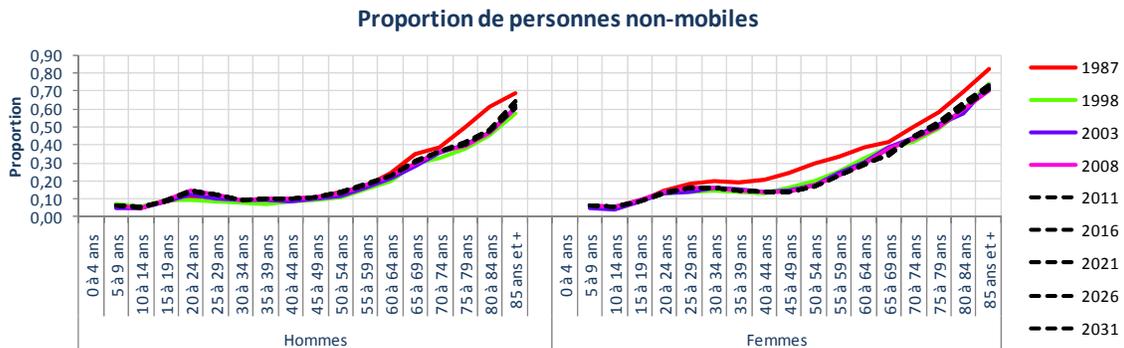
- La Figure 39 présente l'évolution de cet indicateur de 1987 à 2008. On observe une diminution de la non-mobilité, principalement chez les femmes et les personnes plus âgées entre 1987 et 1998. Une stagnation est ensuite observée pour les enquêtes suivantes.
- La Figure 40 présente le même indicateur, mais en incluant les résultats des projections

jusqu'en 2031. Les proportions sont assez semblables à ce qui était observé en 2008. Le modèle suit la stagnation de l'indicateur à partir de 1998. Les prévisions semblent prévoir une légère augmentation de la non-mobilité chez les personnes âgées.

- La Figure 41 présente les résultats des tests statistiques portant sur la significativité des différences hommes-femmes. Ces différences sont significatives pour une grande partie de la population soit les 25 ans et plus, et ce pour toutes les années observées. Le pourcentage de personnes non mobiles est systématiquement plus élevé chez les femmes pour toutes ces cohortes.



**Figure 39. Proportion de personnes non-mobiles (GRM) selon la cohorte et le genre (1987 à 2008)**



**Figure 40. Proportion de personnes non-mobiles (GRM) selon la cohorte et le genre (1987 à 2031)**

- Les Figure 42, Figure 43 et Figure 44 présentent les résultats des tests statistiques pour les enquêtes successives. De 1987 à 1998, le pourcentage de personnes non mobiles a diminué chez les hommes (30-54 ans et 60 ans et plus) et chez les femmes (20 ans et plus). De 1998 à 2003, le pourcentage de non-mobiles a continué à diminuer pour les jeunes hommes (5-19 ans), mais a augmenté pour les 20-39 ans. Il est demeuré constant pour les autres cohortes d'hommes. Chez les femmes, il y a eu moins de changement. Une diminution est observée pour les jeunes (5-14 ans) et les 50-54 ans. De 2003 à 2008,

il y a quelques changements significatifs : chez les hommes, augmentation pour les 5-9 ans, 20-29 ans, 40-59 ans et chez les femmes, augmentation chez les 5-14 ans et les 25-29 ans. Beaucoup moins de changement chez les femmes dans les derniers 5 ans.

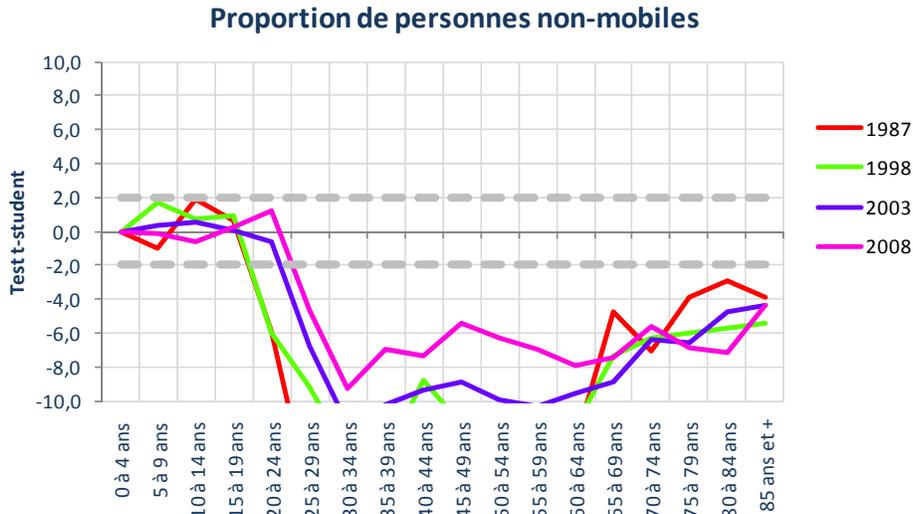


Figure 41. Proportion de personnes non mobiles: Tests statistiques de la différence entre les hommes et les femmes ( $t > 0$ :  $H > F$ ,  $t < 0$ :  $F > H$ , différences significatives si  $|t| > 2.0$ ).

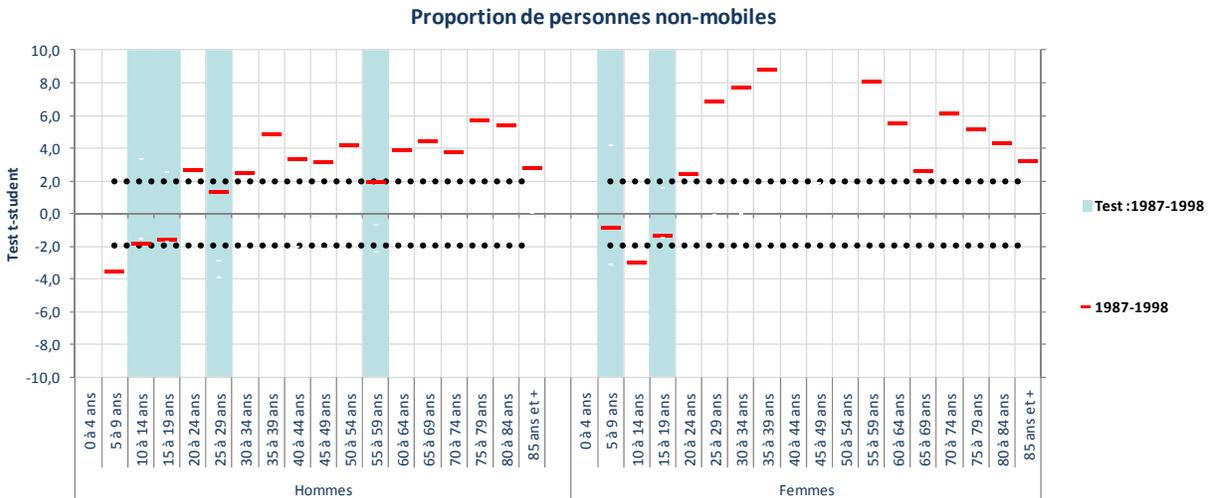
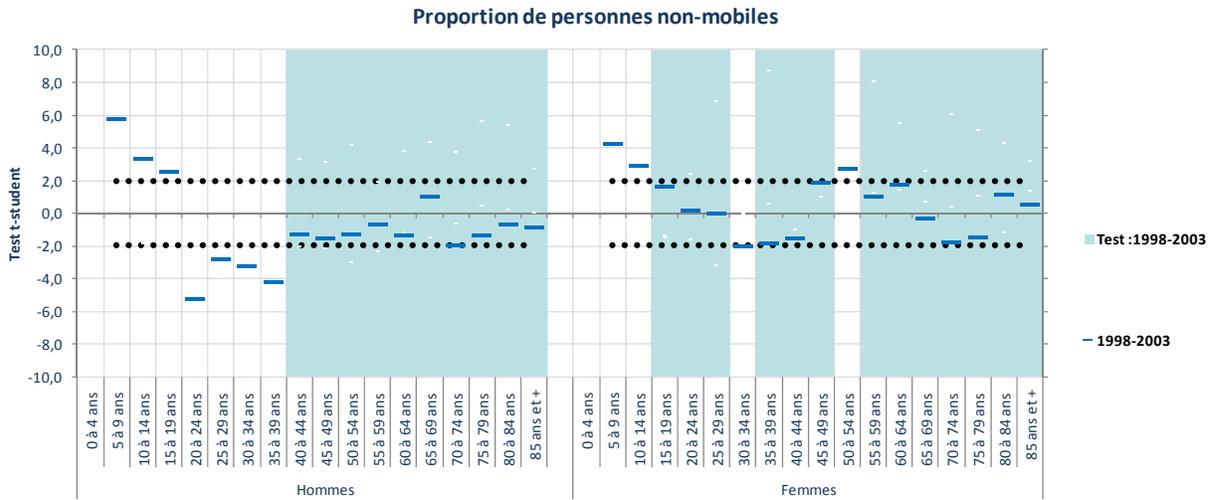
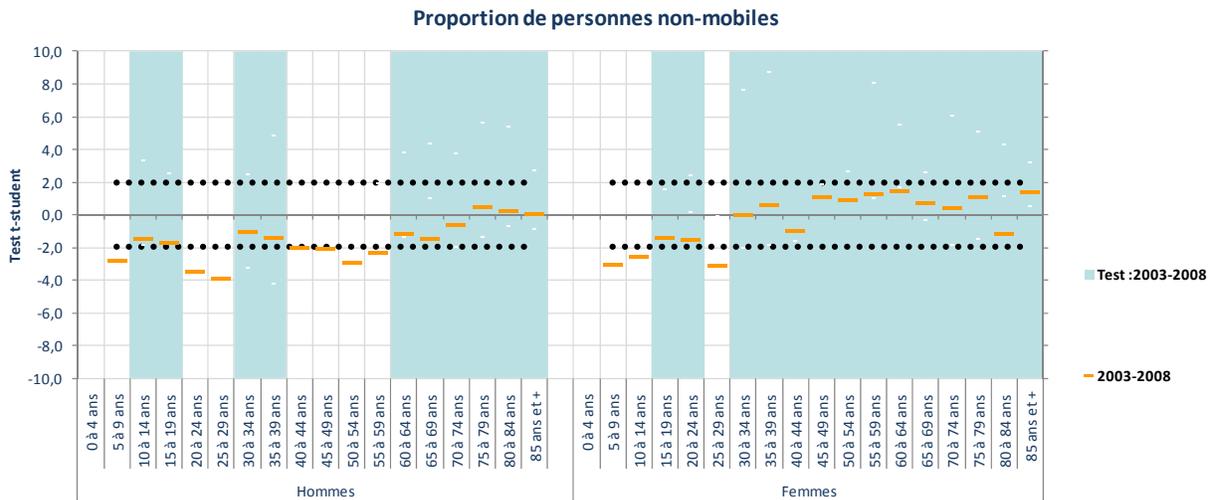


Figure 42. Proportion de personnes non mobiles: Tests statistiques de la différence entre 1987 et 1998 ( $t > 0$ :  $1987 > 1998$ ,  $t < 0$ :  $1998 > 1987$ , différences significatives si  $|t| > 2.0$ ).



**Figure 43. Proportion de personnes non-mobiles : Tests statistiques de la différence entre 1998 et 2003 ( $t > 0$ : 1998 > 2003,  $t < 0$ : 2003 > 1998, différences significatives si  $|t| > 2,0$ ).**



**Figure 44. Proportion de personnes non-mobiles : Tests statistiques de la différence entre 2003 et 2008 ( $t > 0$ : 2003 > 2008,  $t < 0$ : 2008 > 2003, différences significatives si  $|t| > 2,0$ ).**

### 2.2.10 Évolution des systèmes quotidiens d'activités

D'autres analyses rétrospectives ont porté sur les systèmes quotidiens d'activités des personnes c.-à-d. les combinaisons de chaînes lors d'un jour typique de semaine (1 chaîne simple, 1 chaîne complexe, deux chaînes simples, etc.). Les figures qui suivent présentent l'évolution des principaux systèmes d'activités sur 20 ans, pour les hommes et les femmes, par cohorte de 5 ans. Il est évident qu'une majorité de personnes n'effectuent qu'une chaîne simple de déplacements par jour. C'est le système le plus fréquent, et ce pour l'ensemble des cohortes. Le Tableau 4 confirme ce qui était évident sur les figures. En 2008, c'est plus de 68 % des personnes, hommes

ou femmes, qui n'effectuent qu'une chaîne simple par jour. Cette proportion est plus importante que ce qui était observé en 1987. En outre, les personnes faisant 2 chaînes simples par jour représentent en 2008 une part moins importante de la population qu'en 1987.

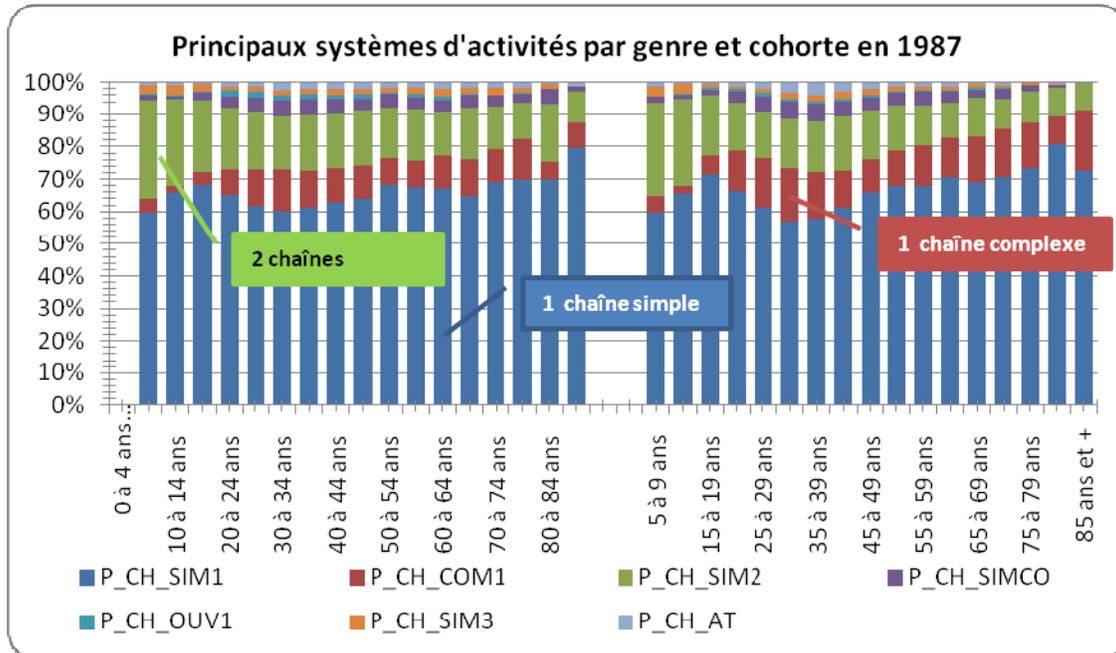


Figure 45. Principaux systèmes d'activités par genre et cohorte en 1987

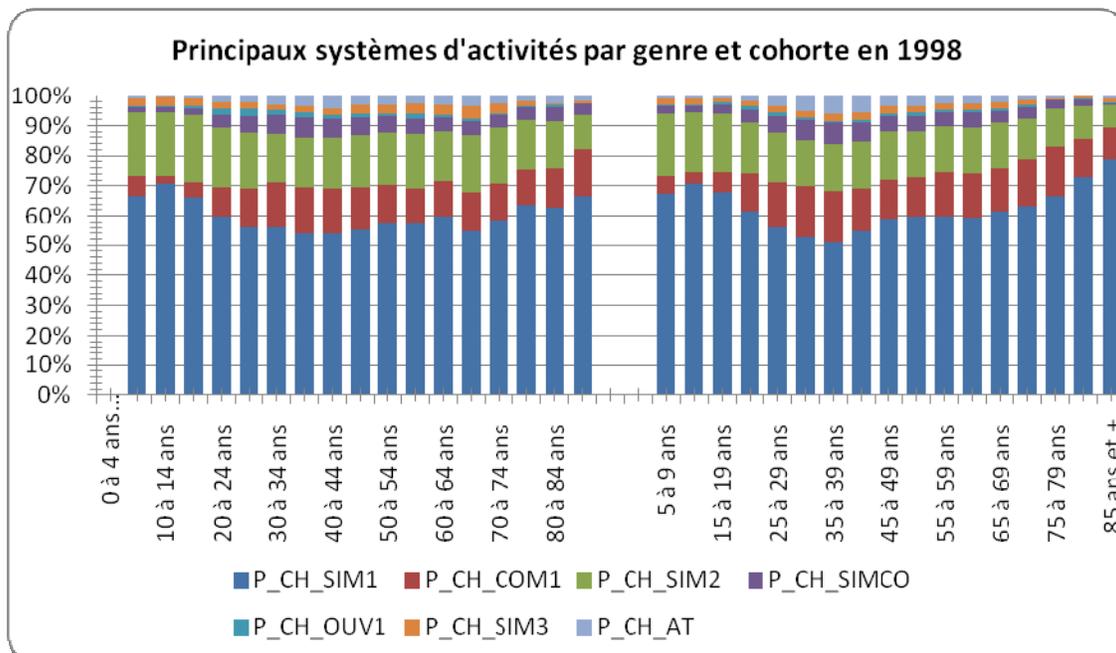
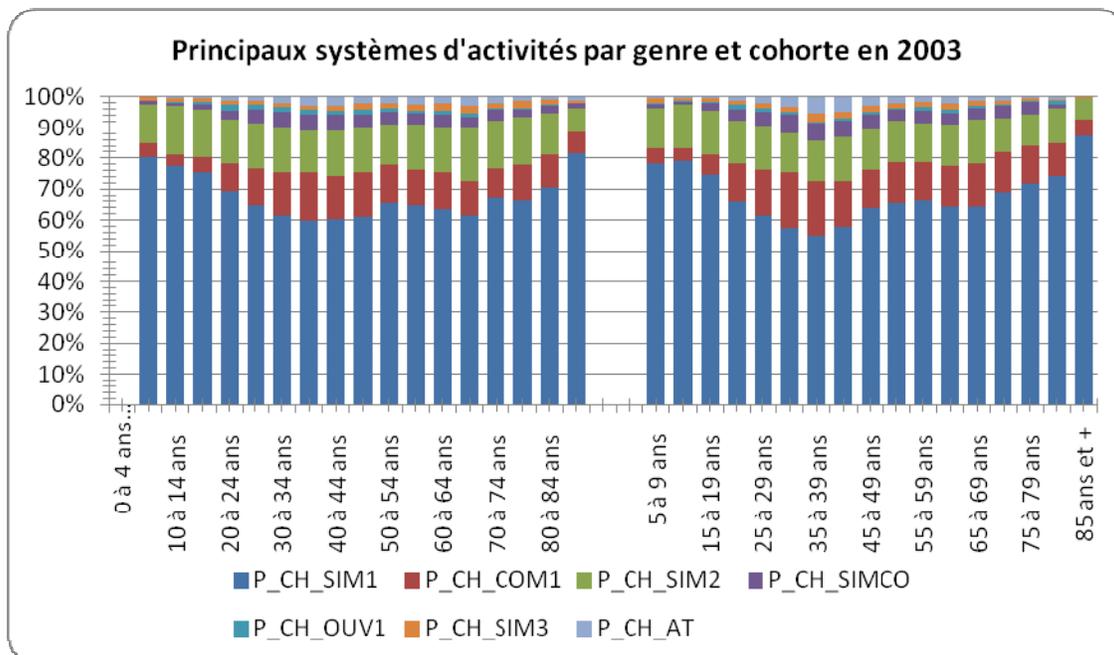
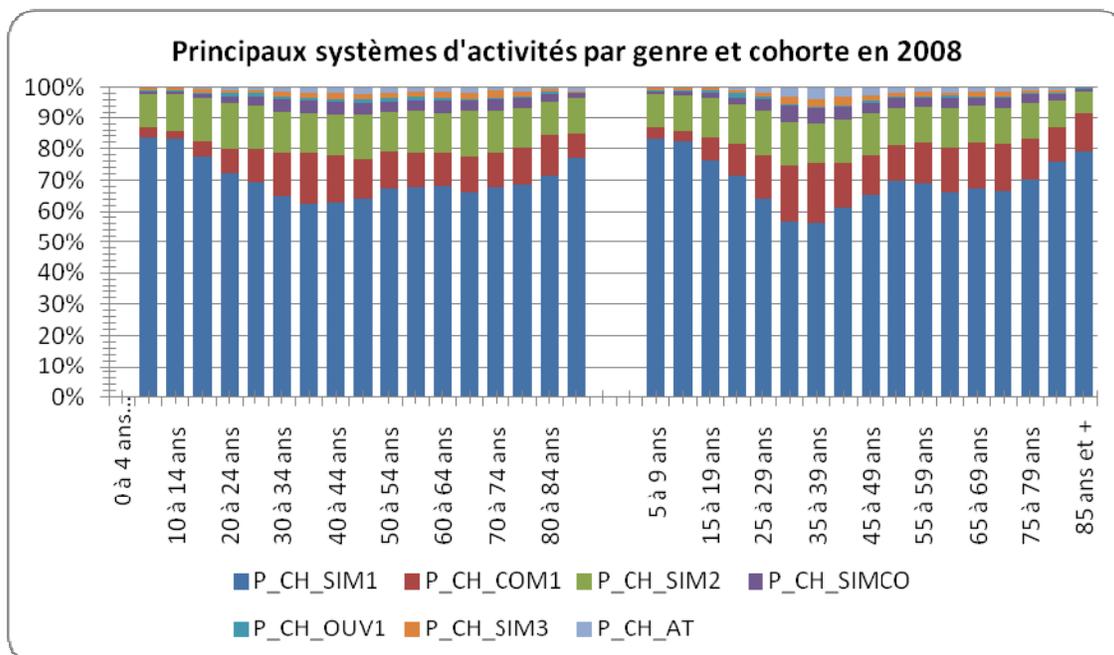


Figure 46. Principaux systèmes d'activités par genre et cohorte en 1998



**Figure 47. Principaux systèmes d'activités par genre et cohorte en 2003**



**Figure 48. Principaux systèmes d'activités par genre et cohorte en 2008**

**Tableau 4. Synthèse de l'évolution des principaux systèmes d'activités quotidiens**

	1 chaîne simple		1 chaîne complexe		2 chaînes simples	
	Hommes	Femmes	Hommes	Femmes	Hommes	Femmes
1987	64,4 %	64,4 %	8,8 %	11,2 %	18,6 %	16,5 %
1998	59,2 %	60,0 %	11,5 %	12,8 %	18,3 %	16,5 %
2003	66,6 %	65,7 %	10,7 %	12,2 %	14,6 %	13,5 %
2008	69,9 %	68,4 %	10,3 %	11,9 %	13,3 %	12,7 %

### 2.2.11 Proportion de personnes n'effectuant qu'une chaîne simple par jour

Si l'on regarde plus spécifiquement la proportion de personnes n'effectuant qu'une chaîne simple lors d'un jour moyen d'automne, on remarque les éléments suivants :

- La Figure 49 indique que le pourcentage de personnes n'effectuant qu'une chaîne simple par jour a augmenté pour plusieurs cohortes sur une période de 20 ans.
- La Figure 50, qui intègre les estimations faites avec les fichiers de projection, semble indiquer que cette proportion est considérée constante et similaire au fichier de référence (2008 dans ce cas-ci).
- La Figure 51 présente les résultats des tests des différences entre hommes et femmes. Les différences sont significatives pour quelques segments: soit les 25-39 ans pour lesquels les hommes sont, proportionnellement, plus nombreux à n'effectuer qu'une chaîne simple par jour.
- Les trois figures qui suivent (Figure 52, Figure 53, Figure 54) démontrent que de 1987 à 1998, le pourcentage de personnes n'effectuant qu'une chaîne simple par jour a diminué pour les moins de 80 ans, hommes et femmes. Ensuite, comme pour plusieurs autres indicateurs, la tendance s'infléchit et repart à la hausse pour les 10 années qui suivent. De 1998 à 2003, la proportion de personnes n'effectuant qu'une chaîne simple augmente pour les moins de 75 ans. De 2003 à 2008, les changements sont moins importants, mais sont encore à la hausse lorsque significatifs (hommes 5-49 ans et 55-69 ans et femmes de 5-14 ans, 20-29 ans et 50-59 ans).

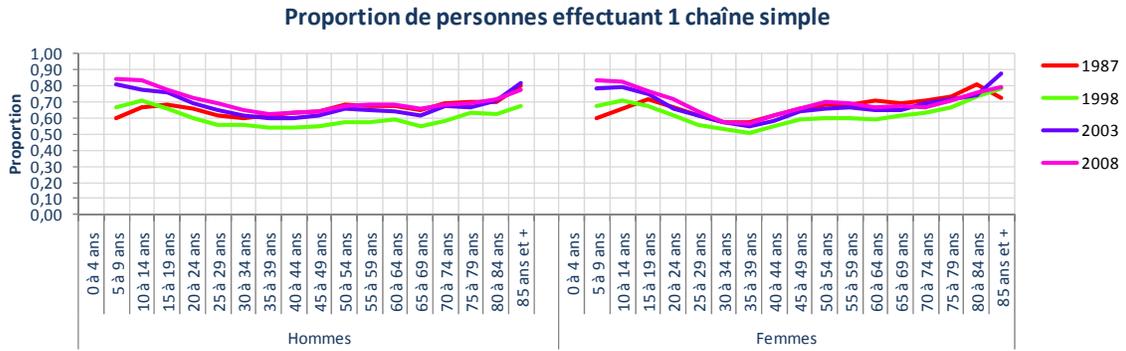


Figure 49. Proportion de personnes ne faisant qu'une chaîne simple par jour (GRM) selon la cohorte et le genre (1987 à 2008)

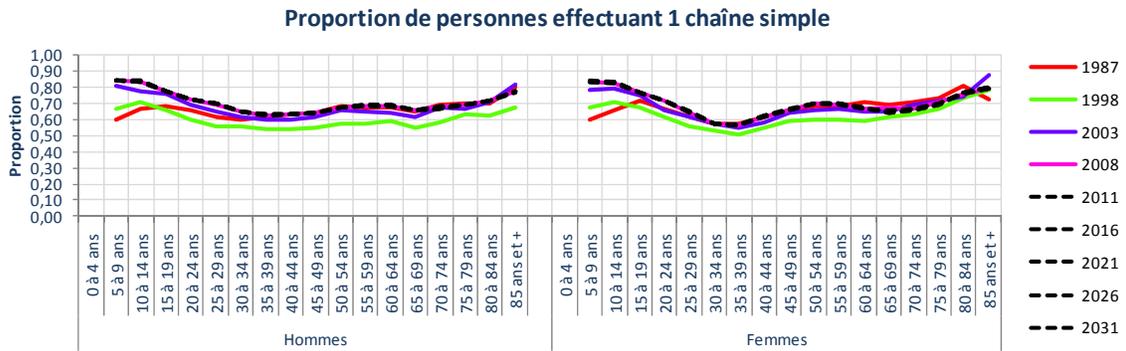


Figure 50. Proportion de personnes ne faisant qu'une chaîne simple par jour (GRM) selon la cohorte et le genre (1987 à 2031)

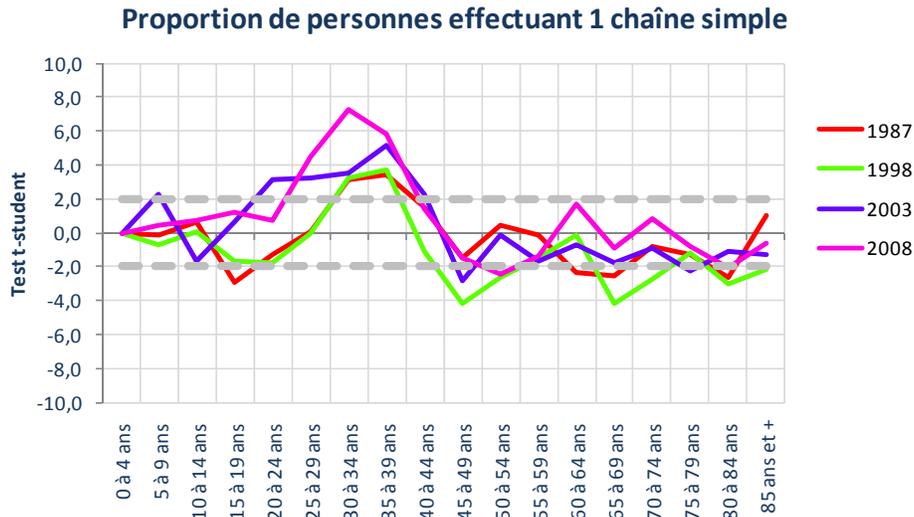


Figure 51. Proportion de personnes ne faisant qu'une chaîne simple par jour (GRM): Tests statistiques de la différence entre les hommes et les femmes ( $t > 0$ :  $H > F$ ,  $t < 0$ :  $F > H$ , différences significatives si  $|t| > 2.0$ ).

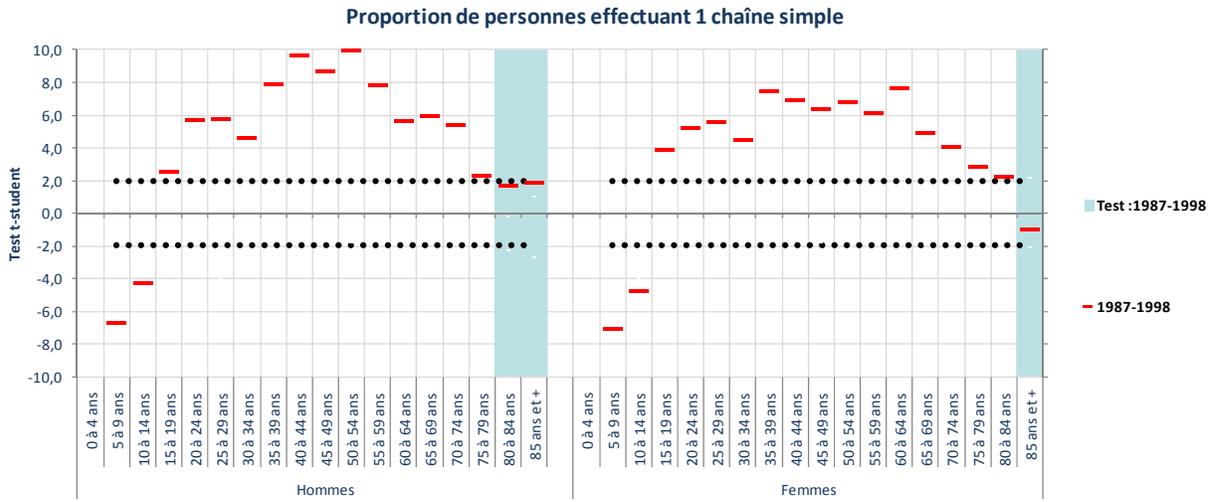


Figure 52. Proportion de personnes ne faisant qu'une chaîne simple par jour (GRM): Tests statistiques de la différence entre 1987 et 1998 ( $t > 0$ : 1987 > 1998,  $t < 0$ : 1998 > 1987, différences significatives si  $|t| > 2.0$ ).

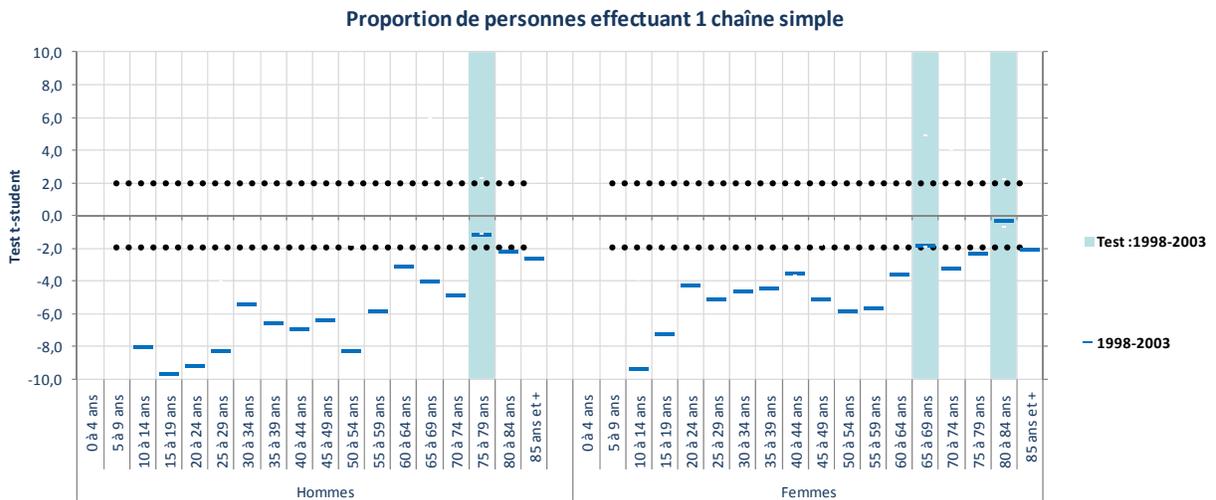
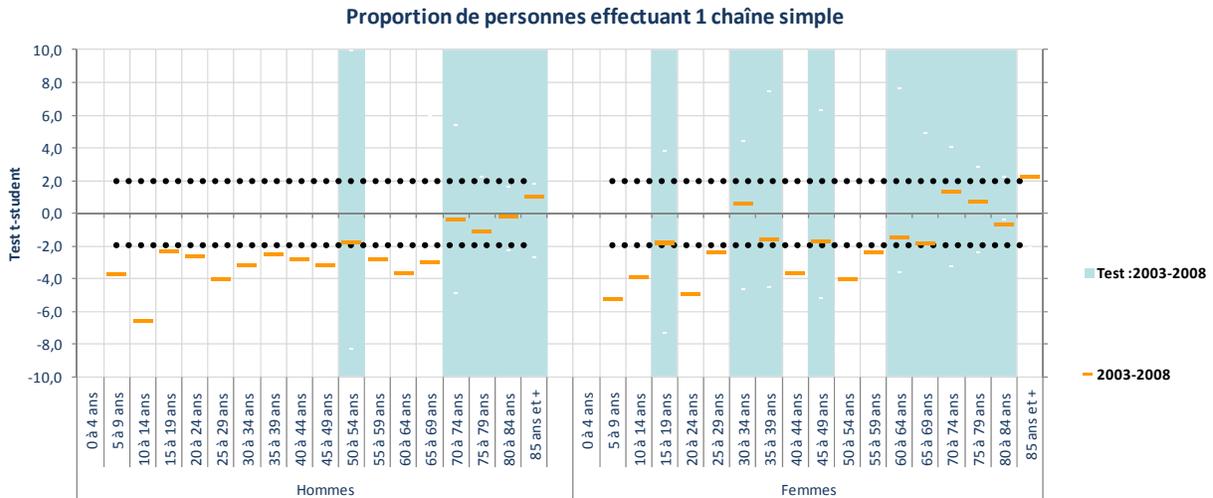


Figure 53. Proportion de personnes ne faisant qu'une chaîne simple par jour (GRM): Tests statistiques de la différence entre 1998 et 2003 ( $t > 0$ : 1998 > 2003,  $t < 0$ : 2003 > 1998, différences significatives si  $|t| > 2.0$ ).



**Figure 54. Proportion de personnes ne faisant qu'une chaîne simple par jour (GRM): Tests statistiques de la différence entre 2003 et 2008 ( $t > 0$ : 2003 > 2008,  $t < 0$ : 2008 > 2003, différences significatives si  $|t| > 2.0$ ).**

### 2.3 Synthèse

Plusieurs tendances sont observées sur 20 ans, souvent avec un inversement après 1998 :

- La part modale du transport en commun a d'abord diminué de façon importante entre 1987 et 1998. Ensuite, différentes tendances sont observées entre 1998 et 2008, notamment une augmentation de cette part modale entre 2003 et 2008 pour une bonne partie de la population active. Les différences hommes/femmes demeurent significatives.
- La distribution temporelle des heures de départ, partiellement reflétée par la proportion de départs pour motif travail qui s'effectuent avant 7 h, s'est modifiée pour plusieurs segments de la population active. Dans les 10 dernières années, c'est une augmentation qui est observée chez plusieurs cohortes (hommes et femmes) ce qui traduit sans doute l'étalement des pointes en raison des conditions changeantes de circulation. On observe aussi une diminution du pourcentage de départs pour le travail s'effectuant après 9 h, une augmentation de la proportion de départs pour motif études s'effectuant avant 7 h pour les 5-24 ans et une diminution de ceux après 9 h ainsi qu'une augmentation de la proportion de retour s'effectuant après 18 h de 1987 à 2003 pour les 25-54 ans.
- La durée moyenne des activités (qui inclut les temps de déplacement vers les activités) s'est modifiée à travers le temps. Les durées moyennes des activités travail et études ont d'abord diminué entre 1987 et 1998 puis ont augmenté de 1998 à 2008. Un constat

similaire peut être posé pour la durée moyenne des activités magasinage sauf que les différences entre 2003 et 2008 ne sont pas significatives pour celles-ci. Les différences entre les hommes et les femmes sont significatives pour le travail et le magasinage.

### 3 TASHA - rappel

#### 3.1 Contexte : modèle intégré ILUTE

Le modèle ILUTE (Integrated Land Use, Transportation, Environment) est développé par un compendium de chercheurs de l'Université de Toronto, sous la direction du Pr Éric Miller. Il s'agit d'un modèle de microsimulation basé agents qui s'articule autour de plusieurs modules, notamment le module TASHA de génération de programmes quotidiens d'activités. La structure générale du modèle ILUTE est présentée à la Figure 55.

Bien qu'il puisse être utilisé indépendamment, TASHA s'intègre dans le cadre conceptuel d'ILUTE et permet de générer des programmes quotidiens d'activités pour les personnes et ménages. Il interagit avec un modèle de choix modal qui tient explicitement compte des activités réalisées conjointement par certains membres des ménages.

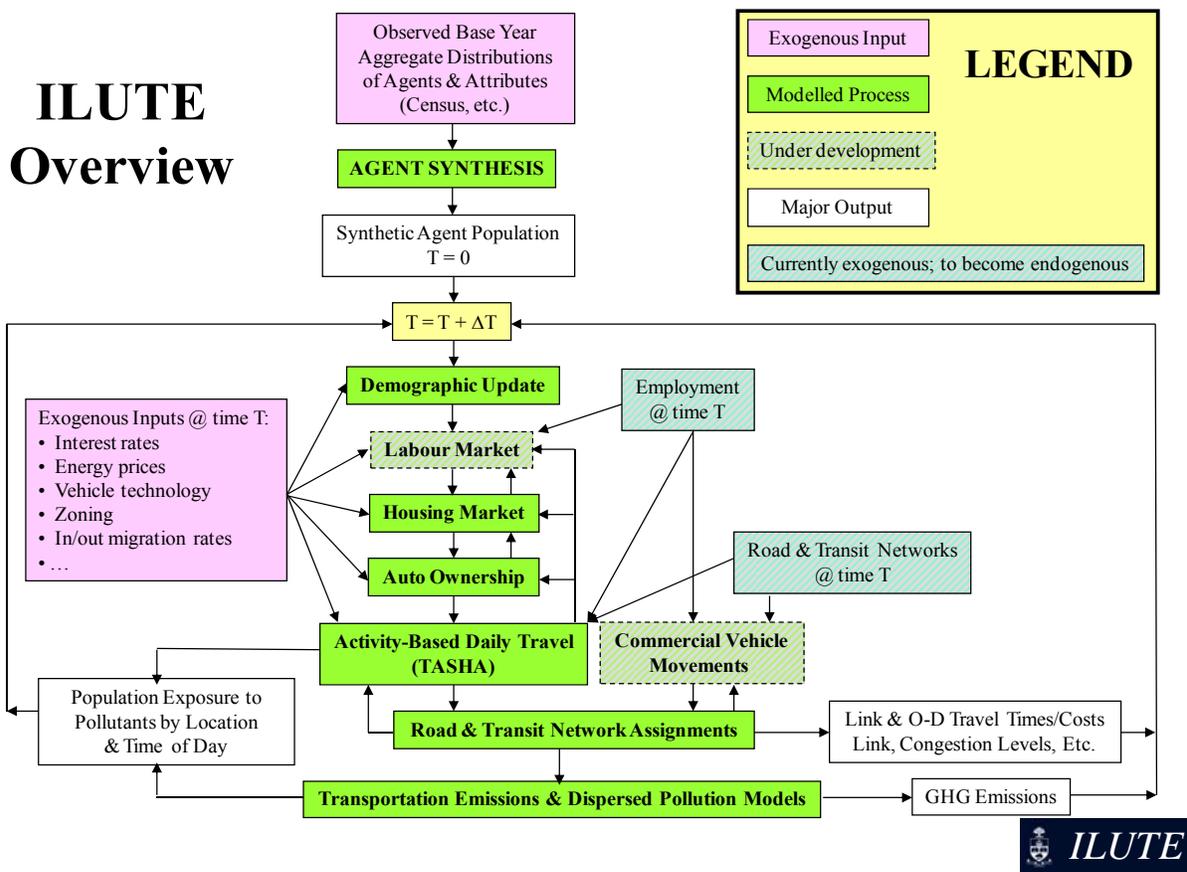


Figure 55. Aperçu général de la structure du modèle ILUTE

### 3.2 Objectifs et attributs

TASHA est un module permettant de générer des programmes d'activités réalisables pour un ensemble d'individus. Il a comme objectif principal de répliquer, par modèle, la séquence de décisions prises par les membres d'un ménage lors de la préparation de leur programme quotidien d'activités (aller travailler, étudier, magasiner, etc.).

Son développement s'est appuyé sur les données de l'enquête TTS (Tomorrow Transportation Survey) de 1996. Les principaux attributs du modèle opérationnel sont les suivants (Miller et Roorda, 2003):

- Il s'appuie sur le concept de **projet** pour organiser les épisodes d'activités au sein d'horaires quotidiens pour les personnes et ménages;
- Il s'appuie sur des ménages de type **agents** interactifs;
- Il s'agit d'une **microsimulation** sur un échantillon de 5 % de la population de la grande région de Toronto;
- Il a été développé selon des techniques de **programmation orientée objet** (La Figure 56 présente la structure orientée-objet des classes du modèle);
- Il suppose des projets larges et des types d'épisodes;
- Il suppose que les décisions du ménage autres que celles liées aux programmes d'activités sont exogènes.

La Figure 56 présente la structure orientée-objet des classes du modèle.

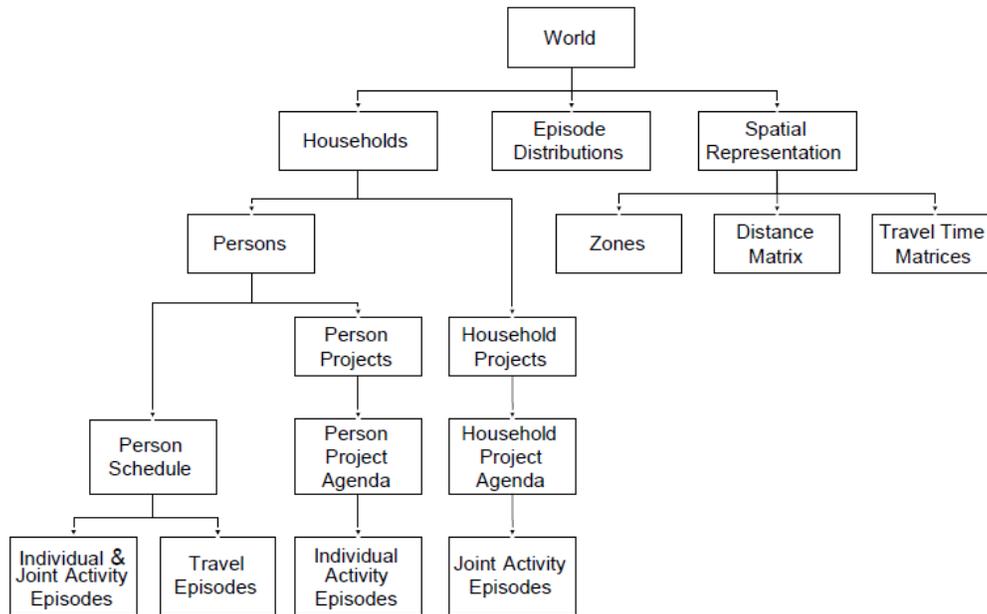


Figure 56. Structure orientée-objet des classes du modèle (Roorda et Miller, 2003)

### 3.3 Structure de modélisation

TASHA, le générateur de programmes d'activités, construit des horaires quotidiens d'activités pour chaque personne, ce qui implique trois tâches principales:

- la **génération d'activités individuelles ou collectives** (impliquant d'autres personnes du ménage, par exemple);
- le **choix du lieu** pour la réalisation de ces activités : connu pour les activités contraintes (travail, étude → lieu habituel déclaré lors des enquêtes ménages ou information produite par un modèle de synthèse de population) et déterminé par un modèle d'entropie (qui considère le lieu de résidence, d'occupation et l'attractivité des zones) pour les déplacements autres motifs;
- la génération d'un **horaire réalisable** d'activités quotidiennes, ce qui peut impliquer le décalage de certaines activités dans le temps ou le changement de la durée initialement prévue (pour résoudre les conflits) et, par le fait même, la création de chaînes de déplacements pour chaque personne (pour la réalisation des activités hors domicile).

Un module de choix modal exploite ensuite les résultats du générateur d'activités et fait l'allocation des outils de mobilité (les véhicules) aux membres du ménage, l'identification des déplacements faits en covoiturage et l'attribution d'un mode de transport aux déplacements

d'une chaîne (module de choix modal). La figure suivante schématise les principales étapes de TASHA ainsi que son interaction avec d'autres modules (modules d'ILUTE ou autres modèles).

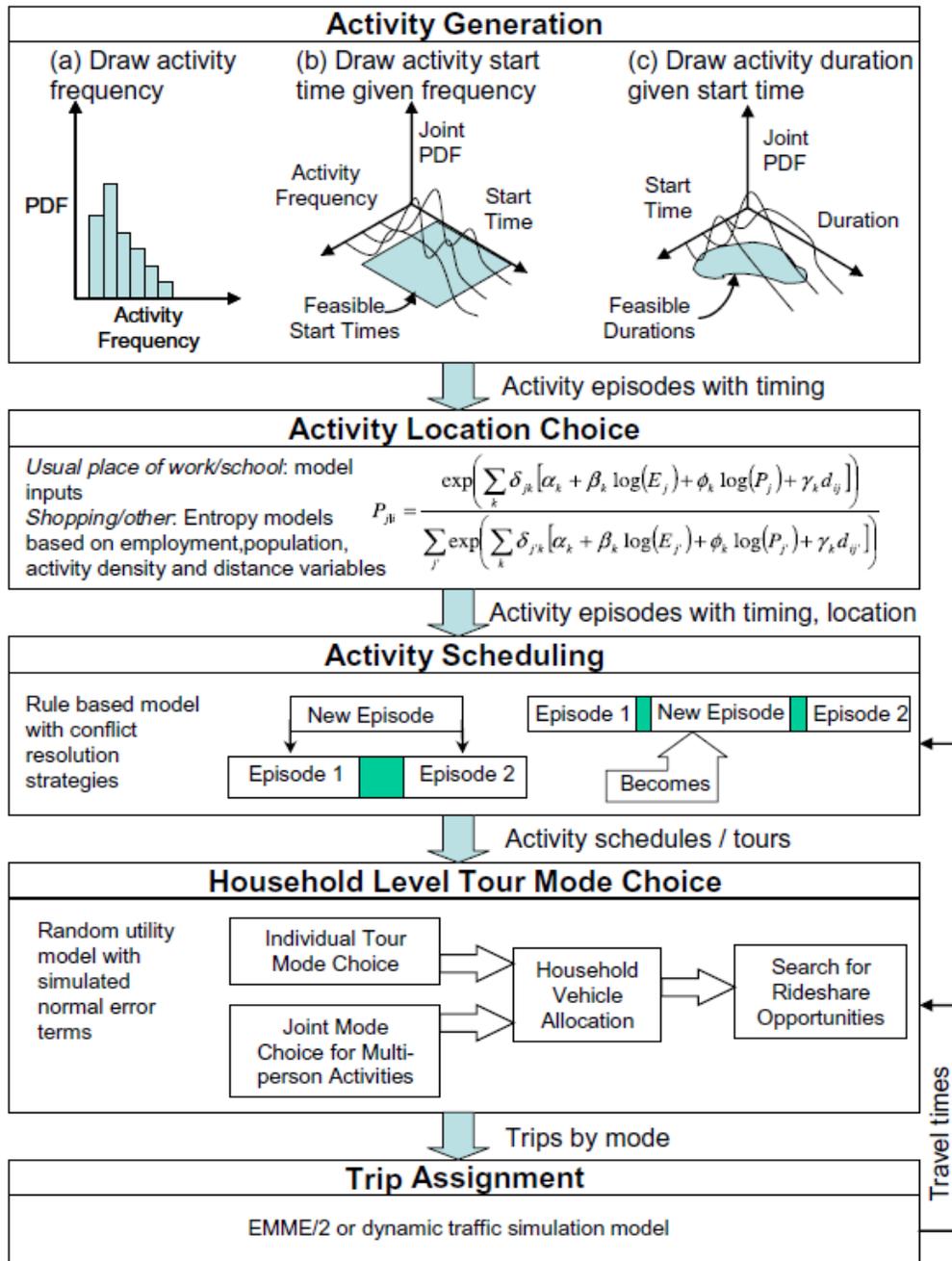


Figure 57. Schéma conceptuel du fonctionnement de TASHA (Miller et Roorda, 2003)

### 3.4 TASHA : Expérimentations

L'expérimentation de TASHA, le générateur de programmes quotidiens d'activités, dans le contexte de l'île de Montréal est réalisée à l'aide des données de l'enquête Origine-Destination

2003. Les enquêtes montréalaises sont très similaires à celles réalisées dans la grande région de Toronto et sur la base de laquelle est développée la suite ILUTE. L'expérimentation consiste à estimer des programmes d'activités pour un échantillon de données montréalaises en s'appuyant sur les paramètres fixés pour Toronto; ceci permet donc de tester la transposabilité spatiale du logiciel et de ses paramètres. Aussi, les trois principales distributions qui sont utilisées pour déterminer des programmes d'activités sont développées à l'aide des données montréalaises afin d'évaluer si elles varient à travers le temps et l'espace.

### **3.4.1 Rappel des composantes de TASHA**

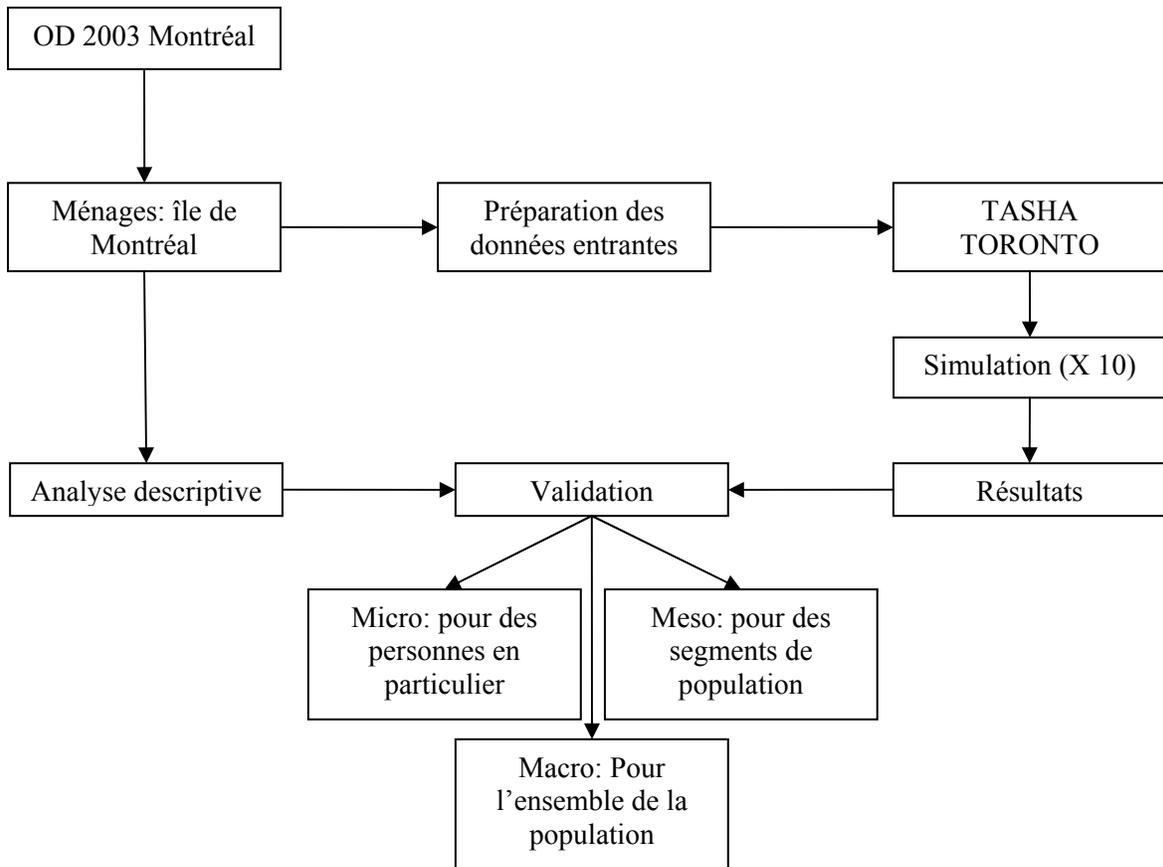
Les principales composantes de TASHA qui ont une incidence importante sur les résultats de la génération de programmes d'activités sont des distributions tirées des fichiers d'enquêtes sur la mobilité soit :

- Distribution des fréquences d'activités pour différents types d'individus;
- Distribution des heures de départ, étant donnée la fréquence;
- Distribution des durées d'activité, étant donnée l'heure de départ.

Dans la version actuelle de TASHA (Toronto), ces distributions sont telles qu'observées dans le plus récent fichier d'enquête et sont supposées constantes à travers le temps. C'est une des limitations de la version actuelle de TASHA. Pour améliorer l'outil, il faut valider si les distributions changent à travers le temps (ce qui a été examiné pour Montréal) et, le cas échéant, développer des modèles de distribution en vue de projeter les tendances de ces distributions.

### **3.4.2 Méthodologie générale d'expérimentation**

L'expérimentation de TASHA pour Montréal s'est appuyée sur les données de l'enquête OD de 2003. Les ménages résidant sur le territoire de l'île de Montréal ont été utilisés pour tester l'outil, ce qui correspond à un échantillon de 26 960 ménages (59 624 personnes). C'est amplement suffisant pour tester l'outil et évaluer les résultats qui en sont issus. La Figure 58 illustre la méthodologie générale d'expérimentation de TASHA dans le contexte montréalais.



**Figure 58. Méthodologie générale de l'expérimentation de TASHA à Montréal**

### **Préparation des données entrantes**

Le chapitre qui suit rassemble les éléments relatifs à la préparation des données entrantes; ceux-ci avaient été exposés dans le cadre d'une note technique et sont repris ici.

Aussi :

- TASHA tient typiquement compte de onze types d'activités à la destination : ceux-ci ont été agrégés en cinq classes principales, conformément aux motifs généralement utilisés à Montréal (travail, étude, magasinage, autres et retours à la maison);
- Les heures de début des activités correspondent aux heures de début du déplacement (heure de départ déclarée dans l'enquête OD); par conséquent, on utilisera le terme heure de début du déplacement/activité;
- Conséquemment, la durée de l'activité inclut le temps de déplacement vers l'activité, car

elle a été calculée à l'aide des heures de départ de deux déplacements successifs;

- Les distances sont des distances euclidiennes calculées à l'aide des coordonnées des centroïdes des zones d'analyse transport (origine et destination).

### **Simulations**

Puisque TASHA utilise une approche stochastique pour l'établissement des programmes d'activités, le simulateur a été exécuté 10 fois et les résultats ont été enregistrés afin d'en faire la comparaison avec les données observées dans l'enquête;

### **Validation des résultats**

Les résultats produits par TASHA sont comparés aux analyses produites à l'aide des données de l'enquête OD 2003 aux fins de validation. La comparaison entre les résultats de TASHA et les données observées s'appuie sur quatre principales distributions et variables à savoir:

- Distribution des fréquences d'activités quotidiennes ;
- Distribution des heures de départs selon la fréquence de réalisation ;
- Durée moyenne des activités (minutes) selon l'heure de départ;
- Longueur moyenne des déplacements (km) pour les différents types d'activités.

La validation s'effectue à différents niveaux. Selon notre compréhension, il est d'usage, à Montréal, de procéder principalement à des validations microscopiques quand vient le temps d'évaluer la capacité d'un simulateur (transport en commun par exemple) de reproduire des itinéraires décrits. Le contexte est différent pour ce projet et la validation s'effectue selon trois niveaux :

- Validation macroscopique pour comparer les grands paramètres pour l'ensemble de la population simulée;
- Validation mésoscopique pour comparer ces mêmes paramètres, mais par segment de population :
  - Segments déterminés selon le genre et les groupes d'âge :
    - Hommes, 24 ans et moins;
    - Femmes, 24 ans et moins;

- Hommes, 25-54 ans;
  - Femmes, 25-54 ans;
  - Hommes, 55 ans et plus;
  - Femmes, 55 ans et plus.
- Segments déterminés selon le lieu de résidence (4 grandes régions sur l'île de Montréal).
- Validation microscopique pour comparer spécifiquement les observations et résultats de simulation au niveau des personnes.

## 4 Détails techniques sur la préparation des données

Cette section fournit des éléments techniques relatifs à la préparation des données requises pour exécuter TASHA.

Le module de génération d'horaires de TASHA prend en données d'entrée les informations du Travel Tomorrow Survey (TTS). Afin d'appliquer ce module au contexte de Montréal, les données qui proviennent de l'enquête Origine-Destination sont utilisées. Pour ce faire, les informations contenues dans cette dernière doivent être adaptées afin de pouvoir former les bases de données en entrée du module. Cette section présente la méthodologie d'adaptation des données qui a été utilisée pour permettre l'expérimentation de TASHA.

### 4.1 Sources de données

Différentes sources de données sont utilisées pour préparer les fichiers de données entrants de TASHA. Les principales sont l'enquête Origine-Destination de 2003 et le recensement canadien 2001.

#### 4.1.1 Enquête OD 2003

##### **La base de données**

Le fichier de données de l'Enquête OD 2003 nous a été fourni par le MTQ, il se nomme MTL03p\_abr\_V1. Le contenu et la description de ce fichier (définition des différentes variables) sont disponibles au MTQ.

##### **Les divisions géographiques**

Aux fins de modélisation, deux divisions géographiques de l'Enquête OD 2003 sont utilisées; il s'agit des Zones de transports (ZT) au nombre de 1552 et des secteurs d'analyse (aussi appelés secteurs municipaux) au nombre de 102.

## 4.1.2 Recensement 2001 de Statistiques Canada

### Les bases de données

Une base de données a été utilisée pour compléter les données manquantes de l'enquête OD 2003. Le MTQ a fourni à l'équipe de recherche une base de données relative aux emplois (nombre et types), et ce, pour les secteurs et subdivisions de recensement pour l'année 2001.

### Les secteurs de recensement et les subdivisions de recensement

Deux entités géographiques ont été utilisées afin de traiter les données du Recensement 2001, il s'agit des secteurs de recensement et des subdivisions de recensement. Les secteurs représentent une unité plus fine que les subdivisions, cependant, ils ne couvrent pas tout le territoire traité par l'Enquête OD 2003. L'équipe de recherche a donc dû créer un produit hybride des deux découpages afin d'avoir à la fois des données précises pour le centre de la région métropolitaine de recensement (RMR) couvrant l'ensemble du territoire de l'Enquête OD.

## 4.2 Synthèse des données relatives aux personnes

### 4.2.1 Household number

Définition : Numéro d'identification du ménage

Méthodologie : Correspondance directe avec l'Enquête OD 2003

	TTS 1996	Enquête OD 2003
Nom du champ	hhld_num	Nolog
Description	Numérique à 6 chiffres	Numérique à 6 chiffres

#### 4.2.2 Person number

Définition : Numéro d'identification de la personne

Méthodologie : Correspondance directe avec l'Enquête OD 2003.

	TTS 1996	Enquête OD 2003
<b>Nom du champ</b>	pers_num	Noper
<b>Description</b>	Numérique de 1 à 9	Numérique de 1 à 16

#### 4.2.3 Age

Définition : Âge de la personne

Méthodologie : Correspondance directe avec l'Enquête OD 2003.

	TTS 1996	Enquête OD 2003
<b>Nom du champ</b>	âge	Age
<b>Description</b>	Numérique de 0 à 99	Numérique de 0 à 99

#### 4.2.4 Sex

Définition : Sexe de la personne

Méthodologie : Correspondance directe avec l'Enquête OD 2003.

	TTS 1996	Enquête OD 2003
<b>Nom du champ</b>	sex	Sexe
<b>Description</b>	F : Female	2 : Féminin
	M : Male	1 : Masculin
	9 : Unknown	

#### 4.2.5 Drivers License

Définition : Possession d'un permis de conduire

Méthodologie : Correspondance directe avec l'Enquête OD 2003.

	<b>TTS 1996</b>	<b>Enquête OD 2003</b>
<b>Nom du champ</b>	driver_lic	Percond
<b>Description</b>	Y : Yes	1 : Oui
	N : No	2 : Non
	9 : Unknown	

#### 4.2.6 Transit Pass

Définition : Possession d'un titre mensuel de transport

Méthodologie : L'AMT a fourni à l'équipe de recherche une base de données où, pour chaque personne, le type de titre mensuel (local ou métropolitain) est déterminé. Ce fichier résulte d'un processus d'imputation basé sur l'information recueillie lors du premier déplacement fait en transport en commun. En outre, aucune information n'est disponible pour ceux qui n'ont pas utilisé le transport en commun lors de la journée enquêtée.

	<b>TTS 1996</b>	<b>Enquête OD 2003</b> <b>Fichier AMT sur le mode de paiement</b>
<b>Nom du champ</b>	tran_pass	Titre mensuel métropolitain ou local
<b>Description</b>	C : Combination or Dual Pass	Métropolitain (TRAM)
	G : GO Transit Pass	
	M : Metro Pass	Local
	N : None	
	O : Other Agency Pass	
	9 : Unknown	

#### 4.2.7 Employment Status

Définition : Occupation principale de la personne

Méthodologie : L'enquête OD 2003 diffère de l'enquête TTS au sujet des statuts des personnes. L'enquête OD 2003 contient seulement un champ traitant de cette caractéristique tandis que l'enquête TTS en contient deux, ce qui permet à un individu de cumuler deux occupations (employé et étudiant). De ce fait, par exemple, un individu travaillant à temps plein et étudiant à temps partiel sera uniquement considéré comme travailleur à temps plein dans l'enquête OD 2003. Le schéma suivant (Figure 59) détaille la méthodologie utilisée pour imputer les équivalences entre les champs occper de l'enquête OD 2003 et emp\_stat de l'enquête TTS 1996 à partir des déplacements effectués pendant la journée.

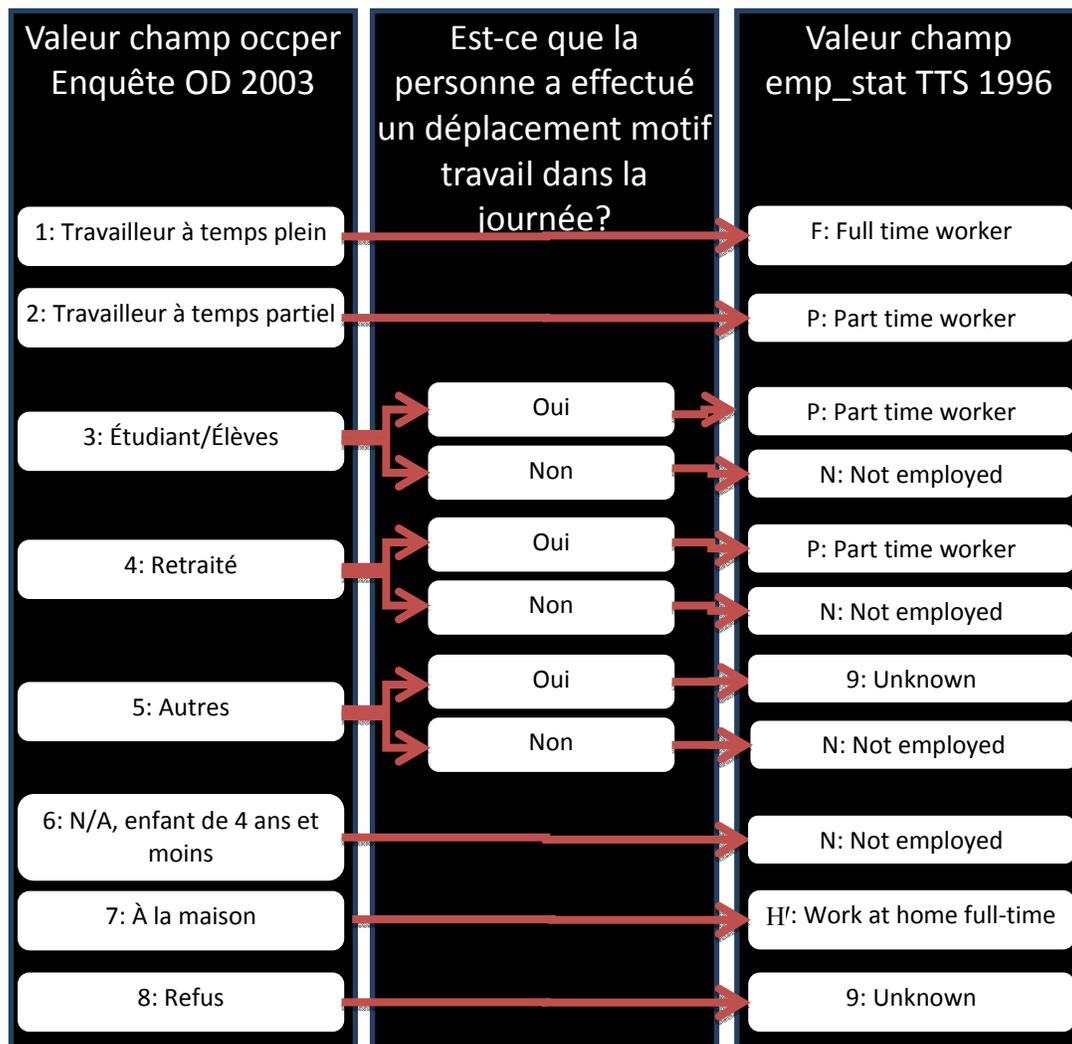


Figure 59: Schéma d'équivalence entre les statuts des personnes Toronto vs Montréal

#### 4.2.8 Occupation

Définition : Type d'emploi occupé par la personne.

Méthodologie : Les types d'emploi se divisent en quatre catégories détaillées dans le tableau ci-dessous. Cette donnée n'est pas disponible dans l'enquête OD 2003, elle est donc déduite des données du recensement 2001. Pour ce faire, pour chacun des travailleurs, deux étapes sont nécessaires :

1. Multiplier la proportion des travailleurs de chaque type d'emploi pour le secteur (secteur ou subdivision de recensement) d'habitation par la proportion d'emplois de chaque type pour le secteur d'occupation.
2. À partir des proportions soutirées de l'étape précédente et d'un nombre aléatoire pour chaque enregistrement, choisir quel est le type d'emploi de la personne en suivant une simulation de type Monte-Carlo.

	<b>TTS 1996</b>	<b>Recensement Statistique Canada 2001</b>
<b>Description</b>	G : General office / clerical	B Affaires finance et administration
	M : Manufacturing / construction / trades)	H Métiers transport et machinerie
		I Professions propres au secteur primaire
		J Transformation fabrication et services d'utilité publique
	P : Professional / management / technical	A Gestion
		C Sciences naturelles et appliquées et professions apparentées
		D Secteur de la santé
		E Sciences sociales enseignement administration publique et religion
		F Arts culture sports et loisirs
	S : Retail sales and service	G Ventes et services
O : Not employed	La personne n'a pas un statut d'employé	

#### 4.2.9 No work

Définition : Pour TASHA : Vrai pour un travailleur à temps plein, qui n'a pas effectué de déplacement motif travail, et qui a travaillé chez lui. Et Faux pour un travailleur à temps plein qui n'a pas effectué de déplacements motif travail, et qui n'a pas travaillé chez lui.

Méthodologie : Cette information n'est pas présente dans l'enquête OD 2003. L'absence de déplacements motif travail d'un employé à temps plein doit être déduite de ses comportements. Par la suite, le fait qu'il a travaillé ou non doit être choisi aléatoirement selon ce qui est observé dans l'Enquête TTS 1996. Le schéma suivant résume la méthodologie (Figure 60).

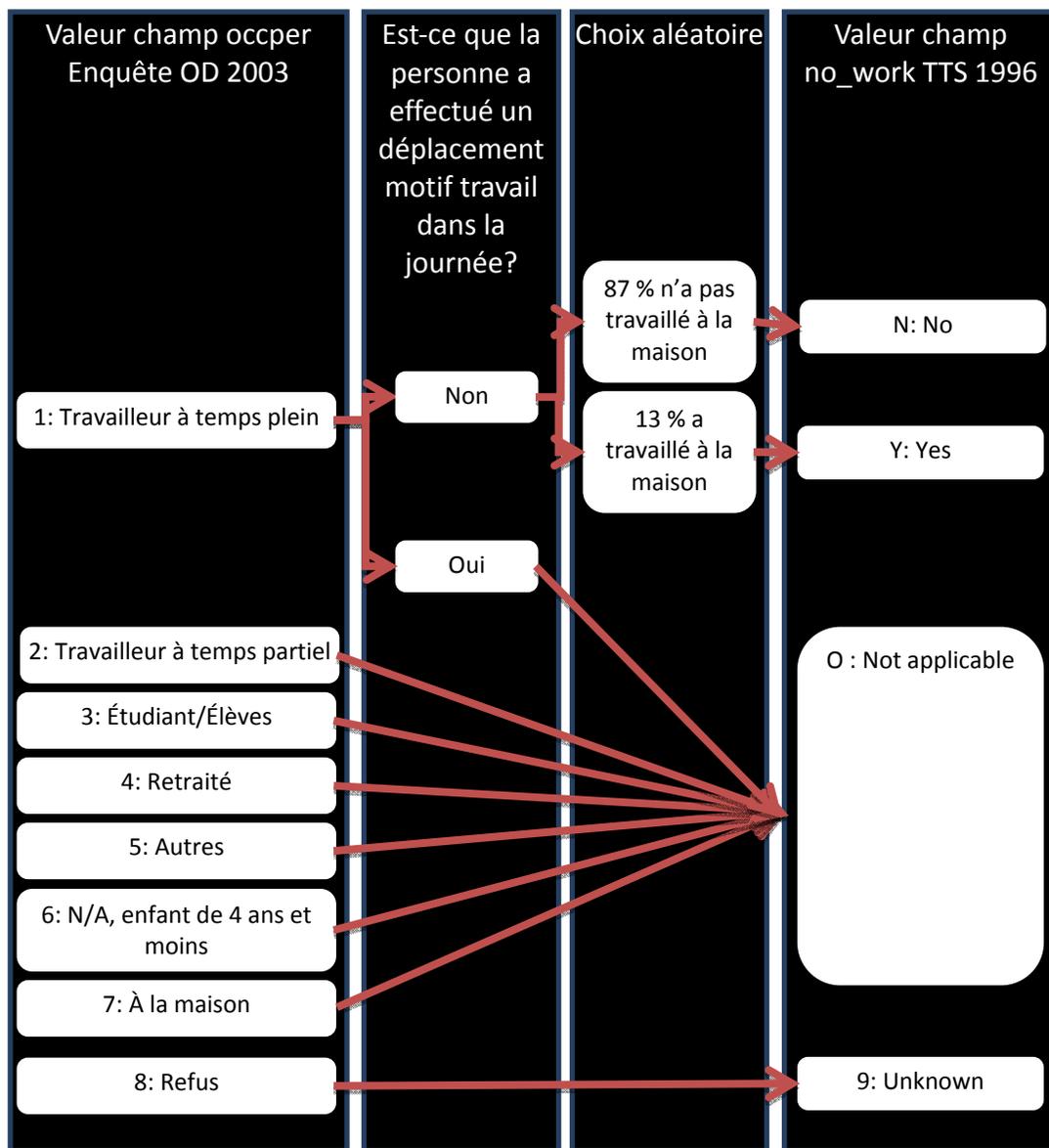


Figure 60: Méthodologie d'imputation du travail à la maison

#### 4.2.10 Student Status

Définition : Statut d'étudiant/élève de la personne.

Méthodologie : À l'image du statut d'employé, le statut d'étudiant est déduit du champ occper de l'enquête OD 2003. Une personne qui n'a pas un statut d'élève/étudiant, mais qui a effectué des déplacements motif étude se fait assigner un statut d'étudiant à temps partiel. Le schéma suivant détaille la méthodologie.

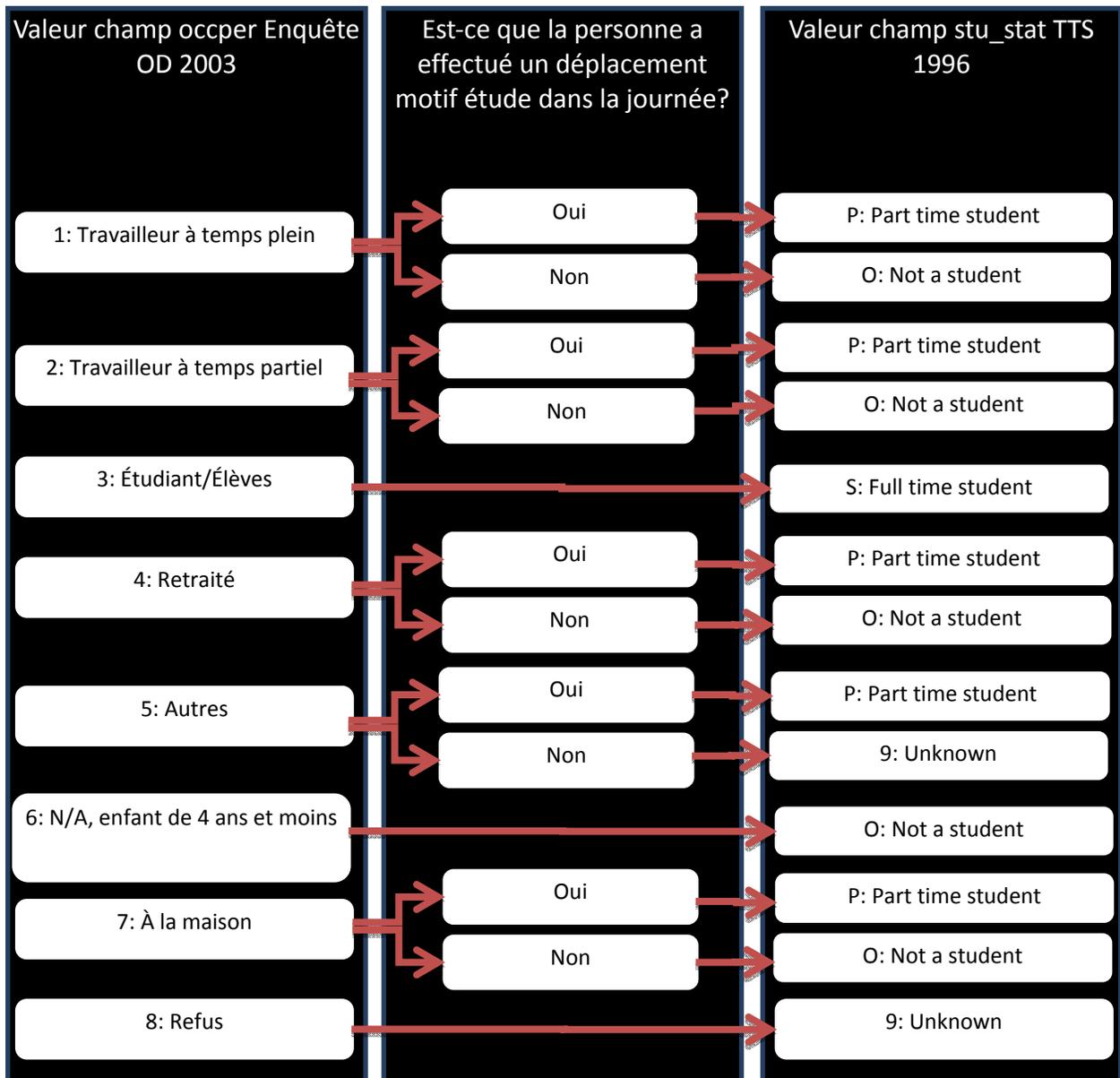


Figure 61. Méthodologie d'imputation du statut d'étudiant à temps partiel

#### 4.2.11 Planning District of Employment

Définition : Secteur d'emploi

Méthodologie : Le secteur d'emploi est déduit à partir du lieu d'occupation (champ smoccMTQ) de l'enquête OD 2003 pour les personnes dont le statut d'emploi a été directement déterminé (ocper : travailleurs temps plein et partiel). Pour les autres personnes, dont le statut d'emploi a été déduit à partir des déplacements (ocper étudiant, retraité et autres avec déplacements motif travail), leur lieu d'occupation est déterminé à partir de la destination la plus fréquente de ces mêmes déplacements.

	TTS 1996	Enquête OD 2003
Nom du champ	pd_emp	smoccMTQ
Description	0 : Not employed	0 : Aucun lieu d'occupation
	999 : External	999 : Externe
	888 : Not knowned	
	District : 1 à 125	Secteur : 1 à 102

Les personnes ayant été déterminées F : Full Time Worker et P : Part Time Worker dans le Employment Status se font assigner un secteur de 1 à 102. Les personnes N : Not Employed se font assigner le secteur 0.

#### 4.2.12 Employment Zone

Définition : Zone de transport du lieu d'emploi

Méthodologie : Même démarche que pour les secteurs d'emploi (Planning District of Employment), mais avec le champ ztooc.

	<b>TTS 1996</b>	<b>Enquête OD 2003</b>
<b>Nom du champ</b>	gzon_emp	ztocc
<b>Description</b>	0 : Not employed	0 : Aucun lieu d'occupation
	9999 : External	9999 : Externe
	8888 : Not knowned	
	Trafic zones: 1 à 4409	Secteur : 1 à 1552

Même assignation que pour les secteurs d'analyse.

#### **4.2.13 Free Park**

Définition : Stationnement gratuit au lieu d'emploi

Méthodologie : À partir du lieu d'occupation d'emploi, trouvé précédemment, la gratuité du stationnement au lieu d'emploi est déduite du champ Station de l'enquête OD 2003 si la personne s'est déplacée en voiture. Dans le cas où la dernière condition ne s'applique pas, la gratuité du stationnement au lieu d'emploi est déterminée de façon aléatoire à partir de l'ensemble des déplacements mode auto/conducteur motif travail en destination de la ZT du lieu d'occupation. Les équivalences dans les champs des deux enquêtes sont présentées dans le tableau suivant.

	<b>TTS 1996</b>	<b>Enquête OD 2003</b>
<b>Nom du champ</b>	free_park	ztocc
<b>Description</b>	O : Not employed	
	N : No	2 : Sur rue/parcomètre
		3 : Sur rue/vignette (résidant)
		6 : Extérieur/payant
		9 : Intérieur/payant
	Y : Yes	1 : Sur rue/gratuit
		4 : Parking ou garage privé résidentiel (logis)
		5 : Extérieur/gratuit
		7 : Extérieur payé/fourni par l'employeur
		8 : Intérieur/gratuit
		10 : Intérieur payé/fourni par l'employeur
	9 : Unknown	14 : Ne sait pas
		15 : Refus

#### 4.2.14 Planning District of School

Définition : Secteur d'étude

Méthodologie : Le secteur d'étude est déduit, comme pour le statut d'emploi, à partir du lieu d'occupation (champ smoccMTQ) de l'enquête OD 2003 ou les déplacements motif étude des personnes.

	<b>TTS 1996</b>	<b>Enquête OD 2003</b>
<b>Nom du champ</b>	plan_stu	ztocc
<b>Description</b>	0 : Not employed	0 : Aucun lieu d'occupation
	999 : External	999 : Externe
	888 : Not knowned	
	District : 1 à 125	Secteur : 1 à 102

Les personnes ayant été déterminées S : Full Time Student et P : Part Time Student dans le Student Status se font assigner un secteur de 1 à 102. Les personnes N : Not a Student se font assigner le secteur 0.

#### 4.2.15 School Zone

Définition : Zone de transport du lieu d'étude

Méthodologie : Même démarche que pour les secteurs d'analyse d'étude (Planning District of School), mais avec le champ ztocc.

	<b>TTS 1996</b>	<b>Enquête OD 2003</b>
<b>Nom du champ</b>	gzon_stu	ztocc
<b>Description</b>	0 : Not employed	0 : Aucun lieu d'occupation
	9999 : External	9999 : Externe
	8888 : Not knowned	
	Trafic zones: 1 à 4409	Secteur : 1 à 1552

Même assignation que pour les secteurs d'analyse.

#### 4.2.16 Number of Person Trips

Définition : Nombre de déplacements par personne

Méthodologie : Le nombre de déplacements par personne est déterminé directement à partir de l'enquête OD 2003.

#### 4.2.17 Number of Transit Trips

Définition : Nombre de déplacements en transport en commun par personne

Méthodologie : Le nombre de déplacements en transport en commun par personne est déterminé directement à partir de l'enquête OD 2003. Pour ce faire, chacun des déplacements où les modes suivants ont été empruntés est désigné comme étant en mode Transport en commun

	Enquête OD 2003
<b>Nom du champ</b>	Mode 1, 2, 3, etc.
<b>Description déplacement en transport en commun</b>	3 : Autobus STM (autant de fois que de lignes)
	4 : Métro
	5 : Autobus RTL
	6 : Autobus STL
	7 : Autobus CIT
	8 : Train
	10 : Autres bus
	15 : Transport adapté et 16 : Mode interurbain <sup>1</sup>

#### 4.2.18 Day care Status

Cette variable n'est utilisée que pour les 0-4 ans et prend deux valeurs pour ce groupe: « y » en garderie et « n », à la maison. Le fait d'être en garderie a été déduit des déplacements raccompagnement (par les adultes).

<sup>1</sup> Selon notre compréhension, ces deux modes sont négligés à Toronto; ils sont aussi peu fréquents.

#### 4.2.19 Day care Zone

La zone possible de la garderie a aussi été déduite des destinations des déplacements raccompagnement.

### 4.3 Synthèse des données relatives aux ménages

#### 4.3.1 Household number

Définition : Numéro d'identification du ménage

Méthodologie : Correspondance directe avec l'enquête OD 2003

	TTS 1996	Enquête OD 2003
Nom du champ	hhld_num	nolog
Description	Numérique à 6 chiffres	Numérique à 6 chiffres

#### 4.3.2 Household planning district

Définition : Secteur de résidence du ménage.

Méthodologie : Correspondance directe avec l'enquête OD 2003.

	TTS 1996	Enquête OD 2003
Nom du champ	pd_hhld	smlogMTQ
Description	District : 1 à 125	Secteur : 1 à 102

#### 4.3.3 Household zone

Définition : Zone de transport du ménage.

Méthodologie : Correspondance directe avec l'enquête OD 2003.

	TTS 1996	Enquête OD 2003
Nom du champ	gzon_hhld	ztlog
Description	Trafic zones: 1 à 4409	Secteur : 1 à 1552

#### 4.3.4 Expansion factor

Définition : Facteur d'expansion des ménages.

Méthodologie : Correspondance directe avec les facteurs d'expansion de l'enquête OD 2003 calculés à partir du recensement 2001 (cette information a été reprise d'un autre fichier d'enquête OD 2003, rendu disponible par le comité technique)

#### 4.3.5 Dwelling Type

Définition : Type de logement.

Méthodologie : Cette donnée n'est pas disponible dans l'enquête OD 2003, elle est déduite à partir des données du recensement canadien de 2001. À partir des proportions soutirées de l'étape précédente et d'un nombre aléatoire pour chaque enregistrement, choisir aléatoirement quel est le type d'emploi de la personne en suivant une simulation de type Monte-Carlo. Pour ce faire, le type de logement de chaque ménage est simulé à l'aide de la méthode de Monte-Carlo selon les proportions (dwell\_type 1, 2, 3) présentes dans son secteur de recensement. Les correspondances de l'enquête TTS 1996 et du recensement sont présentées dans le tableau suivant.

	TTS 1996	Recensement Statistique Canada 2001
<b>Nom du champ</b>	dwell_type	
<b>Description</b>	Trafic zones: 1 à 4409	Secteur : 1 à 1552
	1 : House	Maison individuelle non attenante
		Autre maison individuelle attenante
		Logement mobile
	2 : Apartment	Appartement duplex non attenant
		Appartement immeuble de cinq étages ou plus
		Appartement immeuble de moins de cinq étages
	3 : Townhouse	Maison jumelée
Maison en rangée		

### 4.3.6 Number of persons

Définition : Nombre de personnes dans le ménage.

Méthodologie : Correspondance directe avec l'enquête OD 2003.

	TTS 1996	Enquête OD 2003
Nom du champ	n_person	nbper
Description	Numérique de 1 à 9	Numérique de 1 à 16

### 4.3.7 Number of vehicles

Définition : Nombre de véhicules dans le ménage.

Méthodologie : Correspondance directe avec l'Enquête OD 2003.

	TTS 1996	Enquête OD 2003
Nom du champ	n_vehicle	nbveh
Description	Numérique de 0 à 99	Numérique de 0 à 18

## 4.4 Synthèse des données relatives aux zones de transport

### 4.4.1 Zone number

Définition : Numéro de la zone de transport.

Méthodologie : Énumération des ZT, valeur numérique de 1 à 1552.

### 4.4.2 Planning District

Définition : Numéro du secteur d'analyse de la zone de transport.

### 4.4.3 Total population

Définition : Population de la zone de transport.

Méthodologie : Somme des facteurs d'expansion des personnes (champ : facper03e) pour chacune des zones de transport.

#### 4.4.4 Total workers with occupation type 0, 1, 2, 3

Définition : Nombre de travailleurs selon les types d'emploi 0, 1, 2, 3 de la Zone de transport.

Méthodologie : Cette donnée, pour chacun des types d'emploi, n'est pas disponible dans l'enquête OD 2003, elle doit donc être déduite à partir des statistiques des secteurs et subdivisions du recensement canadien de 2001. À partir de ces dernières, le nombre de travailleurs par type d'emploi est déduit pour chacune des zones de transport en faisant l'équivalence entre les deux objets géographiques (poids du nombre de destinations motif travail d'un secteur de recensement dans une zone de transport).

	<b>Divisions TTS 1996</b>	<b>Divisions du Recensement Statistique Canada 2001</b>
<b>Description</b>	Type 0 (General office / clerical)	B Affaires finance et administration
	Type 1 (Manufacturing / construction / trades)	H Métiers transport et machinerie
		I Professions propres au secteur primaire
		J Transformation fabrication et services d'utilité publique
	Type 2 (Professional / management / technical)	A Gestion
		C Sciences naturelles et appliquées et professions apparentées
		D Secteur de la santé
		E Sciences sociales enseignement administration publique et religion
Type 3 (Retail sales and service)	F Arts culture sports et loisirs	
	G Ventes et services	

Le nombre de travailleurs n'est pas disponible pour certains secteurs de recensement et subdivisions de recensement (les réserves indiennes par exemple). Ceci fait en sorte que les données pour certaines Zones de transport ne sont pas complètes. Pour ces dernières, la somme des travailleurs est déterminée par l'enquête OD (facteurs d'expansion des personnes et occper=1

et 2), et la division par type d'emploi est faite à partir des proportions pour l'ensemble du territoire.

#### **4.4.5 Total employment**

Définition : Nombre d'emplois selon les types 0, 1, 2, 3 de la zone de transport.

Méthodologie : Cette donnée n'est pas disponible dans l'enquête OD 2003, elle est déduite à partir des statistiques des secteurs et subdivisions du recensement canadien de 2001. Comme pour les statistiques des travailleurs, les données des entités géographiques du recensement doivent être ramenées aux zones de transport.

#### **4.4.6 Employment with occupation type 0, 1, 2, 3**

Définition : Nombre d'emplois selon les types 0, 1, 2, 3 de la zone de transport.

Méthodologie : Même stratégie que pour le nombre d'emplois, divisé selon les quatre types d'emploi.

### **4.5 Coordonnées et distances des déplacements intrazonaux des zones de transports**

#### **4.5.1 Zone centroid x-coordinate (metres)**

Définition : Coordonnées du centroïde de la zone de transport.

Méthodologie : Données estimées à partir du fichier SIG (polygone) fourni par le MTQ.

#### **4.5.2 Zone centroid y-coordinate (metres)**

Définition : Coordonnées du centroïde de la zone de transport.

Méthodologie : Données estimées à partir du fichier SIG (polygone) fourni par le MTQ.

#### **4.5.3 Average intrazonal distance (metres)**

Définition : Distance moyenne des déplacements intrazonaux d'une zone de transport.

Méthodologie : Fichier fourni par le MTQ.

## 4.6 Niveau d'activité des zones de transports

### 4.6.1 Zone number

Définition : Numéro de la zone de transport.

Méthodologie : Énumération des ZT, valeur numérique de 1 à 1552.

### 4.6.2 Activity center rank (market)

Définition : Le niveau d'activité de la zone de transport selon la superficie de centre d'achats.

Méthodologie : Chaque zone de transport se fait attribuer la valeur 1, 2 ou 3 selon les caractéristiques présentes dans le tableau suivant.

Caractéristiques	Valeur associée
La Zone de transport se trouve dans le centre-ville (secteur d'analyse 101 et 102)	1
La Zone de transport contient plus de 9300 m <sup>2</sup> de centre d'achats (100 000 sq. ft.) sur son territoire	2
La Zone ne remplit aucune des caractéristiques ci-haut	3

Les données de superficies ne sont pas disponibles. Cependant, l'équipe de recherche dispose d'une base de données avec l'ensemble des centres d'achats de la région métropolitaine (disponible à l'annexe A). Chacune des zones de transport contenant un de ces centres se fait attribuer la valeur 2.

### 4.6.3 Activity center rank (employment)

Définition : Le niveau d'activité de la zone de transport selon le nombre d'emplois.

Méthodologie : Chaque zone de transport se fait attribuer la valeur 1, 2 ou 3 selon les caractéristiques présentes dans le tableau suivant.

Caractéristiques	Valeur associée
La Zone de transport se trouve dans le centre-ville (secteur d'analyse 101 et 102)	1
La Zone de transport contient plus de 3000 emplois par km <sup>2</sup>	2
La Zone ne remplit aucune des caractéristiques ci-haut	3

Le nombre d'emplois par zone de transport a été calculé précédemment. En ce qui a trait aux surfaces des zones des transports, cette donnée se retrouve dans le fichier SIG correspondant.

#### 4.6.4 Activity center rank (other)

Définition : Le niveau d'activité de la zone de transport selon le nombre de commerces de détail.

Méthodologie : Chaque zone de transport se fait attribuer la valeur 1, 2 ou 3 selon les caractéristiques présentes dans le tableau suivant.

Caractéristiques	Valeur associée
La Zone de transport se trouve dans le centre-ville (secteur d'analyse 101 et 102)	1
La Zone de transport contient plus de 50 commerces de détail par km <sup>2</sup>	2
La Zone ne remplit aucune des caractéristiques ci-haut	3

## 5 TASHA : tendances dans les paramètres?

Comme mentionné précédemment, une des limites possibles de la version actuelle de TASHA est que les distributions sont supposées constantes à travers le temps. Pour bien comprendre l'utilité de l'outil, il est essentiel d'observer si les distributions évoluent à travers le temps et, le cas échéant, quelles sont les tendances.

Les données des enquêtes de 1998, 2003 et 2008 sont exploitées afin d'étudier les possibles tendances temporelles des trois principales distributions qui seraient utilisées dans TASHA si on en changeait les paramètres. Les analyses sont conduites pour le territoire de la grande région de Montréal soit un territoire de 4 259 km<sup>2</sup> qui comptait en 2006 un total de 3 635 571 personnes selon Statistiques Canada. Le territoire utilisé est le territoire complet pour chacune des enquêtes. Les enquêtes de 1998, 2003 et 2008 comptent respectivement 384 945, 306 558 et 319 949 déplacements (observations). Lors de la préparation des données, les déplacements de chaînes de déplacement ouvertes ont été retirés. Nous empruntons encore la définition d'une chaîne de déplacement proposée par Primerano *et coll.* (2007) et Srinivasan (1998) à savoir une séquence de déplacements s'amorçant et se terminant au domicile. Par conséquent, les échantillons de données retenus pour l'analyse sont de 369 458 (1998), 296 952 (2003) et 307 831 (2008) déplacements observés.

Les analyses sont concentrées autour de l'étude des distributions des fréquences des différents types d'activités (travail, étude, magasinage, autre et retour à la maison) ainsi que leur organisation temporelle au sein d'une journée (heure de début et durée). Il est à noter que la catégorie « autre » des activités inclut sur la route, loisir, visite d'ami / famille, santé, reconduire /chercher quelqu'un, autre, et refus /indéterminé. Le type d'activité est dérivé du motif de déplacement (motif du déplacement se destinant au lieu d'activité). Comme seule l'heure de départ est déclarée dans l'enquête et qu'on n'utilise pas les temps de déplacement simulés aux fins de comparabilité (les données à notre disposition étaient celles de 2008), on suppose que l'activité commence avec le début du déplacement. Par conséquent, la durée de l'activité correspond au différentiel de temps entre deux heures de départ successives.

Les propriétés des comportements de génération d'activités ont été comparées à l'aide des trois enquêtes (1998-2003-2008), et ce pour différents segments de population. Trois propriétés sont étudiées pour ces segments définis selon l'âge, le genre, l'occupation principale, etc. à l'aide de

statistiques descriptives. Des tests statistiques (t-tests) sont aussi conduits pour valider si les différences observées sont significatives (entre groupes de population et entre enquêtes).

## 5.1 Méthodologie de génération d'activités dans TASHA

Le modèle TASHA estime des programmes quotidiens d'activités (24 heures) pour chaque personne du ménage. Comme la majorité des autres modèles d'activités opérationnels, TASHA inclut à la fois la génération d'activités et leur organisation temporelle. D'abord, des activités sont générées pour chaque personne (activités individuelles et conjointes). Les activités de type travail et étude sont générées en premier et planifiées dans l'agenda quotidien. La localisation spatiale de ces activités est une donnée exogène et correspond aux lieux habituels d'activités tels que déclarés dans les enquêtes OD. Ensuite, les autres types d'activités sont générés (magasinage et autres) et introduits dans l'agenda quotidien.

La génération d'activités pour les personnes et ménages s'appuie sur des distributions fréquentielles d'activités, d'heure de début et de durée ainsi que sur des simulations Monte-Carlo pour procéder au « tirage » au sein des distributions appropriées. TASHA a initialement été développé pour la grande région de Toronto et les distributions utilisées (paramètres) sont celles qui ont été observées lors de l'enquête TTS de 1996 (Miller and Roorda, 2003). Cependant, il est possible que ces distributions changent dans le temps et l'espace. Ainsi, une utilisation judicieuse de l'outil à Montréal impliquerait de modifier les paramètres entrant afin de les adapter au contexte montréalais, par exemple de changer les distributions utilisées pour générer des programmes d'activités. L'expérimentation de TASHA réalisée dans le cadre de ce projet s'appuie sur les paramètres torontois (ce qui permet d'ailleurs de tester la transposabilité spatiale de l'outil). Néanmoins, les données des enquêtes montréalaises sont utilisées pour observer les distributions adaptées pour le contexte montréalais et d'observer si elles sont constantes à travers le temps (ce que la version actuelle de TASHA suppose). Les analyses tendanciennes pour Montréal sont discutées dans les prochaines sections.

### 5.1.1 Fréquence de réalisation de différents types d'activités

Cette première analyse présente la comparaison des fréquences de réalisation de quatre principaux types d'activités (travail, étude, magasinage et autres) sur une période de 10 ans. L'objectif de l'analyse est de valider que les fréquences changent à travers le temps. La

fréquence correspond au nombre d'activités d'un certain type réalisé quotidiennement soit : 0 (aucune activité de ce type), 1 (une activité), 2+ (deux activités ou plus pendant la journée). Le Tableau 5 montre que les distributions fréquentielles de chaque type d'activité sont significativement différentes entre les trois années d'observation (99 % niveau de confiance) sauf dans le cas des activités magasinage dont la fréquence n'a pas significativement changé entre 2003 et 2008. Ces statistiques montrent que la fréquence « aucune activité travail » diminue de façon significative à travers le temps et que, conséquemment, la fréquence moyenne globale des activités de travail croît avec le temps. Il y a sans doute plusieurs explications possibles, mais la présence encore croissante des femmes sur le marché du travail en est certainement une. Plus spécifiquement, le Tableau 5 propose une comparaison des fréquences d'activités; on y observe que la fréquence d'une activité travail par jour est en augmentation contrairement aux fréquences plus élevées (2+) ou au fait de ne faire aucun déplacement travail (0).

**Tableau 5. Comparaison des fréquences d'activités par personne**

Type d'activité	Fréquence	Diff 1998			Diff 2003			
		1998 (%)	2003 (%)	-2003 (Δ %)	Significatif	2008 (%)	-2008 (Δ %)	Significatif
Travail	0	52.87 %	51.32 %	-1.55 %		51.08 %	-0.24 %	
	1	42.24 %	45.19 %	2.95 %	*	46.10 %	0.91 %	*
	2+	4.88 %	3.49 %	-1.39 %		2.83 %	-0.66 %	
Étude	0	73.04 %	73.72 %	0.68 %		73.56 %	-0.16 %	
	1	23.70 %	24.57 %	0.87 %	*	25.20 %	0.63 %	*
	2+	3.26 %	1.71 %	-1.55 %		1.24 %	-0.47 %	
Magasin.	0	76.96 %	81.28 %	4.32 %		82.32 %	1.04 %	
	1	18.93 %	16.04 %	-2.89 %	*	15.31 %	-0.73 %	
	2+	4.12 %	2.68 %	-1.44 %		2.37 %	-0.31 %	
Autres	0	63.31 %	66.23 %	2.92 %		68.03 %	1.80 %	
	1	25.06 %	23.29 %	-1.77 %	*	22.68 %	-0.61 %	*
	2+	11.63 %	10.48 %	-1.15 %		9.29 %	-1.19 %	

\* Indique que les différences sont significatives (99 % niveau de confiance)

Cette analyse révèle aussi que la fréquence des activités étude a diminué légèrement entre 1998 et 2003 (-0,7 %), mais a par la suite légèrement augmenté entre 2003 et 2008 (+0,2 %). On peut donc considérer que le phénomène est demeuré relativement constant sur 10 ans. La composition démographique de la population pourrait expliquer une partie des légères variations observées.

Par ailleurs, le Tableau 5 présente aussi des résultats intéressants relatifs aux activités de type magasinage. Leur fréquence a beaucoup diminué sur 10 ans: une diminution importante est d'abord observée entre 1998 et 2003 alors que le pourcentage d'absence d'une telle activité a augmenté de 4.3 % (fréquence de 0). L'augmentation de l'absence de cette activité s'est poursuivie entre 2003 et 2008 (+1 % de fréquence nulle). Les fréquences d'une ou deux fois et plus par jour d'activités magasinage diminuent concurremment. Les activités de type autres sont aussi en diminution (en termes de fréquence quotidienne).

### 5.1.2 Distribution des heures de départ / début d'activité

Cette section s'intéresse aux changements dans les heures de départ/début d'activité sur 10 ans. Il convient de rappeler que l'heure de départ du déplacement est utilisée comme heure de début de l'activité. Les figures qui suivent présentent les distributions observées des heures de départ pour les différents types d'activités et pour les trois années d'enquête utilisées. Les tests statistiques (t-tests) confirment que les distributions pour chaque type d'activités sont significativement différentes entre les années (niveau de confiance 99 %). Les constats suivants peuvent être faits pour les différentes distributions:

- La Figure 62 présente les distributions temporelles des débuts de déplacement / d'activité de type travail. La concentration anticipée en période de pointe du matin est confirmée. On observe aussi une part croissante des départs entre 5 h et 6 h le matin et une diminution vers 13 h, ce qui serait le résultat d'une diminution des retours au travail après l'heure du dîner. La méthode d'enquête peut avoir un effet sur ces tendances.
- La Figure 63 présente les distributions temporelles des débuts de déplacement / d'activité de type étude pour les trois années. Ces activités sont aussi fortement concentrées en pointe du matin, mais on observe aussi une part importante, quoique fortement en diminution, sur la période du midi. Il est notable aussi d'observer la croissance de la proportion de départs qui s'effectuent entre 7 h et 8 h combinée à une baisse entre 8 h et

9 h.

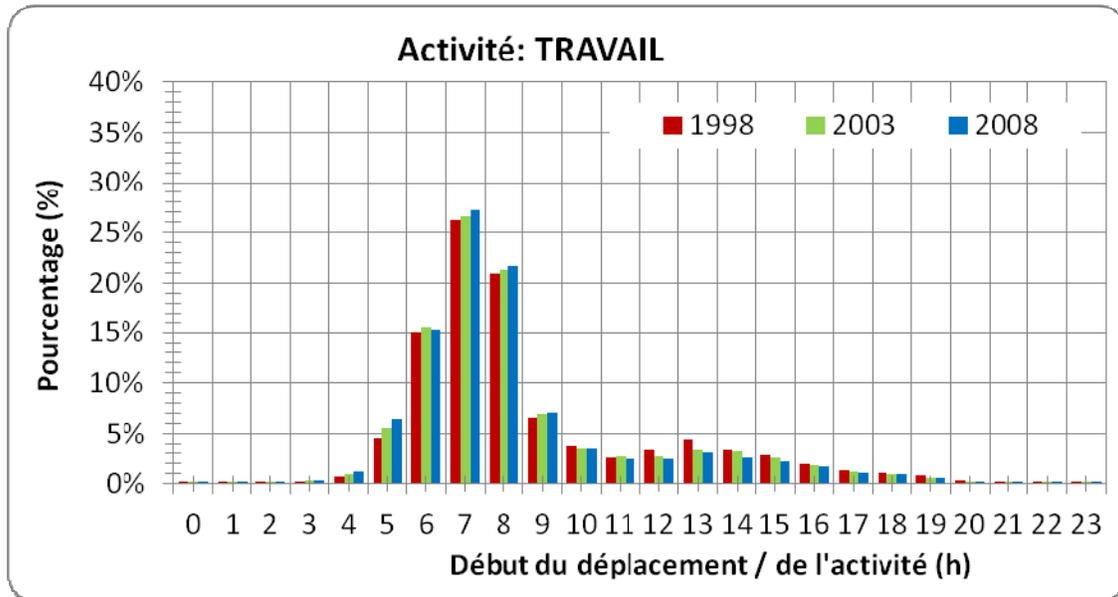


Figure 62. Distribution temporelle des débuts de déplacement / activité travail

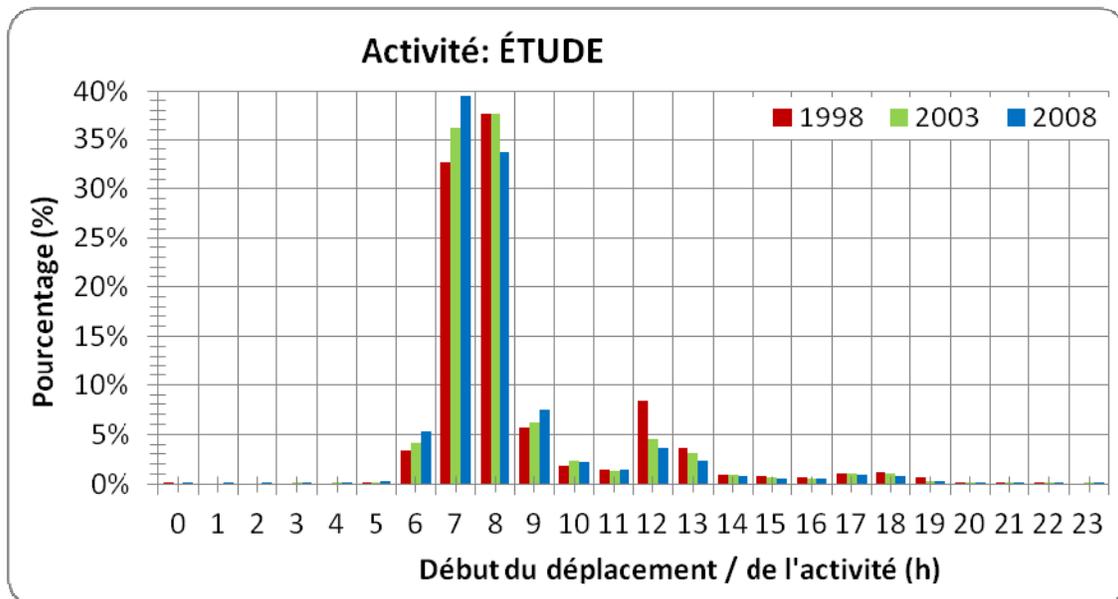


Figure 63. Distribution temporelle des débuts de déplacement / activité étude

- La Figure 64 porte sur les activités de magasinage. La part la plus importante est observée entre 10 h et 11h soit aux heures typiques d'ouverture des centres commerciaux. Les débuts d'activités sont distribués sur toute la journée.
- La Figure 65 présente les distributions pour les autres motifs (loisirs et autres). On observe deux concentrations importantes de début de déplacement / activité: entre 7 h et

9 h le matin qu'ainsi qu'entre 16 h et 19h, soit typiquement après la journée de travail.

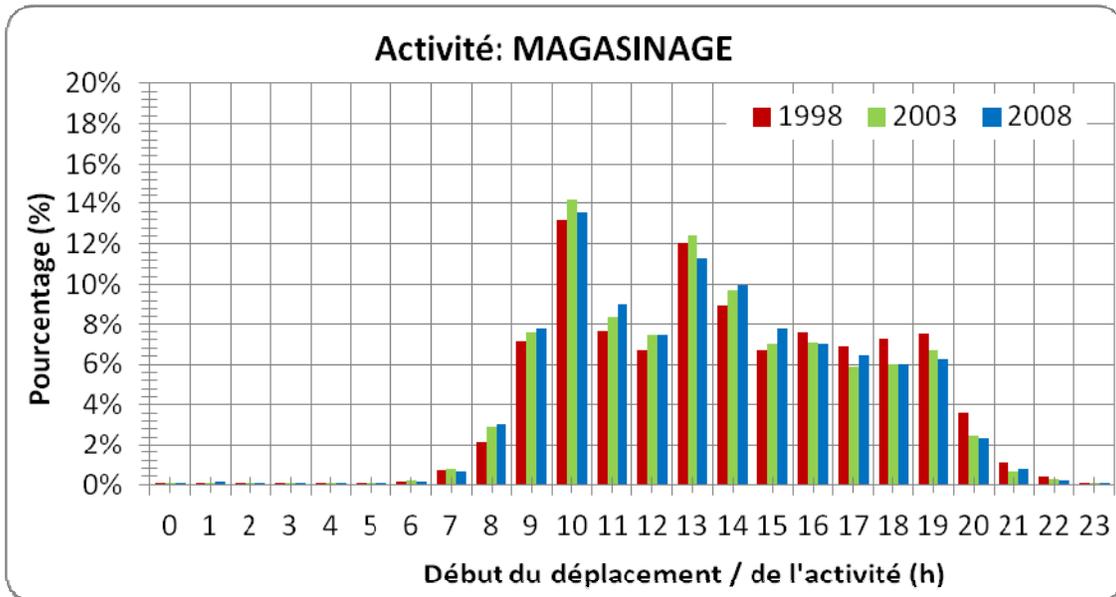


Figure 64. Distribution temporelle des débuts de déplacement / activité magasinage

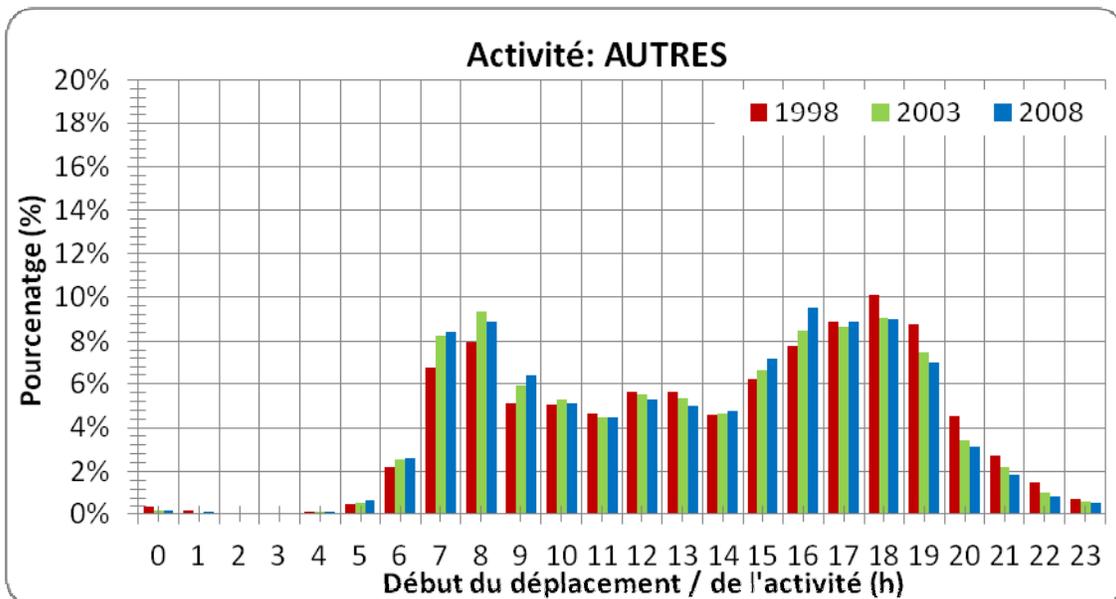
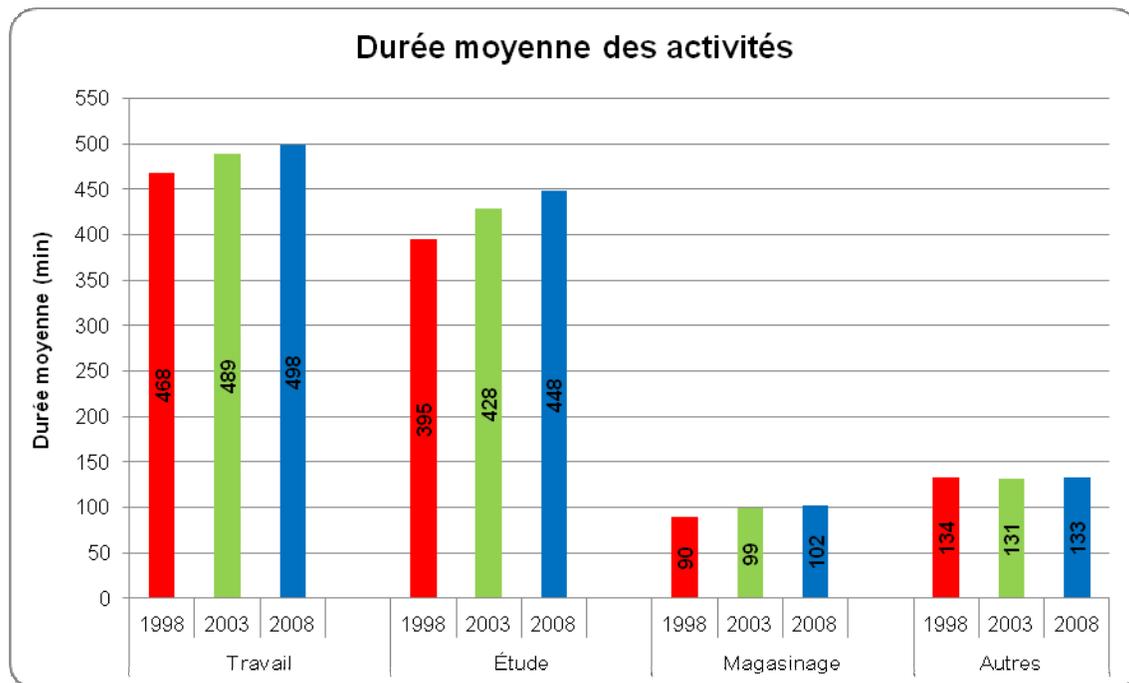


Figure 65. Distribution temporelle des débuts de déplacement / activité autres

### 5.1.3 Durée des activités

Cette section s'intéresse à la durée moyenne de ces mêmes activités lors d'un jour moyen de semaine. Les mêmes ensembles de données sont utilisés. Les tests statistiques (t-tests) démontrent que les distributions des durées d'activités sont significativement différentes (99 %) entre 1998 et 2003 ainsi qu'entre 2003 et 2008. La Figure 66 présente la durée moyenne des

activités. On observe que la durée moyenne des activités travail était de 468 minutes en 1998 et qu'elle a augmenté à 489 minutes en 2003 puis à 498 minutes en 2008. Ceci peut traduire à la fois une augmentation du temps passé au lieu de travail, mais aussi l'effet de l'augmentation du temps de déplacement pour y accéder puisque l'heure de départ du déplacement est utilisée comme heure d'amorce de l'activité. L'analyse démontre aussi que la durée moyenne de l'activité étude a beaucoup augmenté sur dix ans, passant de 395 minutes à 448 minutes (+13.4 %). Cela peut être expliqué par le fait qu'il y a moins de jeunes enfants dans la population, par les programmes spéciaux dans les écoles publiques et par la popularité des écoles privées. La durée moyenne des activités magasinage a aussi légèrement augmenté alors que la durée moyenne des activités (autres) est demeurée relativement constante à travers le temps.



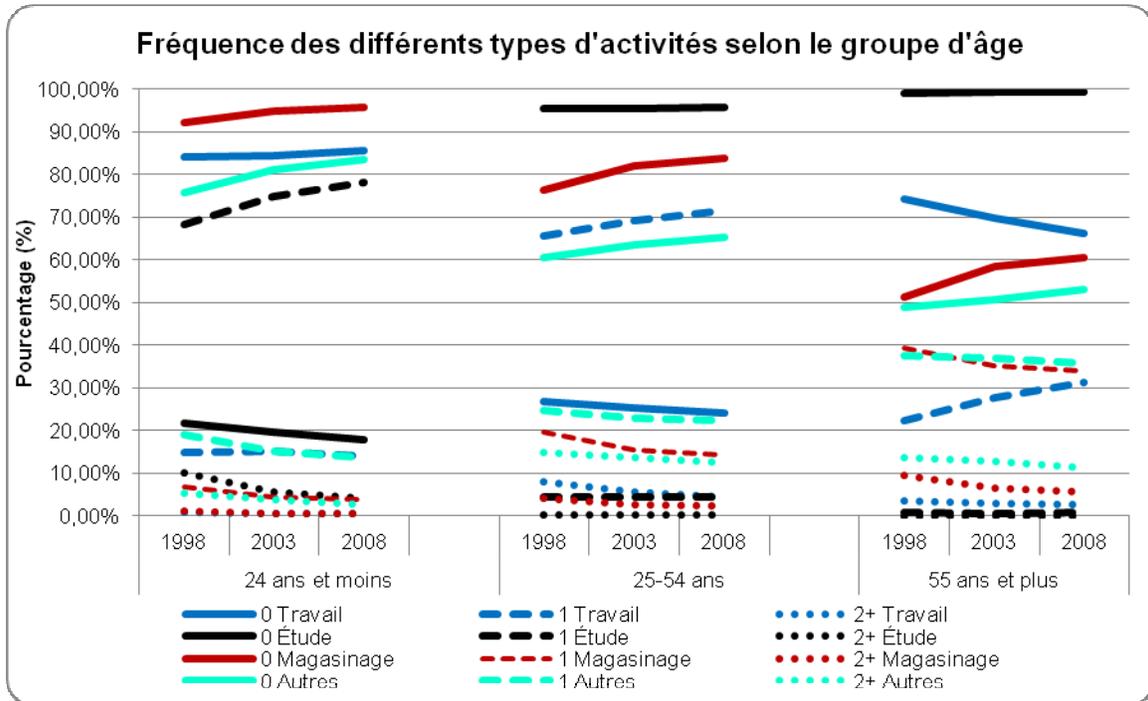
**Figure 66. Durée moyenne des activités**

#### 5.1.4 Tendances principales par groupes sociodémographiques

Des analyses similaires sont maintenant conduites, mais par groupes sociodémographiques impliquant des variables telles que l'âge, le genre ou l'occupation principale.

### Fréquence d'activités

L'analyse globale a démontré que la fréquence de réalisation des activités travail est en augmentation significative. Cette section vise à mieux comprendre comment cette tendance varie au sein de certains groupes démographiques. La Figure 67 présente l'évolution des fréquences (0, 1 et 2+) d'activités (travail, étude, magasinage, autres) pour trois groupes d'âge.

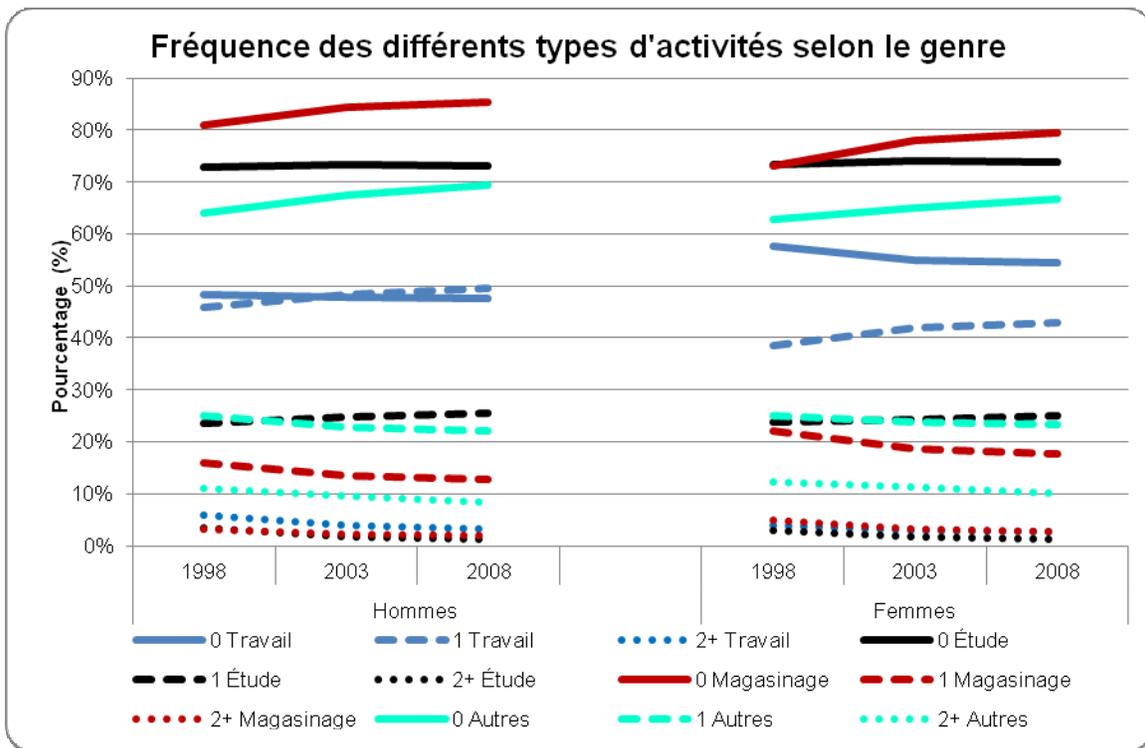


**Figure 67. Fréquence (0, 1 et 2+) des différents types d'activités selon le groupe d'âge**

Ce graphique confirme que les moins de 25 ans font principalement des activités études, les 25-54 ans font principalement des activités travail et que les 55 ans et plus font principalement des activités magasinage et autres. On observe par ailleurs que ces patrons deviennent encore plus dominants avec le temps (augmentation de la proportion de 24 ans et moins faisant 1 activité étude par jour et augmentation de la proportion de 25-54 ans faisant une activité travail par jour). Dans le cas des 55 ans et plus, le fait de faire 1 déplacement travail par jour est en augmentation alors que la fréquence nulle (0 déplacement travail) diminue pour ce même groupe.

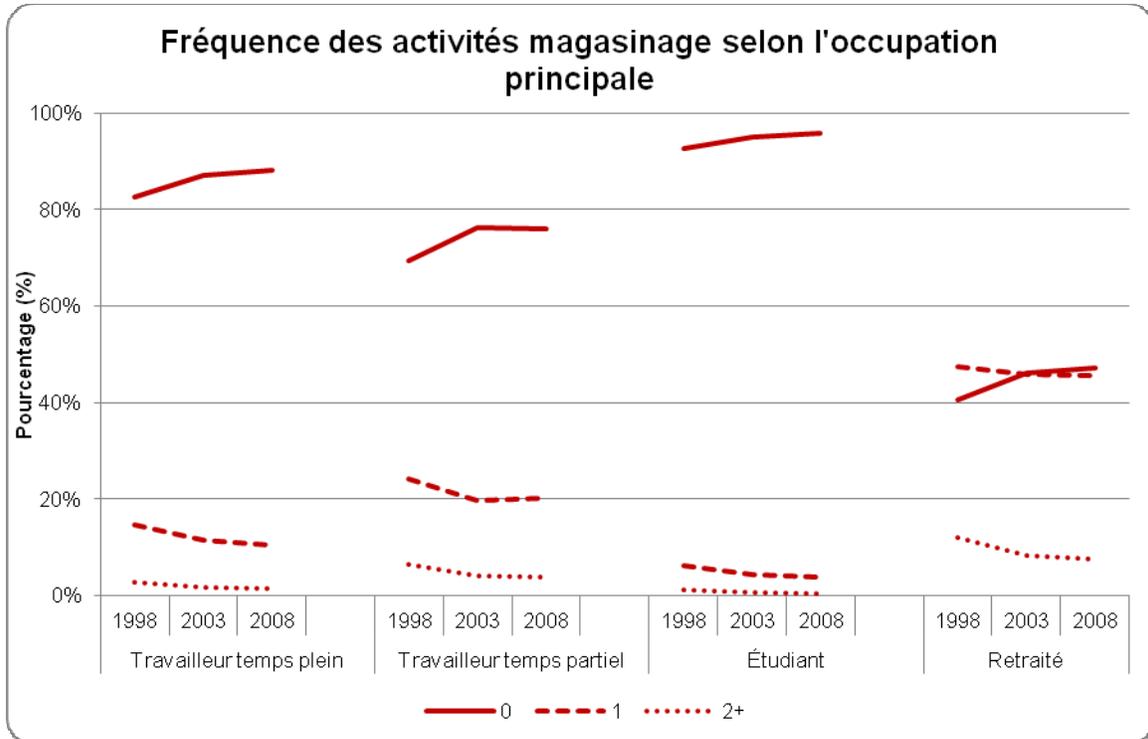
En 1998, 23 % des personnes faisait une activité magasinage ou plus par jour. Cette proportion est tombée à 18,7 % en 2003 et à 17,7 % en 2008. La Figure 67 vient confirmer que la diminution de l'occurrence des activités magasinage s'avère pour tous les groupes d'âge; les 55 ans et plus demeurent le groupe qui fait le plus d'activités magasinage.

La Figure 68 présente la fréquence des activités selon le genre. Les tests statistiques confirment que ces fréquences sont significativement différentes (niveau de 99 %) entre les années, pour les hommes et les femmes. Cela montre que les fréquences augmentent à la fois pour les hommes et les femmes, mais qu'elles sont plus élevées chez les hommes (ceci est amplifié par la composition démographique qui diffère entre les deux groupes). En outre, les fréquences augmentent plus rapidement chez les femmes que chez les hommes ce qui confirme l'idée qu'il y a un certain rattrapage des femmes en termes de participation au marché du travail.



**Figure 68. Fréquence des différentes activités (0, 1 et 2+) en fonction du genre**

La Figure 69 présente l'évolution des fréquences des activités magasinage en fonction de l'occupation principale de la personne. Pour les travailleurs et étudiants, cette fréquence a diminué sur dix ans. Ceci peut être lié à l'augmentation de la durée du temps alloué (déplacement + activité) au travail et aux études, laissant moins de temps pour effectuer les autres activités lors d'un jour type de semaine. Cette fréquence diminue aussi pour les personnes retraitées.



**Figure 69. Fréquence des activités magasinage selon l'occupation principale**

Enfin, le Tableau 6 présente les résultats des différents tests de significativité des différences qui ont été effectués pour comparer les fréquences d'activités entre années ainsi qu'entre groupes sociodémographiques. Il est notable d'observer qu'une majorité de comparaisons se traduisent par des constats de différences statistiquement significatives. **Cela relève une limite évidente de la version actuelle de TASHA qui considère que les distributions observées dans les enquêtes à l'année de référence demeurent constantes dans le temps.**

**Tableau 6. Résultats des tests statistiques pour les fréquences d'activités**

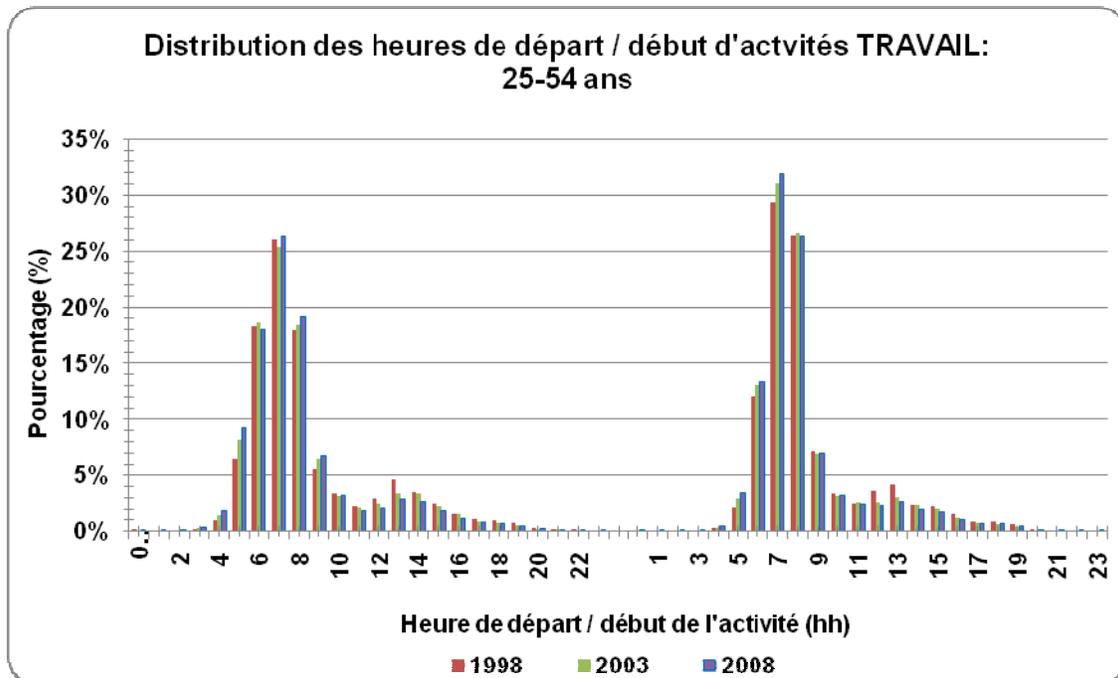
Variables	Groupe	Année	Travail	Étude	Magasinage	Autres
Groupe d'âge	24 ans et moins	98-03	Non sign.	*99.9 %	*99.9 %	*99.9 %
		03-08	*99.9 %	*99.9 %	*99.9 %	*99.9 %
	25-54 ans	98-03	*99.9 %	Non sign.	*99.9 %	*99.9 %
		03-08	Non sign.	*99.9 %	*99.9 %	*99.9 %
	55 ans et plus	98-03	*99.9 %	*99 %	*99.9 %	*99.9 %
		03-08	*80 %	Non sign.	*99.9 %	*99.9 %
Genre	Hommes	98-03	*99.9 %	*99.9 %	*99.9 %	*99.9 %
		03-08	*99.9 %	*99.9 %	*80 %	*99.9 %
	Femmes	98-03	*99.9 %	*99.9 %	*99.9 %	*99.9 %
		03-08	*99 %	*99.9 %	*80 %	*99.9 %
Occupation principale	Travailleur temps plein	98-03	*99.9 %	*99.9 %	*99.9 %	*99.9 %
		03-08	*99.9 %	*99.9 %	*99.9 %	*99.9 %
	Travailleur temps partiel	98-03	Non sign.	*99.9 %	*99.9 %	*90 %
		03-08	*95 %	Non sign.	Non sign.	*99.9 %
	Étudiant	98-03	Non sign.	*99.9 %	*99.9 %	*99.9 %
		03-08	*99.9 %	*99.9 %	*99.9 %	*99.9 %
	Retrait	98-03	Non sign.	*95 %	*99.9 %	Non sign.
		03-08	*98 %	Non sign.	*99.9 %	*99.9 %
Permis de conduire	Oui	98-03	*99.9 %	*99.9 %	*99.9 %	*99.9 %
		03-08	*99.9 %	Non sign.	Non sign.	*99.9 %
	Non	98-03	*99.9 %	*99.9 %	*99.9 %	*99.9 %
		03-08	*99 %	*95 %	*95 %	*90 %

**Distribution temporelle (heures de départ/début des activités)**

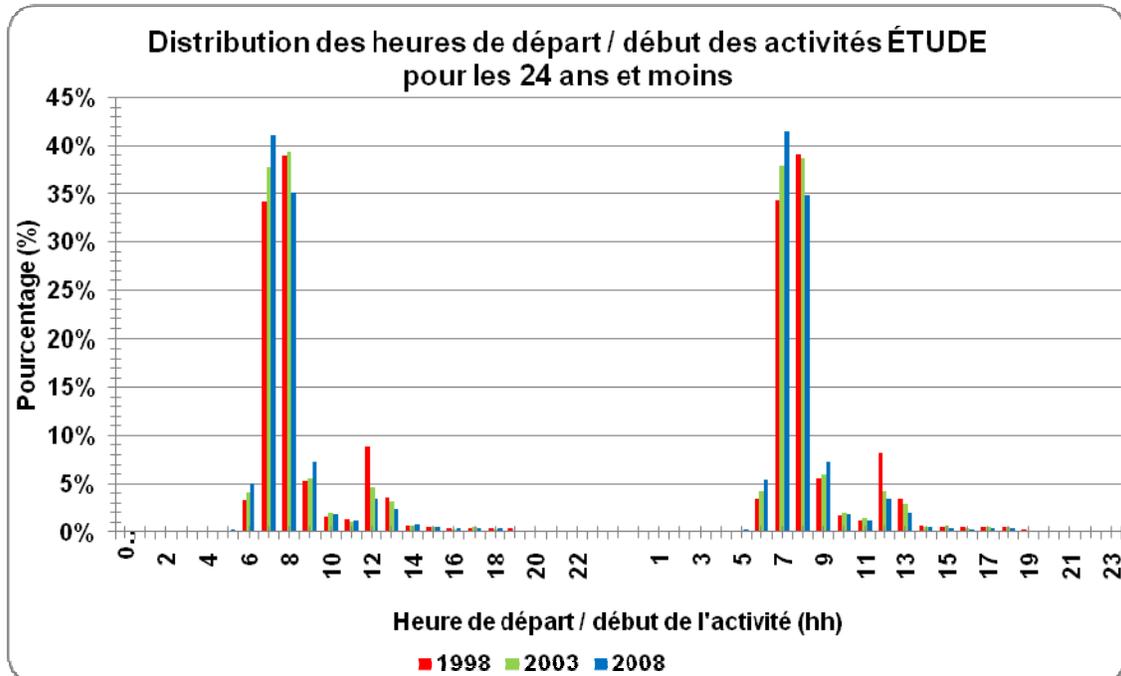
La Figure 70 présente l'évolution de la distribution temporelle des départs/débuts d'activités travail pour les 25-54 ans, selon le genre. Le premier élément qui ressort est que la distribution des femmes est plus concentrée en pointe du matin que la distribution des hommes. Environ les tiers des activités travail des femmes s'amorcent entre 7 h et 8 h. Chez les hommes, une plus forte proportion de départs s'effectue entre 5 h et 7 h du matin. Au niveau des tendances temporelles, la proportion de départs s'effectuant entre 6 h et 8 h augmente chez les femmes

alors que la proportion de départs s'effectuant entre 5 h et 6 h augmente chez les hommes. Il y a aussi moins de début d'activité, en proportion, entre 12 h et 13 h ce qui pourrait être l'effet d'une diminution des sorties sur l'heure du diner.

La Figure 71 présente le même type de distribution temporelle, mais pour les activités étude et pour les 24 ans et moins (activité dominante). Il ne semble pas y avoir de différence importante entre les hommes et les femmes pour ce type d'activités. Les départs/débuts d'activités sont principalement concentrés entre 7 h et 9 h. Au niveau des tendances sur 10 ans, on observe une augmentation de la proportion de départs qui s'effectuent entre 7 h et 8 h et une diminution entre 12 h et 13 h donc possiblement moins de sortie sur l'heure du diner. Cette diminution, ainsi que celle observée pour le travail, pourrait aussi être liée à une sous-déclaration de déplacements lors des entrevues téléphoniques, mais nous ne disposons d'aucune analyse permettant de le valider. En outre, on suppose qu'il s'agit là d'un changement comportemental.



*Figure 70. Distribution des heures de départ / début d'activités des activités travail selon le genre (25-54 ans)*



*Figure 71. Distribution des heures de départ / début d'activités étude selon le genre (24 ans et moins)*

Le Tableau 7 présente les résultats des tests statistiques portant sur les distributions temporelles des heures de départ / début d'activités.

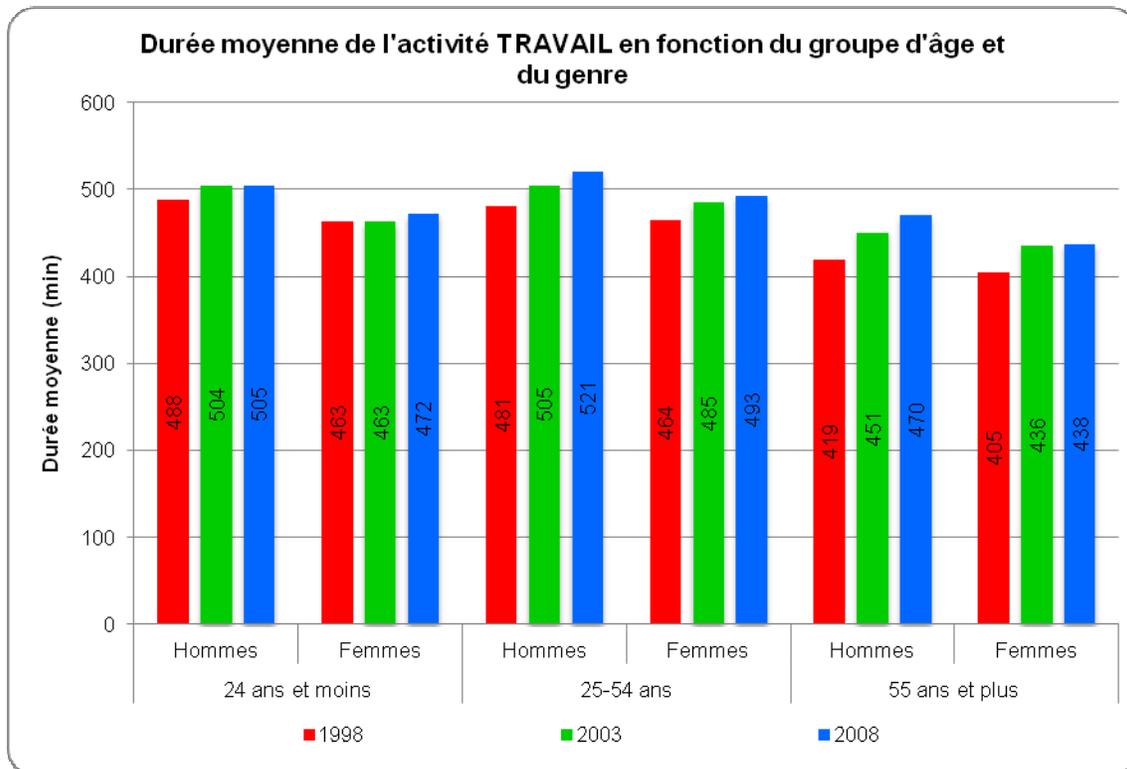
**Tableau 7. Résultats des tests statistiques pour les heures de départ / durées d'activités**

Variables	Groupe	Année	Travail	Étude	Magasinage	Autres	
<b>Groupe d'âge</b>	24 ans et moins	98-03	Non sign.	*99.9 %	*99 %	*95 %	
		03-08	*90 %	*99.9 %	Non sign.	*99 %	
	25-54 ans	98-03	*99.9 %	*99.9 %	*99.9 %	*99.9 %	
		03-08	*99.9 %	*99.9 %	Non sign.	*95 %	
	55 ans et plus	98-03	*99.9 %	Non sign.	*99.8 %	*99.9 %	
		03-08	*99.9 %	Non sign.	*80 %	Non sign.	
<b>Genre</b>	Hommes	98-03	*99.9 %	*99.9 %	*99.9 %	*99.9 %	
		03-08	*99.9 %	*99.9 %	*99.8 %	*98 %	
	Femmes	98-03	*99.9 %	*99.9 %	*99.9 %	*99.9 %	
		03-08	*99.9 %	*99.9 %	*99.9 %	*99.9 %	
<b>Occupation principale</b>	Travailleur temps plein	98-03	*99.9 %	*98 %	*99.9 %	*99.9 %	
		03-08	*99.9 %	*80 %	Non sign.	Non sign.	
	Travailleur temps partiel	98-03	Non sign.	Non sign.	*98 %	*99.9 %	
		03-08	*99.8 %	*95 %	Non sign.	*99 %	
	Étudiant	98-03	Non sign.	*99.9 %	*90 %	*95 %	
		03-08	Non sign.	*99.9 %	Non-singe.	*95 %	
	Retraité	98-03	Non sign.	Non sign.	*99.9 %	*99.9 %	
		03-08	*80 %	Non sign.	Non sign.	Non sign.	
	<b>Permis de conduire</b>	Oui	98-03	*99.9 %	*99.8 %	*99.9 %	*99.9 %
			03-08	*99.9 %	*99.9 %	*99.9 %	*99.9 %
Non		98-03	Non sign.	*95 %	*90 %	*99.9 %	
		03-08	Non sign.	*99 %	*95 %	*99.9 %	

**Durée moyenne des activités**

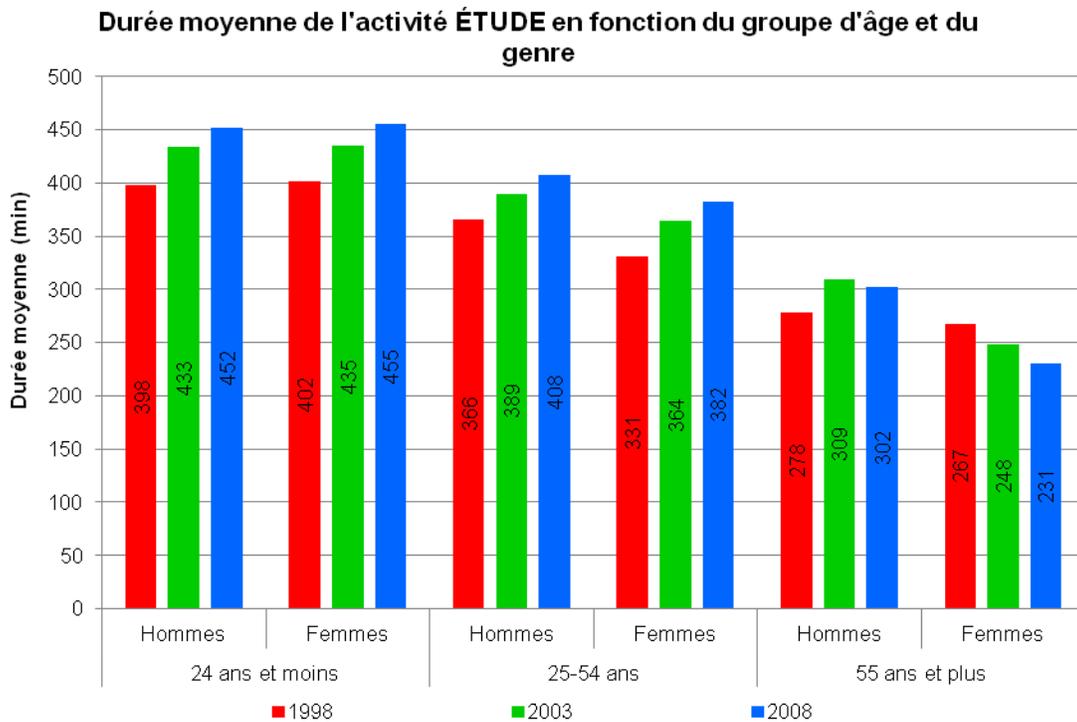
Nous avons vu précédemment que les 25-54 ans effectuaient la majorité des activités de type travail et que la durée moyenne de cette activité augmentait significativement avec le temps. La Figure 72 présente la durée moyenne des activités travail selon le groupe d'âge et le genre. Cette figure semble confirmer que la durée moyenne a augmenté pour tous les segments démographiques. Évidemment, la variabilité de la durée n'est pas montrée dans le graphique,

mais les tests statistiques de significativité des différences, qui en tiennent compte, permettront de valider si les différences observées au niveau des moyennes se confirment avec les distributions. Pour les 25-54 ans, la durée moyenne est passée de 481 minutes à 521 minutes pour les hommes sur 10 ans alors qu'elle est passée de 464 minutes à 493 minutes pour les femmes pendant la même période. Une forte augmentation est aussi observée pour les 55 ans et plus, principalement pour les hommes.



**Figure 72. Durée moyenne de l'activité travail selon le groupe d'âge et le genre**

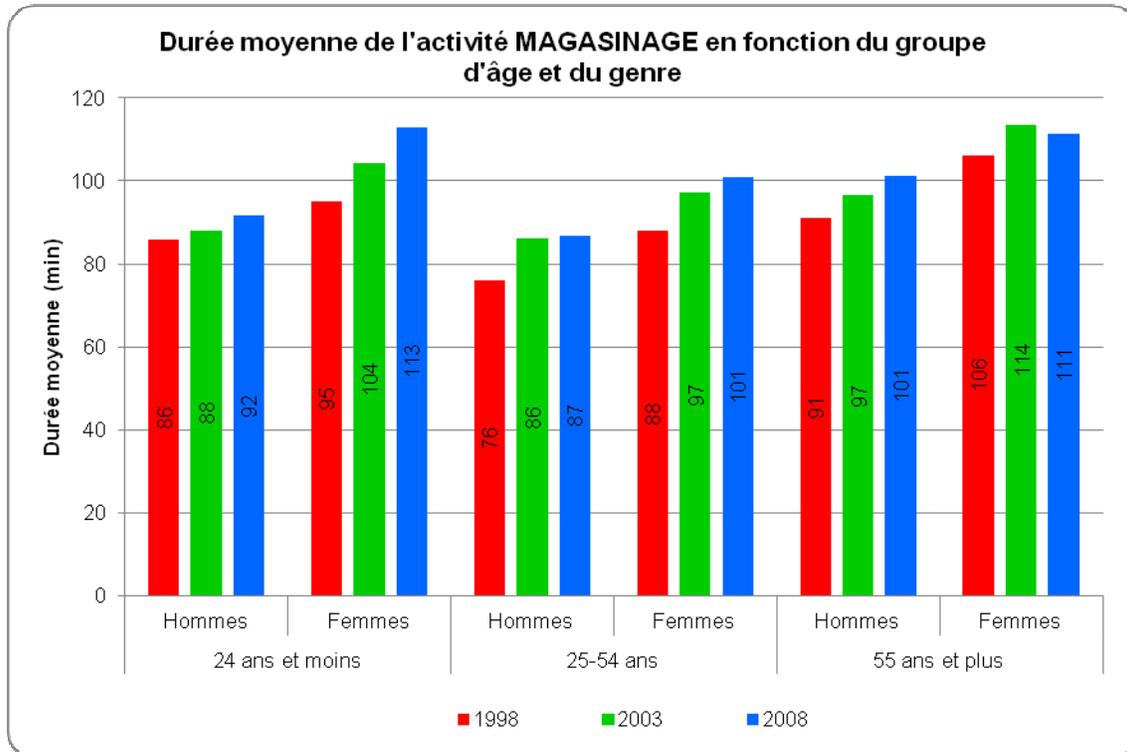
La Figure 73 présente le même type d'information pour les activités étude. Les 24 ans et moins sont ceux qui effectuent le plus d'activités de ce type. On observe que les durées moyennes pour ce type d'activités ont augmenté significativement sur une période de 10 ans pour les hommes et les femmes. Les différences entre les deux genres sont moins importantes que dans le cas du travail.



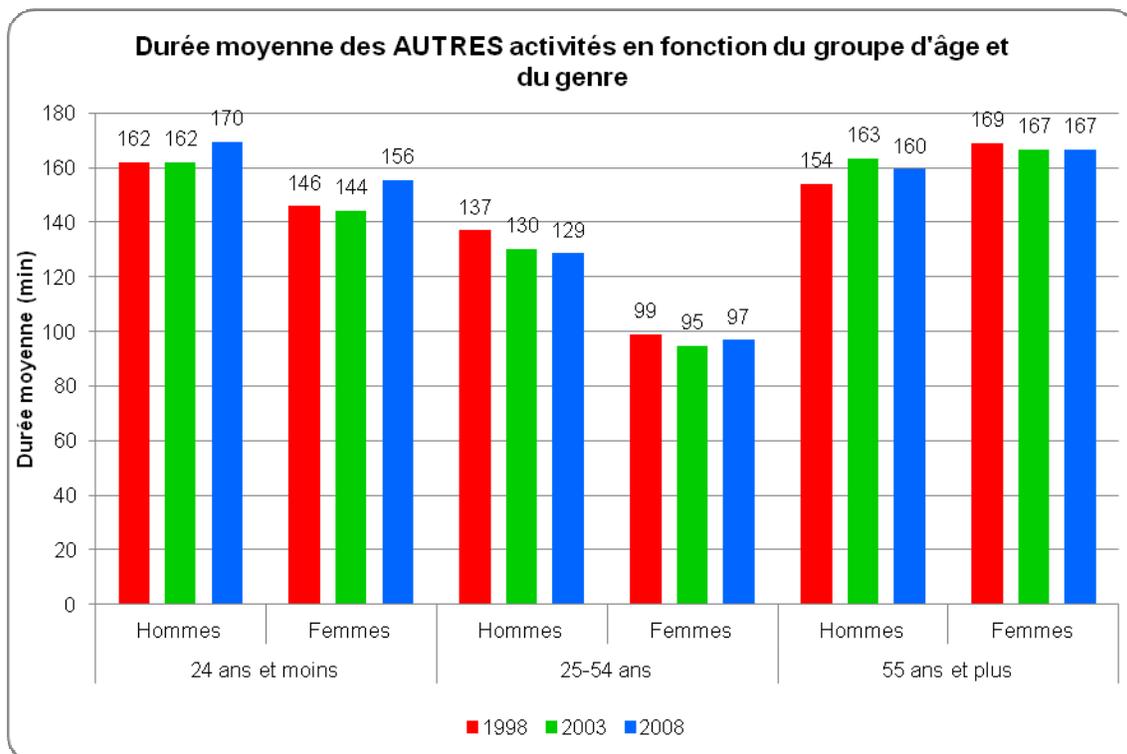
**Figure 73. Durée moyenne de l'activité étude selon le groupe d'âge et le genre**

Les analyses précédentes ont montré une modification dans les activités de magasinage. L'occurrence de ces activités est en diminution. On observe que les travailleurs et étudiants passent de plus nombreuses heures en activité travail et étude et que la fréquence de leurs activités magasinage et autres est en diminution. Cependant, l'étude des durées moyennes d'activités magasinage révèle une augmentation de la durée moyenne. Il semble donc y avoir deux tendances simultanées à savoir une diminution de leur occurrence, mais une augmentation de leur durée moyenne. Ces activités se font donc moins fréquemment, mais lorsqu'elles sont réalisées, elles durent en moyenne plus longtemps. Ceci peut être le résultat d'une concentration des activités magasinage dans le temps et l'espace, ce qui est certainement facilité par la disponibilité croissante de méga centres commerciaux. L'évolution des comportements de magasinage hors domicile mériterait d'être examinée de façon plus approfondie. Il faudrait d'ailleurs mettre à contribution les données sur les déplacements de fin de semaine qui ont été recueillies en 1998 et 2008 afin de comprendre plus globalement les tendances observées.

Aussi, il faut rappeler que ces durées incluent les temps de déplacement et qu'une partie de l'augmentation peut être le résultat d'une augmentation des temps de déplacement pour accéder au lieu d'activité.

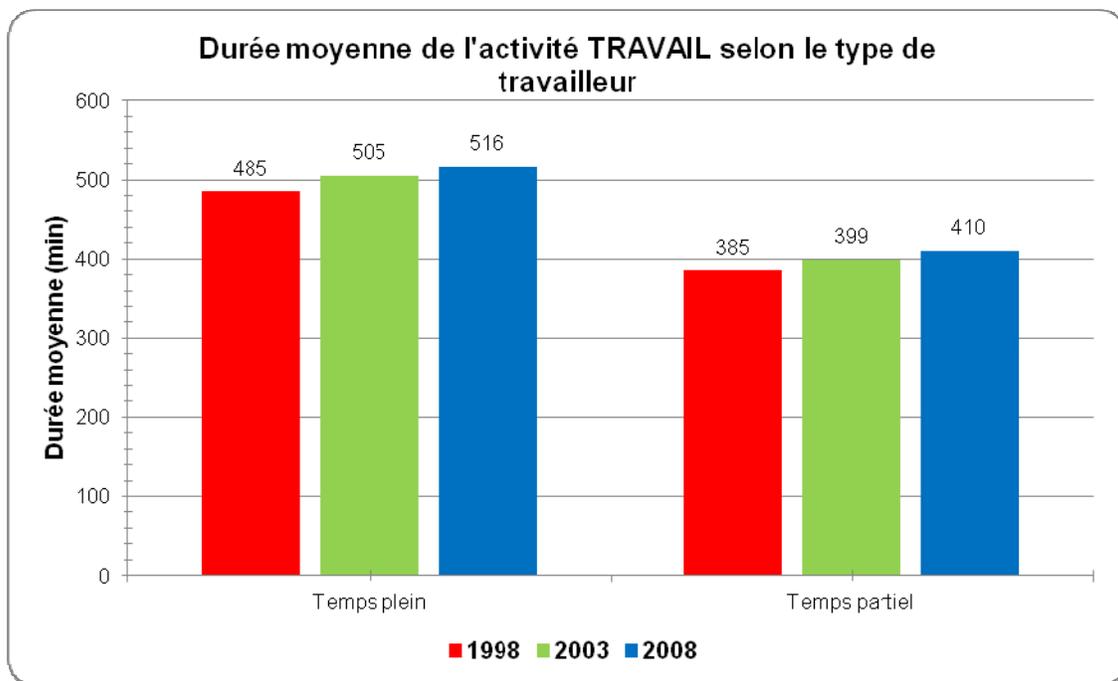


*Figure 74. Durée moyenne de l'activité magasinage selon le groupe d'âge et le genre*

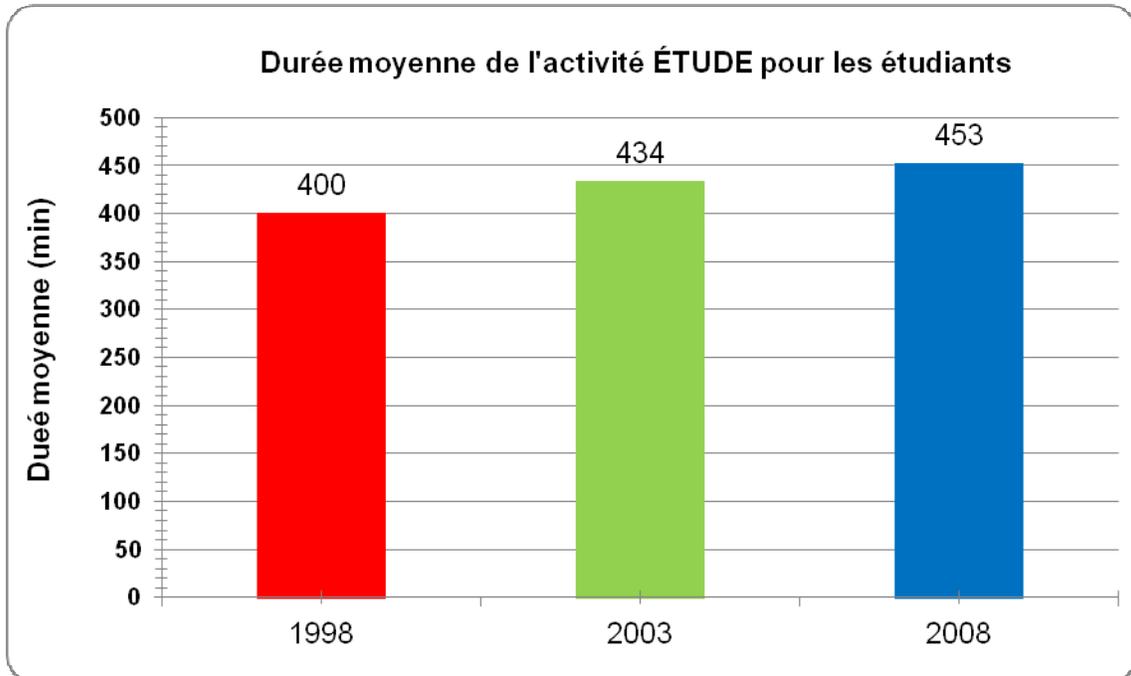


*Figure 75. Durée moyenne des autres activités selon le groupe d'âge et le genre*

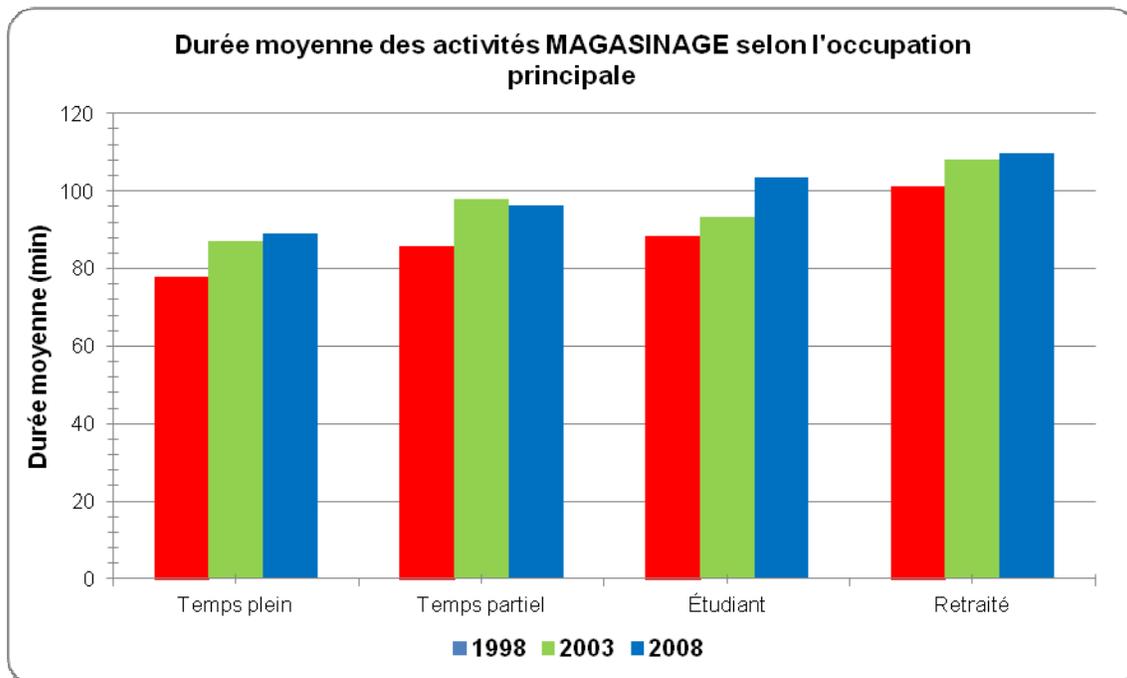
Les durées moyennes des activités travail et étude sont aussi examinées en fonction de l'occupation principale de la personne. La Figure 76 confirme que la durée moyenne des activités travail augmente à la fois pour les travailleurs à temps plein et à temps partiel. La Figure 77 confirme l'augmentation de la durée moyenne des activités études pour les étudiants. L'application interactive permet aussi d'observer cette augmentation de la durée d'activité. Les augmentations sont plus importantes pour les cohortes les plus jeunes (5-9 ans et 10-14 ans). Cette augmentation est en lien avec la part plus importante des femmes sur le marché du travail et l'augmentation de la durée de l'activité travail. L'horaire des enfants est calqué sur celui des parents qui travaillent.



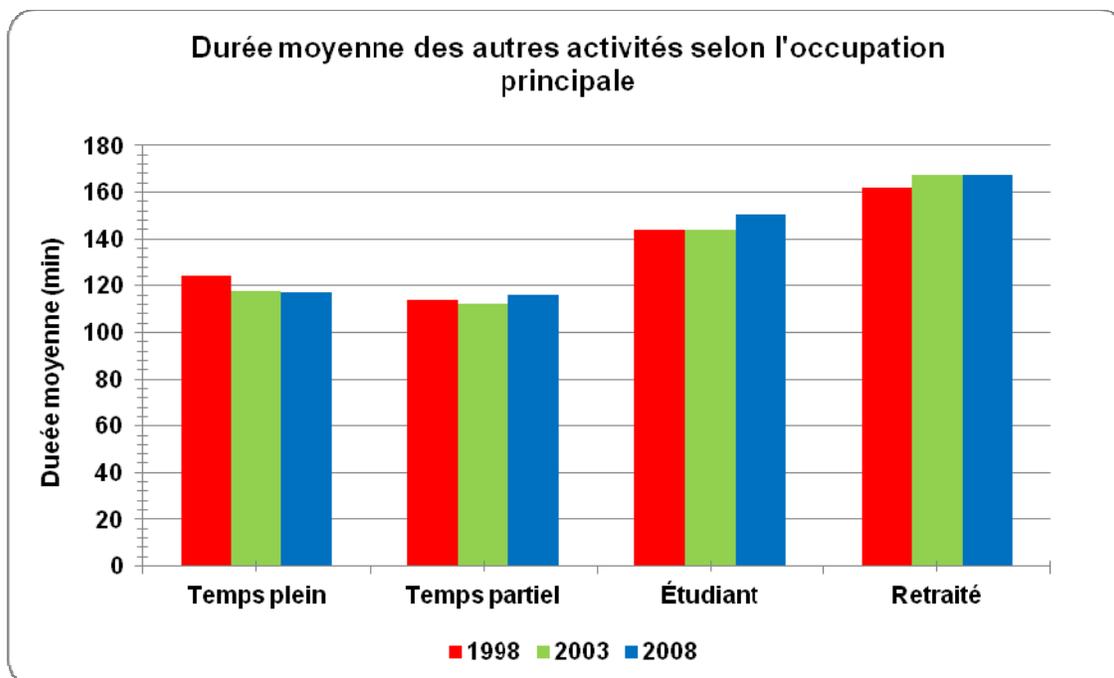
*Figure 76. Durée moyenne de l'activité travail par type de travailleur (temps plein vs temps partiel)*



*Figure 77. Durée moyenne de l'activité étude pour les étudiants*



*Figure 78. Durée moyenne de l'activité magasinage selon l'occupation principale*



*Figure 79. Durée moyenne des autres activités selon l'occupation principale*

Le Tableau 8 présente les résultats des tests statistiques permettant d'évaluer si les différences entre durées moyennes ont évolué significativement entre deux enquêtes successives.

**Tableau 8. Résultats des tests statistiques pour les durées moyennes**

Variables	Groupe	Année	Travail	Étude	Magasinage	Autres	
Groupe d'âge	24 ans et moins	98-03	*95 %	*99.9 %	*99 %	Non sign.	
		03-08	Non sign.	*99.9 %	*99 %	*99.9 %	
	25-54 ans	98-03	*99.9 %	*99.9 %	*99.9 %	*99.9 %	
		03-08	*99.9 %	*99 %	*95 %	Non sign.	
	55 ans et plus	98-03	*99.9 %	Non sign.	*99.9 %	*90 %	
		03-08	*95 %	Non sign.	Non sign.	Non sign.	
Genre	Hommes	98-03	*99.9 %	*99.9 %	*99.9 %	*80 %	
		03-08	*99.9 %	*99.9 %	*99 %	Non sign.	
	Femmes	98-03	*99.9 %	*99.9 %	*99.9 %	*98 %	
		03-08	*99.9 %	*99.9 %	*99 %	*99.9 %	
Occupation principale	Travailleur temps plein	98-03	*99.9 %	Non sign.	*99.9 %	*99.9 %	
		03-08	*99.9 %	*98 %	Non sign.	Non sign.	
	Travailleur temps partiel	98-03	*99 %	Non sign.	*99.9 %	Non sign.	
		03-08	*95 %	*80 %	Non sign.	*95 %	
	Étudiant	98-03	*80 %	*99.9 %	*90 %	Non sign.	
		03-08	Non sign.	*99.9 %	*99.9 %	*98 %	
	Retraité	98-03	*95 %	*80 %	*99.9 %	*99 %	
		03-08	Non sign.	Non sign.	Non sign.	Non sign.	
	Permis de conduire	Oui	98-03	*99.9 %	*99.8 %	*99.9 %	*98 %
			03-08	*99.9 %	*99.9 %	*99.9 %	*99.9 %
		Non	98-03	*80 %	*99.9 %	*99.9 %	Non sign.
			03-08	*90 %	*99.9 %	Non sign.	Non sign.

## 5.2 Synthèse

Les analyses précédentes ont permis de constater que plusieurs des distributions qui alimentent TASHA ont évolué sur une période de 10 ans alors qu'elles sont supposées constantes aux fins de simulation. Il s'agit là d'une des limitations de la version actuelle du logiciel. En effet, en l'état, les programmes d'activités qui seront générés s'appuieront toujours sur les mêmes probabilités de fréquences, heures de départ et durées alors que certaines tendances sont observées.

Le Tableau 9 résume les principales tendances observées dans les trois principales distributions entrantes de TASHA et ce pour les 4 motifs à l'étude. Le Tableau 10 indique quels changements entre enquêtes successives sont statistiquement significatifs. De toutes les comparaisons, seule la fréquence des activités magasinage entre 2003 et 2008 est demeurée constante. Tous les autres paramètres ont connu des évolutions statistiquement significatives.

**Tableau 9. Synthèse des principales tendances dans les paramètres de TASHA**

Paramètre	Type d'activité	Tendance sur 10 ans
Fréquence	<b>Travail, magasinage et autres</b>	<b>Changements significatifs</b>
	Études	Stabilité
Heure de départ	<b>Travail, études, magasinage et autres</b>	<b>Changements significatifs</b>
Durée	<b>Travail, études et magasinage</b>	<b>Changements significatifs</b>
	Autres	Faibles changements

**Tableau 10. Synthèse des changements significatifs entre enquêtes successives**

	Période	Travail	Études	Magasinage	Autres
Fréquence	98-03				
	03-08				
Heure de départ	98-03				
	03-08				
Durée	98-03				
	03-08				

## 6 TASHA : simulations et validation

Dix simulations de TASHA ont été effectuées à l'aide des données de Montréal, en utilisant les paramètres de Toronto, mais les données de Montréal. Ainsi, les distributions des fréquences d'activités, heures de départ et durées d'activités sont celles de Toronto.

### 6.1 Résultats des simulations

Chaque simulation de TASHA se traduit par la production de plusieurs fichiers de résultats (la liste des champs disponibles dans chacun des fichiers est disponible en annexe):

- Un fichier de déplacements et de chaînes (fout\_chains2.txt), donc seulement les personnes mobiles, contenant différentes informations notamment: le numéro de ménage, le numéro de personne, le numéro du déplacement dans la séquence des déplacements quotidiens, l'heure de départ du déplacement, la durée du déplacement, le motif à l'origine et à la destination, les zones d'origine et destination, etc.
- Un sommaire des temps de déplacements impliqués dans les séquences d'activités qui sont basés sur le temps de déplacements fourni par le MTQ (fout\_pro.txt)
- Un sommaire des heures de départ du programme quotidien de chaque personne (fout\_sch.txt)
- Un fichier contenant les détails du processus de nettoyage du programme quotidien en vue de le rendre réalisable (lorsque prise en compte des temps de déplacement) (fout\_cle.txt)

C'est le fichier de déplacements qui contient l'information requise pour assurer la validation des résultats et qui est utilisé pour alimenter les autres étapes de la modélisation dans le cadre du modèle d'activités.

### 6.2 Validation macroscopique

La validation macroscopique consiste à comparer les estimations et observations globales, c.-à-d. au niveau de la région. Ces comparaisons sont effectuées au niveau de l'échantillon, c.-à-d. qu'aucun facteur de pondération n'est considéré.

Les indicateurs utilisés sont :

- le nombre total d'activités générées, par motif (distribution fréquentielle par type d'activité) ;
- la longueur des déplacements pour chaque type d'activité (kilomètres) (la distance est estimée de la même façon pour les observations et les simulations et correspond à la distance euclidienne entre les centroïdes des zones d'origine et de destination);
- la distribution temporelle des heures de départ;
- la distribution des durées moyennes d'activités, par type.

### 6.2.1 Nombre d'activités

Le Tableau 11 présente les résultats de la comparaison entre les estimations faites par TASHA et les observations tirées de l'enquête OD 2003.

D'abord, le nombre total d'activités générées par TASHA est présenté globalement et par type d'activité. Il s'agit de la moyenne des 10 simulations effectuées. L'écart-type (toujours d'après les 10 simulations) est aussi présenté. La variabilité globale des estimations est très faible, avec des coefficients de variation qui ne dépassent pas 1,5 %. La variation la plus élevée est associée aux activités de type « autres », ce qui est en phase avec la variabilité intrinsèque de ce type d'activités.

Le nombre d'activités déclarées dans l'enquête OD 2003 est ensuite présenté et comparé aux estimés faits par TASHA. Globalement, TASHA prévoit 13 570 activités de moins que ce qui a été déclaré (une erreur d'un peu plus de 10 %). Lorsqu'on regarde par type d'activités, on observe que TASHA sous-estime tous les types d'activités outre le travail pour lequel il fait une surestimation de 5,4 %. Les plus grandes différences sont observées pour les activités de type magasinage.

**Tableau 11. Nombre d'activités (île de Montréal – 24H), Comparaison TASHA (Paramètres TTS) vs OD 2003**

	Type d'activités					Total
	Travail	Étude	Magas.	Autres	Retour au domicile	
<b>TASHA: nombre total d'activités (moyenne de 10 simulations)</b>	26 027	12 170	9 329	16 862	53 946	<b>118 333</b>
<b>TASHA: écart-type du nombre total d'activités</b>	131	41	138	194	172	<b>382</b>
<b>TASHA: coefficient de variation du nombre total d'activités</b>	0,50 %	0,34 %	1,48 %	1,15 %	0,32 %	<b>0,32 %</b>
<b>OD 2003: nombre total d'activités observées</b>	24 693	13 004	10 829	24 309	59 068	<b>131 903</b>
<b>Comparaison: TASHA - OD (± nombre d'activités)</b>	1 334	-834	-1 500	-7 447	-5 122	<b>13 570</b>
<b>Comparaison: TASHA - OD (%)</b>	5,40 %	-6,41 %	-13,85 %	-30,64 %	-8,67 %	<b>-10,29 %</b>

### 6.2.2 Distance moyenne de déplacement

Le Tableau 12 présente aussi les résultats des distances moyennes de déplacement pour les différents types d'activités. Selon TASHA, la longueur moyenne d'un déplacement est de 6,4 km. Les déplacements pour motifs travail sont plus longs et ceux pour motif études plus courts. Cela semble tout à fait logique. La variabilité des distances estimées est très faible (moins de 1 %), la plus élevée étant observée pour les activités de type autre. Il est important de mentionner que le lieu habituel d'activité (travail) est une donnée entrante. Le modèle n'a donc pas besoin de déterminer un lieu de travail ce qui, évidemment, réduit de beaucoup l'incertitude.

La distance moyenne des déplacements déclarés dans l'enquête est de 5,63 km, ce qui est inférieur à ce qui est estimé par TASHA. Au niveau des distances pour le travail, le modèle ne fait pratiquement pas d'erreur puisque, tel que mentionné précédemment, le lieu d'emploi est connu (donnée entrante). Les erreurs les plus importantes sont observées pour les déplacements magasinage et autres, ce qui est aussi logique. La surestimation moyenne est de 13.3 %, mais elle est autour de 40 % pour les déplacements magasinage, ce qui n'est pas négligeable.

**Tableau 12. Comparaison TASHA vs OD 2003 des distances moyennes de déplacement**

	Type d'activités					Total
	Travail	Étude	Magas.	Autres	Retour au domicile	
<b>TASHA: distance moyenne des déplacements (km) (moyenne de 10 simulations)</b>	7,94	4,43	5,11	6,91	6,12	<b>6,38</b>
<b>TASHA: écart-type de la distance moyenne (km)</b>	0,03	0,02	0,05	0,03	0,02	<b>0,02</b>
<b>TASHA: coefficient de variation de la distance</b>	0,38 %	0,47 %	0,93 %	0,50 %	0,33 %	<b>0,29 %</b>
<b>OD 2003: distance moyenne observée (km)</b>	7,94	4,21	3,63	5,01	5,61	<b>5,63</b>
<b>Comparaison: TASHA - OD (± distance (km))</b>	0,00	0,22	1,48	1,90	,51	<b>0,75</b>
<b>Comparaison: TASHA-OD (%)</b>	0,01 %	5,26 %	40,87 %	37,87 %	9,10 %	<b>13,26 %</b>

### 6.2.3 Distribution des heures de départ

Les distributions des heures de départ sont ensuite examinées par type d'activité. Toutes les distributions sont présentées et analysées en pourcentage pour isoler la composante « distribution temporelle » (et ne pas intégrer aussi les différences en nombre d'activités). Les heures de départ sont préférées aux heures de début d'activités puisqu'elles sont directement déclarées dans l'enquête OD.

- La Figure 80 présente les distributions estimées par TASHA et observées ainsi que le différentiel entre les deux (TASHA – OD 2003). Les distributions sont en fait très similaires. On perçoit cependant que les distributions simulées par TASHA sont décalées dans le temps (sous-estimation des débuts d'activités à 7 h et surestimation des activités s'amorçant à 9 h). Ceci pourrait donc indiquer une différence comportementale entre les distributions temporelles observées à Montréal et Toronto. Selon cette comparaison, les montréalais partent plus tôt pour les activités travail.
- La Figure 81 présente les mêmes distributions pour les activités études. On observe le même phénomène c.-à-d. un décalage entre la distribution estimée par TASHA et celle observée de l'OD 2003. Il y a en effet une sous-estimation importante des départs entre 7 h et 7 h 59 et une surestimation de ceux s'effectuant entre 8 h et 8 h 59.

- La Figure 82 présente les distributions pour les activités magasinage. Les différences entre les simulations TASHA et les observations OD oscillent entre +4.3 % et -3.3 %. Typiquement, TASHA sous-estime la part des activités magasinage s’amorçant pendant la journée et surestime celle des activités en fin d’après-midi.
- Au niveau des autres types d’activités (Figure 83), on observe une sous-estimation des activités s’amorçant avant 9 h ainsi qu’entre 15 h et 16 h 59, mais de façon moins importante. Bien que le fait que la comparaison soit entre heure de départ et heure de début d’activité, les différences semblent aussi être au niveau comportemental pour ces activités.
- Dans le cas des retours à la maison (Figure 84), TASHA surestime les départs entre 15 h et 15 h 59 et sous-estime ceux entre 16 h et 17 h 59.
- Des tests de Kolmogorov-Smirnov (K-S) ont été utilisés pour vérifier si les distributions issues de TASHA et celles observées dans l’enquête OD sont similaires (statistiquement parlant, le test permet de tester si deux distributions indépendantes proviennent de populations ayant la même distribution sans devoir spécifier quel type de distribution – normale par exemple). Dans le cas du travail, le test confirme que les deux distributions sont similaires (la probabilité d’observer un écart D de 0,167 entre les deux distributions est très élevée à 0,893 donc les deux distributions sont similaires). Les distributions sont aussi similaires pour le magasinage et les retours. Ce même test indique aussi que les distributions sont différentes dans le cas des déplacements études et autres.

Il y a donc des différences au niveau des distributions temporelles des heures de départ entre ce qui est observé à Montréal, et ce qui est simulé par TASHA, ce dernier étant paramétré avec les distributions observées dans les enquêtes torontoises.

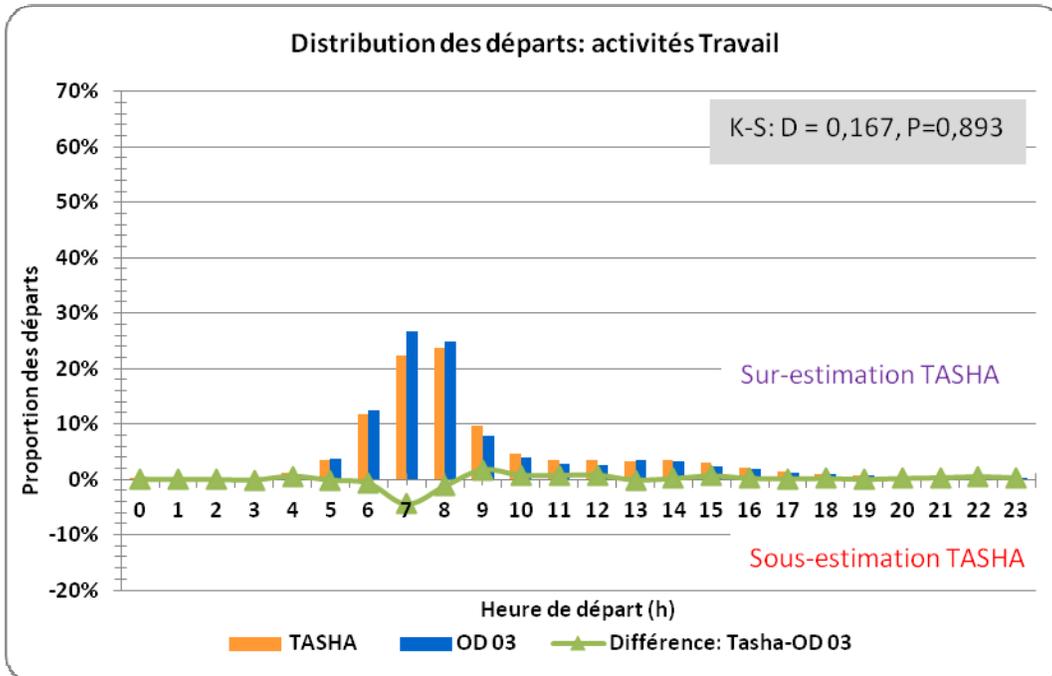


Figure 80. Distribution des heures de départ : activités travail – comparaison TASHA vs OD 2003

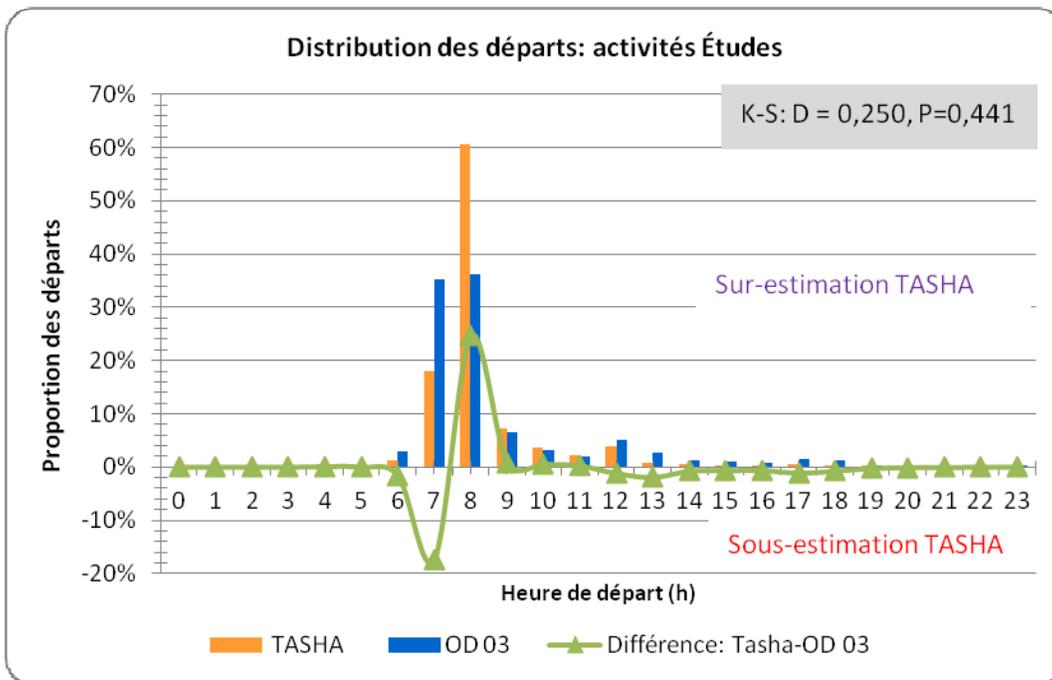


Figure 81. Distribution des heures de départ : activités études – comparaison TASHA vs OD 2003

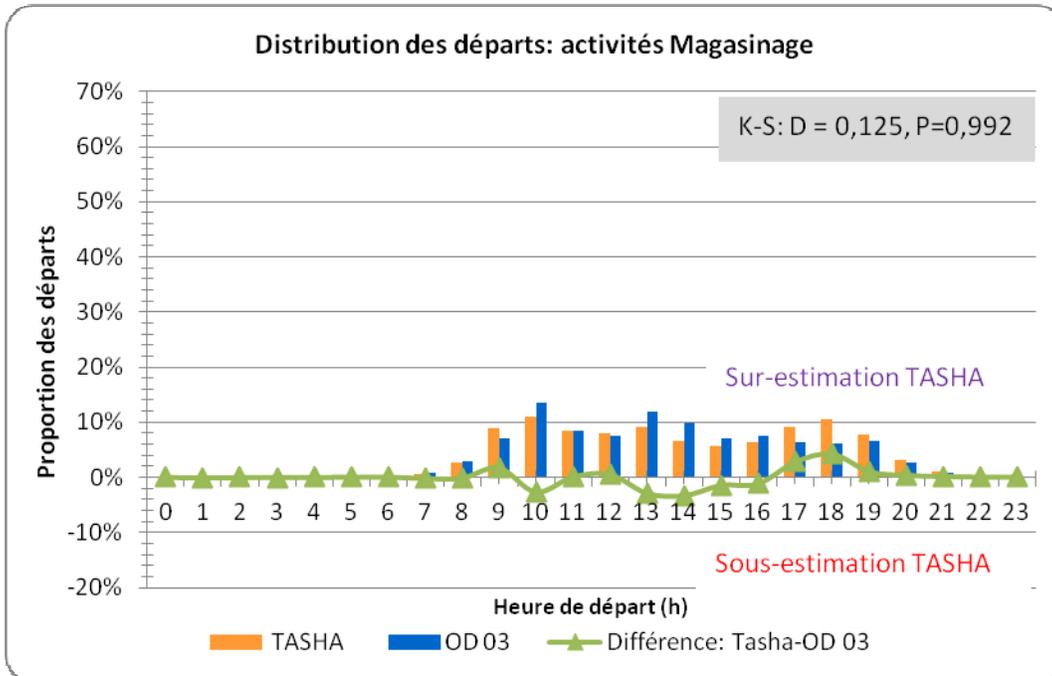


Figure 82. Distribution des heures de départ : activités magasinage – comparaison TASHA vs OD 2003

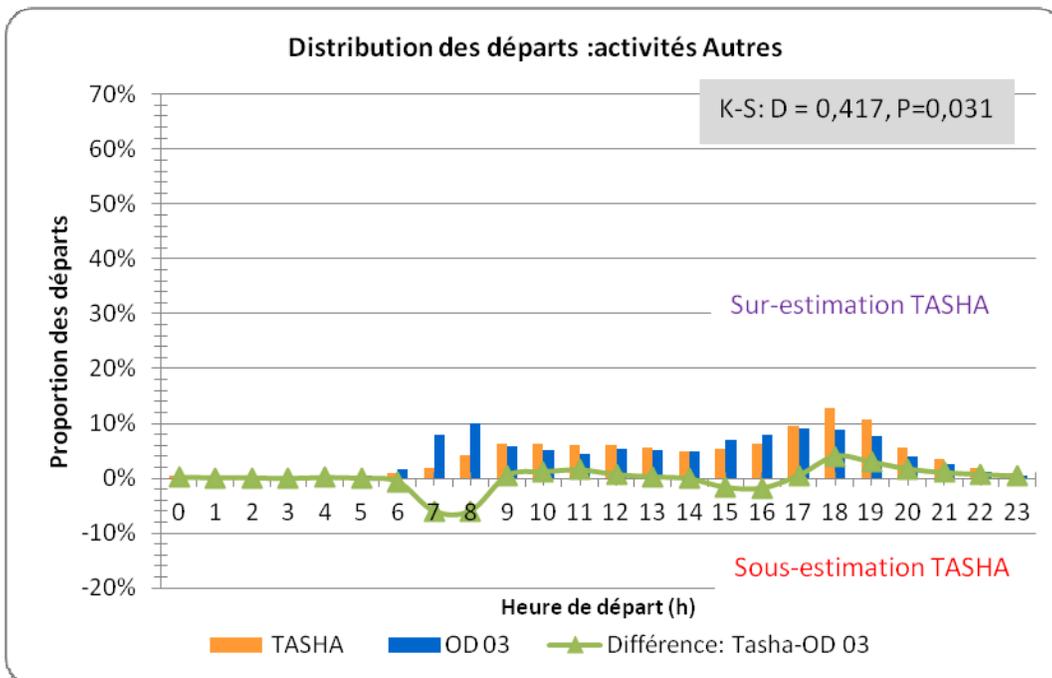


Figure 83. Distribution des heures de départ : activités autres – comparaison TASHA vs OD 2003

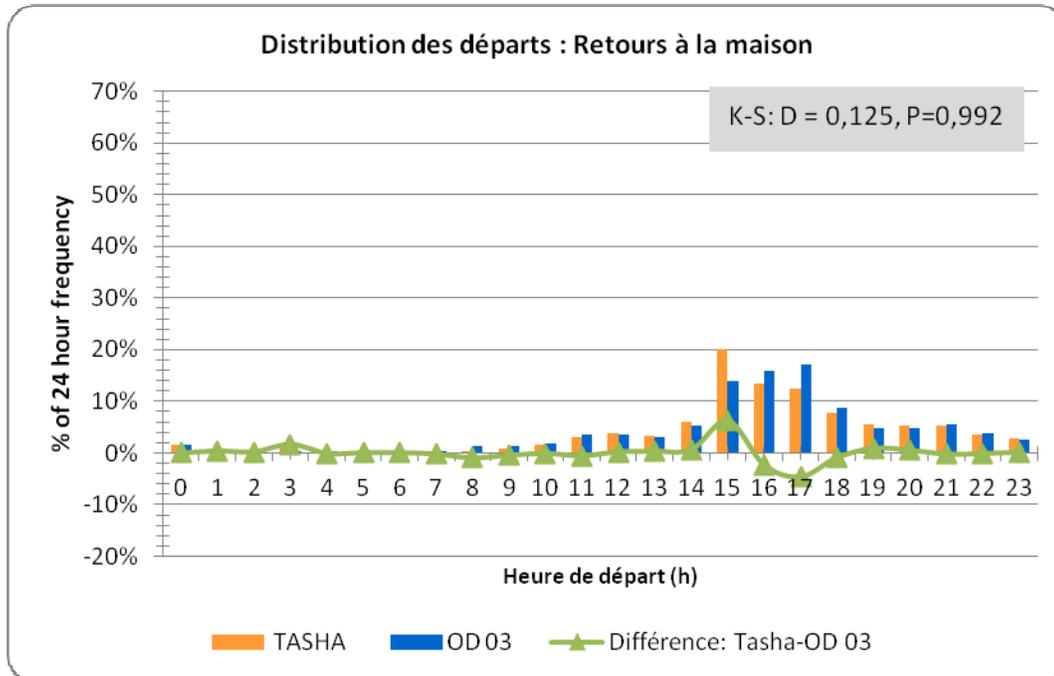
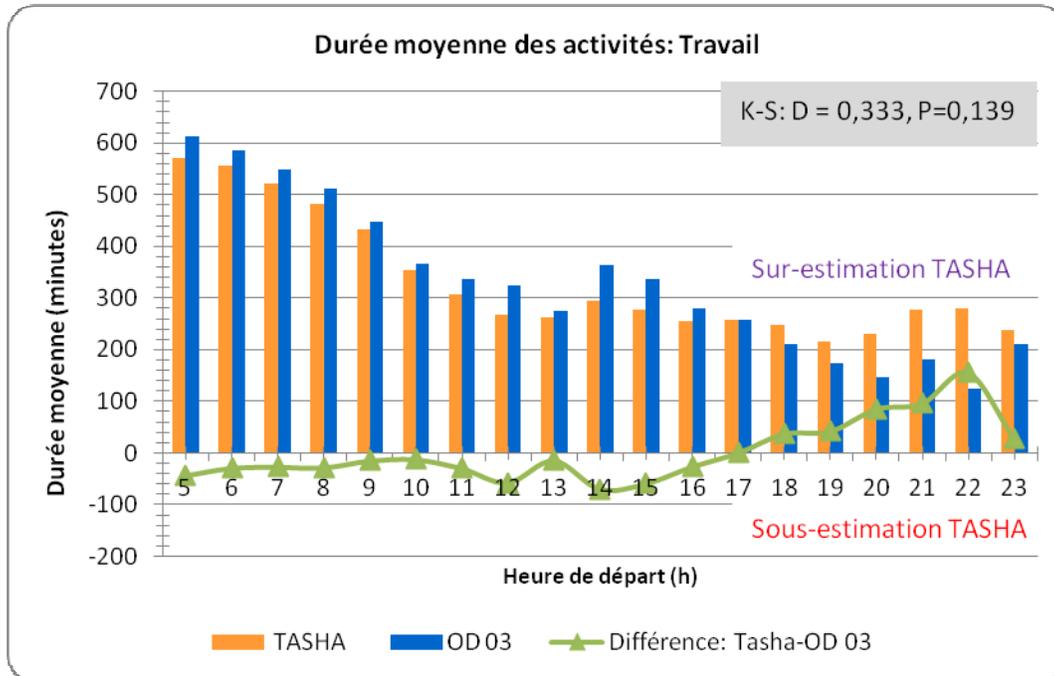


Figure 84. Distribution des heures de départ des retours à la maison – comparaison TASHA vs OD 2003

#### 6.2.4 Distribution des durées d'activités

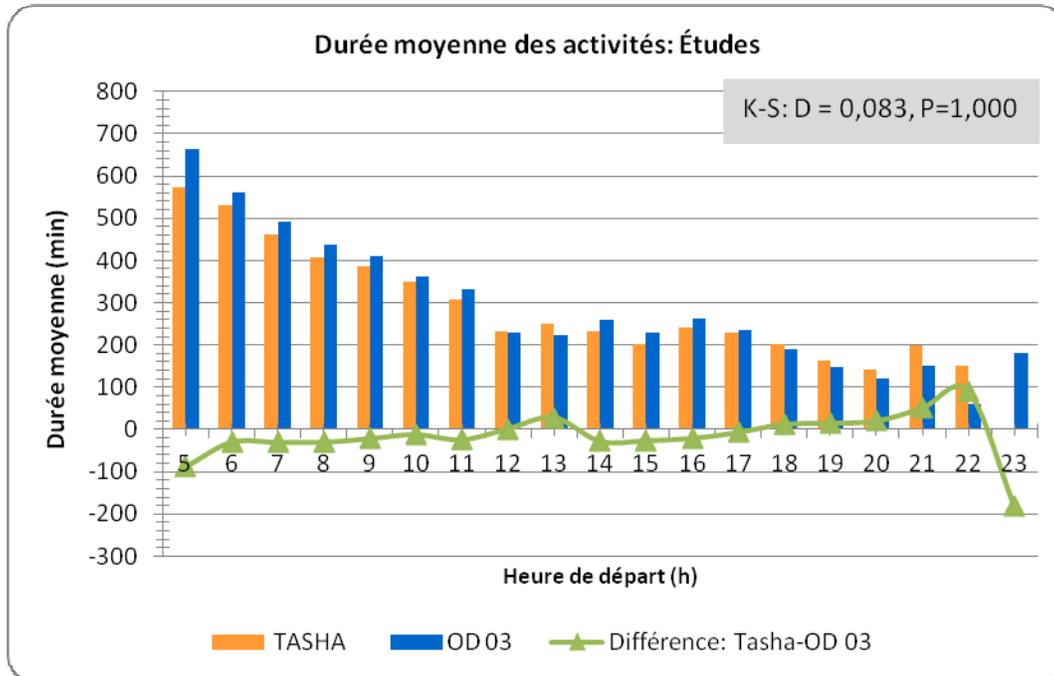
Aux fins de comparaison, les durées d'activités sont estimées similairement dans le fichier observé (OD 2003) et les fichiers de résultats de TASHA. La durée correspond au temps qui s'écoule entre deux déplacements successifs et inclut donc le temps de déplacement à destination du lieu d'activité.

- La Figure 85 présente les durées moyennes observées et simulées des activités travail selon l'heure de départ. Les durées moyennes sont sous-estimées pour toutes les activités partant avant 16 h, plage qui rassemble une grande majorité des départs pour travail. Le test de K-S indique qu'on ne rejette pas l'hypothèse que les distributions sont similaires, mais il est néanmoins moins concluant.



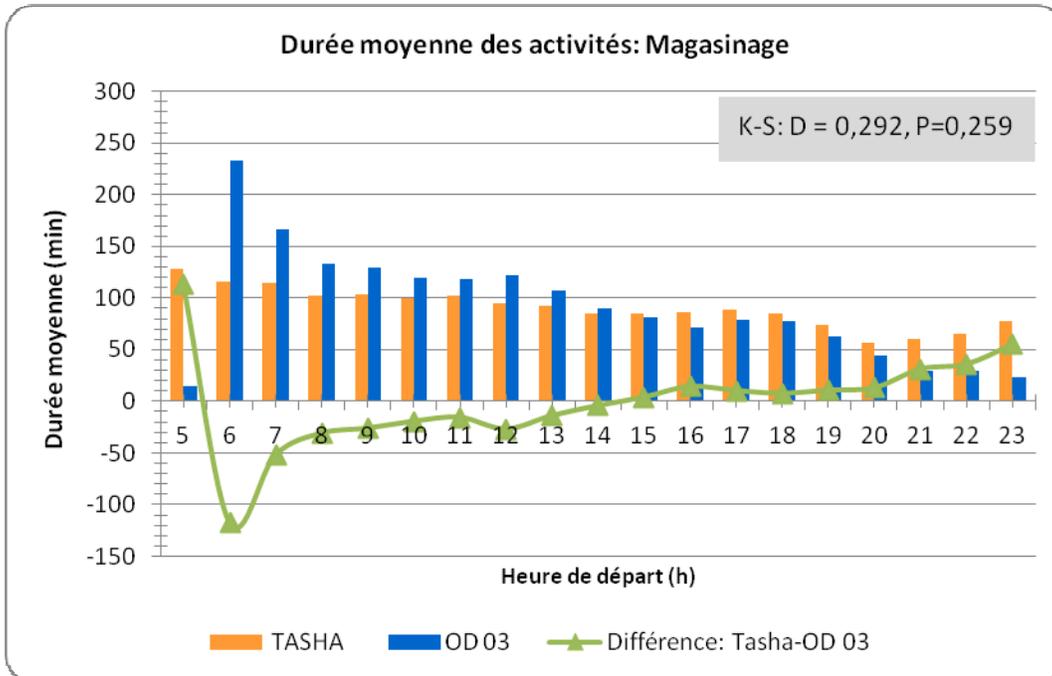
**Figure 85. Durée moyenne des activités travail en fonction de l'heure de départ – comparaison TASHA vs OD 2003**

- La Figure 86 présente les durées moyennes observées et simulées des activités études selon l'heure de départ. Les durées moyennes sont aussi sous-estimées pour à peu près toutes les heures de départ sauf de 12 h à 13 h 59 et après 17 h. Évidemment, il y a une concentration des départs pour motif études entre 7 h et 9 h. Le test statistique indique que les deux distributions sont similaires.

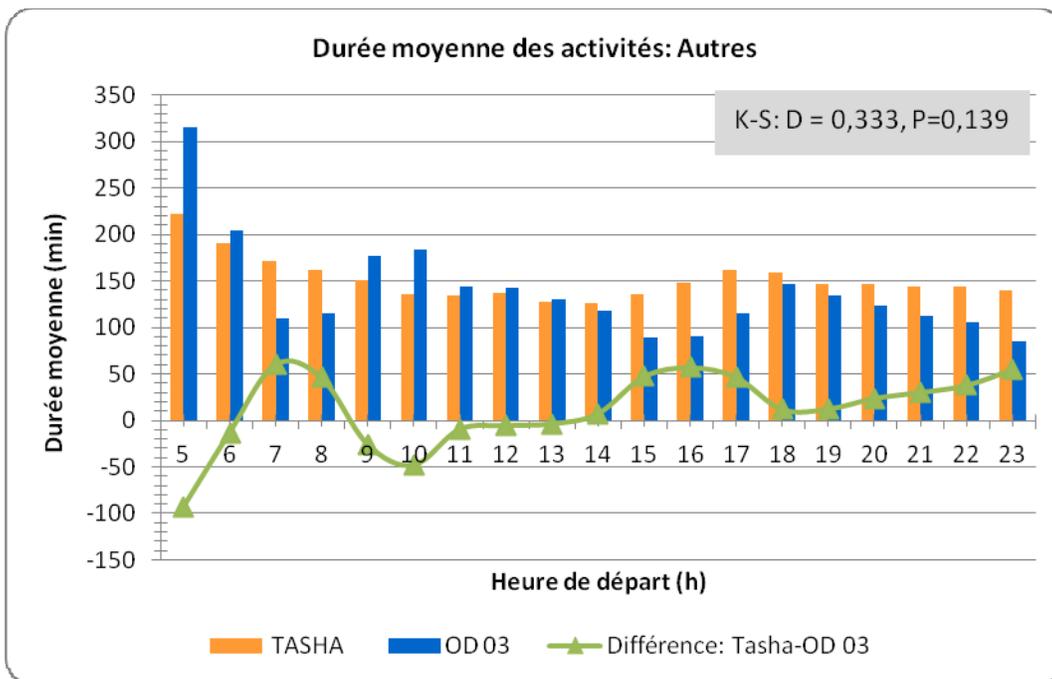


**Figure 86. Durée moyenne des activités étude en fonction de l'heure de départ – comparaison TASHA vs OD 2003**

- La Figure 87 présente les durées moyennes observées et simulées des activités magasinage selon l'heure de départ. Encore une fois, les durées sont sous-estimées pour les départs avant 14 h. Il y a ensuite surestimation des durées pour les départs qui s'effectuent plus tard, mais les différences sont moins grandes. Le test indique que les distributions sont assez similaires
- La Figure 88 présente les durées moyennes observées et simulées des activités autres selon l'heure de départ. Les écarts sont beaucoup plus variables à travers la journée : il y a sous-estimation des durées pour les déplacements s'amorçant en début de journée et surestimation pour les déplacements s'effectuant en fin d'après-midi. On pourrait déduire de cette comparaison ainsi que de celle des fréquences que les activités autres diffèrent entre Montréal et Toronto, tant en nature qu'en distribution temporelle. Comme dans le cas du travail, le test de K-S indique qu'on ne rejette pas l'hypothèse que les distributions sont similaires, mais il est néanmoins moins concluant.



**Figure 87. Durée moyenne des activités magasinage en fonction de l'heure de départ – comparaison TASHA vs OD 2003**



**Figure 88. Durée moyenne des activités autres en fonction de l'heure de départ – comparaison TASHA vs OD 2003**

### 6.3 Validation mésoscopique – segments âge\*genre

La validation mésoscopique se situe entre la validation macroscopique et la validation microscopique et vise à évaluer la performance du modèle pour différents segments de population.

Les mêmes indicateurs et distributions sont d'abord présentés pour des segments de population basés sur l'âge et le genre. Les populations concernées sont résumées au Tableau 13.

**Tableau 13. Résumé des groupes de population examinés – âge\*genre**

		Nombre de ménages	Nombre de personnes
24 ans et moins	<b>Hommes</b>	1093	8864
	<b>Femmes</b>	1331	8384
25-54 ans	<b>Hommes</b>	7242	13 725
	<b>Femmes</b>	8430	14 445
55 ans et plus	<b>Hommes</b>	3426	6247
	<b>Femmes</b>	5438	7959
<b>Total</b>		26 960	59 624

#### 6.3.1 Nombre d'activités

Le Tableau 14 présente la comparaison TASHA / OD 2003 du nombre d'activités faites par les hommes de 24 ans et moins. La variabilité des activités estimées par TASHA est faible pour les activités travail, étude et retours. Les activités magasinage ont la plus forte variabilité. TASHA sous-estime systématiquement les quantités d'activités de tous les types pour ce groupe de population. Un constat similaire est posé pour les femmes de 24 ans et moins alors que TASHA sous-estime leur nombre d'activités (Tableau 15) Les variabilités sont aussi similaires.

Dans le cas des 25-54 ans (Hommes : Tableau 16 et Femmes : Tableau 17), TASHA sous-estime tous les types d'activités sauf le travail. Les plus grandes différences sont observées pour les activités autres. Encore une fois les simulations de TASHA donnent des résultats similaires (faible coefficient de variation).

Pour les 55 ans et plus, TASHA sous-estime tous les types d'activités, pour les hommes (Tableau 18) et les femmes (Tableau 19). L'erreur est la plus élevée pour les activités études, mais elles sont très peu fréquentes donc ce n'est pas problématique.

**Tableau 14. Comparaison TASHA vs OD 2003 du nombre d'activités faites par les hommes de 24 ans et moins**

<u>Hommes – 24 ans et moins</u>	Type d'activités					<u>Total</u>
	<u>Travail</u>	<u>Étude</u>	<u>Magas.</u>	<u>Autres</u>	<u>Retour au domicile</u>	
TASHA: nombre total d'activités (moyenne)	1001	5437	321	1315	7558	<b>15 633</b>
TASHA: écart-type du nombre total d'activités	18,42	13,46	24,76	48,68	44,09	<b>93,73</b>
TASHA: coefficient de variation du nombre total d'activités	1,84 %	0,25 %	7,71 %	3,70 %	0,58 %	0,60 %
OD 2003: nombre total d'activités observées	1094	5795	355	1721	8161	<b>17 126</b>
Comparaison: TASHA - OD ( $\pm$ nombre d'activités)	-93	-358	-34	-406	-603	<b>-1493</b>
Comparaison: TASHA - OD (%)	-8,46 %	-6,18 %	-9,55 %	-23,57 %	-7,38 %	<b>-8,72 %</b>

**Tableau 15. Comparaison TASHA vs OD 2003 du nombre d'activités faites par les femmes de 24 ans et moins**

<u>Femmes – 24 ans et moins</u>	Type d'activités					<u>Total</u>
	<u>Travail</u>	<u>Étude</u>	<u>Magas.</u>	<u>Autres</u>	<u>Retour au domicile</u>	
TASHA: nombre total d'activités (moyenne)	1002	5154	420	1275	7248	<b>15 099</b>
TASHA: écart-type du nombre total d'activités	19,11	22,69	30,55	27,80	35,38	<b>71,83</b>
TASHA: coefficient de variation du nombre total d'activités	1,91 %	0,44 %	7,27 %	2,18 %	0,49 %	0,48 %
OD 2003: nombre total d'activités observées	1108	5466	524	1751	7783	<b>16 632</b>
Comparaison: TASHA - OD ( $\pm$ nombre d'activités)	-106	-312	-104	-476	-535	<b>-1533</b>
Comparaison: TASHA - OD (%)	-9,58 %	-5,71 %	-19,77 %	-27,20 %	-6,87 %	<b>-9,22 %</b>

**Tableau 16. Comparaison TASHA vs OD 2003 du nombre d'activités faites par les hommes de 25-54 ans**

<u>Hommes – 25-54 ans</u>	<b>Type d'activités</b>					<b>Total</b>
	<u>Travail</u>	<u>Étude</u>	<u>Magas.</u>	<u>Autres</u>	<u>Retour au domicile</u>	
TASHA: nombre total d'activités (moyenne)	10 982	756	1914	4222	14 343	<b>32 217</b>
TASHA: écart-type du nombre total d'activités	67,76	16,27	49,48	46,20	54,80	<b>142,95</b>
TASHA: coefficient de variation du nombre total d'activités	0,62 %	2,15 %	2,59 %	1,09 %	0,38 %	0,44 %
OD 2003: nombre total d'activités observées	10 285	819	2257	6621	15 553	<b>35 535</b>
Comparaison: TASHA - OD ( $\pm$ nombre d'activités)	697	-63	-343	-2399	-1210	<b>-3318</b>
Comparaison: TASHA - OD (%)	6,78 %	-7,73 %	-15,21 %	-36,23 %	-7,78 %	-9,34 %

**Tableau 17. Comparaison TASHA vs OD 2003 du nombre d'activités faites par les femmes de 25-54 ans**

<u>Femmes – 25-54 ans</u>	<b>Type d'activités</b>					<b>Total</b>
	<u>Travail</u>	<u>Étude</u>	<u>Magas.</u>	<u>Autres</u>	<u>Retour au domicile</u>	
TASHA: nombre total d'activités (moyenne)	9818	793	2913	4632	14 459	<b>32 615</b>
TASHA: écart-type du nombre total d'activités	100,10	17,91	46,04	77,22	46,76	<b>112,63</b>
TASHA: coefficient de variation du nombre total d'activités	1,02 %	2,26 %	1,58 %	1,67 %	0,32 %	0,35 %
OD 2003: nombre total d'activités observées	8908	862	3154	7858	15 883	<b>36 665</b>
Comparaison: TASHA - OD ( $\pm$ nombre d'activités)	910	-69	-241	-3227	-1424	<b>-4051</b>
Comparaison: TASHA - OD (%)	10,21 %	-7,98 %	-7,65 %	-41,06 %	-8,96 %	-11,05 %

*Tableau 18. Comparaison TASHA vs OD 2003 du nombre d'activités faites par les hommes de 55 ans et plus*

<b>Hommes – 55 ans et plus</b>	<b>Type d'activités</b>					<b>Total</b>
	<b>Travail</b>	<b>Étude</b>	<b>Magas.</b>	<b>Autres</b>	<b>Retour au domicile</b>	
TASHA: nombre total d'activités (moyenne)	1832	8	1588	2475	4895	<b>10 797</b>
TASHA: écart-type du nombre total d'activités	42,61	1,23	43,33	71,91	59,73	<b>152,83</b>
TASHA: coefficient de variation du nombre total d'activités	2,33 %	15,76 %	2,73 %	2,91 %	1,22 %	1,42 %
OD 2003: nombre total d'activités observées	1904	19	1887	3086	5665	<b>12 561</b>
Comparaison: TASHA - OD ( $\pm$ nombre d'activités)	-73	-11	-299	-611	-770	<b>-1764</b>
Comparaison: TASHA - OD (%)	-3,81 %	-58,95 %	-15,82 %	-19,81 %	-13,59 %	-14,04 %

*Tableau 19. Comparaison TASHA vs OD 2003 du nombre d'activités faites par les femmes de 55 ans et plus*

<b>Femmes – 55 ans et plus</b>	<b>Type d'activités</b>					<b>Total</b>
	<b>Travail</b>	<b>Étude</b>	<b>Magas.</b>	<b>Autres</b>	<b>Retour au domicile</b>	
TASHA: nombre total d'activités (moyenne)	1392,1	22,7	2172,8	2943,4	5441,7	<b>11 972,7</b>
TASHA: écart-type du nombre total d'activités	40,19	3,77	63,51	30,40	52,35	<b>116,50</b>
TASHA: coefficient de variation du nombre total d'activités	2,89 %	16,62 %	2,92 %	1,03 %	0,96 %	0,97 %
OD 2003: nombre total d'activités observées	1394	43	2652	3272	6023	<b>13 384</b>
Comparaison: TASHA - OD ( $\pm$ nombre d'activités)	-2	-20	-479	-329	-581	<b>-1411</b>
Comparaison: TASHA - OD (%)	-0,14 %	-47,21 %	-18,07 %	-10,04 %	-9,65 %	-10,54 %

### 6.3.2 Distance moyenne

Le second indicateur examiné est la distance moyenne des déplacements faits pour les différents types d'activités. De façon générale, TASHA surestime la longueur de tous les déplacements faits par tous les segments de population. Les écarts les plus grands sont observés pour les femmes de 55 ans et plus (+31.33 % soit 5.94 km vs 4.53 km). Pour ce segment (voir Tableau 25), ce sont les déplacements magasinage qui présentent la plus grande erreur (et faible variabilité de l'estimation faite par TASHA) avec un écart moyen de plus de 1.7 km. Les meilleures performances sont obtenues pour les hommes de 25-54 ans (Tableau 22): globalement, TASHA surestime de 6.44 % les distances moyennes avec les plus grands écarts observés pour les déplacements magasinage et autres. Les performances sont moins bonnes pour les femmes de 25-54 ans : TASHA surestime de 18.8 % les distances moyennes et les écarts sont encore les plus importants pour les activités magasinage et autres.

*Tableau 20. Comparaison TASHA vs OD 2003 des distances moyennes des déplacements faits par les hommes de 24 ans et moins*

<u>Hommes – 24 ans et moins</u>	<b>Type d'activités</b>					<b>Total</b>
	<u>Travail</u>	<u>Étude</u>	<u>Magas.</u>	<u>Autres</u>	<u>Retour au domicile</u>	
<b>TASHA: longueur moyenne de déplacement (km)</b>	7,65	4,08	4,89	6,79	4,74	<b>4,87</b>
<b>TASHA: écart-type de la longueur moyenne (km)</b>	0,11	0,03	0,24	0,17	0,04	<b>0,03</b>
<b>TASHA: coefficient de variation de la longueur moyenne</b>	1,50 %	0,63 %	5,00 %	2,44 %	0,75 %	0,67 %
<b>OD 2003: longueur moyenne de déplacement (km)</b>	7,68	3,82	3,85	4,64	4,40	<b>4,43</b>
<b>Comparaison: TASHA - OD (km)</b>	-0,02	0,26	1,04	2,14	0,34	<b>0,45</b>
<b>Comparaison: TASHA - OD (%)</b>	-0,32 %	6,73 %	26,88 %	46,13 %	7,78 %	10,13 %

*Tableau 21. Comparaison TASHA vs OD 2003 des distances moyennes des déplacements faits par les femmes de 24 ans et moins*

<u>Femmes – 24 ans et moins</u>	Type d'activités					<u>Total</u>
	<u>Travail</u>	<u>Étude</u>	<u>Magas.</u>	<u>Autres</u>	<u>Retour au domicile</u>	
TASHA: longueur moyenne de déplacement (km)	6,52	4,34	4,86	6,72	4,77	<b>4,90</b>
TASHA: écart-type de la longueur moyenne (km)	0,17	0,02	0,22	0,14	0,03	<b>0,02</b>
TASHA: coefficient de variation de la longueur moyenne	2,54 %	0,47 %	4,60 %	2,10 %	0,55 %	0,47 %
OD 2003: longueur moyenne de déplacement (km)	6,09	4,09	3,59	4,57	4,35	<b>4,38</b>
Comparaison: TASHA - OD (km)	0,43	0,25	1,28	2,14	0,42	<b>0,53</b>
Comparaison: TASHA - OD (%)	7,08 %	6,06 %	35,65 %	46,83 %	9,72 %	12,03 %

*Tableau 22. Comparaison TASHA vs OD 2003 des distances moyennes des déplacements faits par les hommes de 25-54 ans*

<u>Hommes – 25-54 ans</u>	Type d'activités					<u>Total</u>
	<u>Travail</u>	<u>Étude</u>	<u>Magas.</u>	<u>Autres</u>	<u>Retour au domicile</u>	
TASHA: longueur moyenne de déplacement (km)	8,49	5,95	5,27	7,02	7,22	<b>7,48</b>
TASHA: écart-type de la longueur moyenne (km)	0,06	0,10	0,10	0,06	0,04	<b>0,03</b>
TASHA: coefficient de variation de la longueur moyenne	0,65 %	1,76 %	1,82 %	0,88 %	0,52 %	0,46 %
OD 2003: longueur moyenne de déplacement (km)	8,70	6,03	3,95	5,46	7,10	<b>7,03</b>
Comparaison: TASHA - OD (km)	-0,21	-0,08	1,31	1,56	0,13	<b>0,45</b>

<b>Comparaison: TASHA - OD (%)</b>	-2,43 %	-1,33 %	33,25 %	28,55 %	1,79 %	<b>6,44 %</b>
------------------------------------	---------	---------	---------	---------	--------	---------------

*Tableau 23. Comparaison TASHA vs OD 2003 des distances moyennes des déplacements faits par les femmes de 25-54 ans*

<b>Femmes – 25-54 ans</b>	<b>Type d'activités</b>					<b>Total</b>
	<b>Travail</b>	<b>Étude</b>	<b>Magas.</b>	<b>Autres</b>	<b>Retour au domicile</b>	
TASHA: longueur moyenne de déplacement (km)	7,70	5,91	5,25	6,96	6,54	<b>6,82</b>
TASHA: écart-type de la longueur moyenne (km)	0,06	0,08	0,10	0,09	0,05	<b>0,06</b>
TASHA: coefficient de variation de la longueur moyenne	0,80 %	1,33 %	1,89 %	1,30 %	0,83 %	0,84 %
OD 2003: longueur moyenne de déplacement (km)	7,46	5,71	3,82	4,52	5,76	<b>5,74</b>
Comparaison: TASHA - OD (km)	0,24	0,20	1,43	2,44	0,78	<b>1,08</b>
Comparaison: TASHA - OD (%)	3,17 %	3,44 %	37,49 %	54,08 %	13,58 %	18,84 %

*Tableau 24. Comparaison TASHA vs OD 2003 des distances moyennes des déplacements faits par les hommes de 55 ans et plus*

<b>Hommes – 55 ans et plus</b>	<b>Type d'activités</b>					<b>Total</b>
	<b>Travail</b>	<b>Étude</b>	<b>Magas.</b>	<b>Autres</b>	<b>Retour au domicile</b>	
TASHA: longueur moyenne de déplacement (km)	7,95	6,38	4,99	6,89	6,23	<b>6,49</b>
TASHA: écart-type de la longueur moyenne (km)	0,13	2,19	0,10	0,09	0,06	<b>0,06</b>
TASHA: coefficient de variation de la longueur moyenne	1,63 %	34,32 %	1,99 %	1,32 %	0,98 %	0,90 %
OD 2003: longueur moyenne de déplacement (km)	8,60	6,52	3,46	5,82	5,83	<b>5,89</b>

<b>Comparaison: TASHA - OD (km)</b>	-0,65	-0,14	1,53	1,07	0,40	<b>0,60</b>
<b>Comparaison: TASHA - OD (%)</b>	-7,56 %	-2,07 %	44,37 %	18,40 %	6,89 %	10,25 %

*Tableau 25. Comparaison TASHA vs OD 2003 des distances moyennes des déplacements faits par les femmes de 55 ans et plus*

<b>Femmes – 55 ans et plus</b>	<b>Type d'activités</b>					
	<b>Travail</b>	<b>Étude</b>	<b>Magas.</b>	<b>Autres</b>	<b>Retour au domicile</b>	<b>Total</b>
<b>TASHA: longueur moyenne de déplacement (km)</b>	6,52	5,40	4,96	6,83	5,71	<b>5,94</b>
<b>TASHA: écart-type de la longueur moyenne (km)</b>	0,16	0,82	0,12	0,08	0,07	<b>0,07</b>
<b>TASHA: coefficient de variation de la longueur moyenne</b>	2,46 %	15,16 %	2,39 %	1,19 %	1,21 %	1,23 %
<b>OD 2003: longueur moyenne de déplacement (km)</b>	6,19	5,23	3,23	4,97	4,47	<b>4,53</b>
<b>Comparaison: TASHA - OD (km)</b>	0,33	0,17	1,73	1,86	1,24	<b>1,42</b>
<b>Comparaison: TASHA - OD (%)</b>	5,38 %	3,30 %	53,70 %	37,40 %	27,82 %	31,33 %

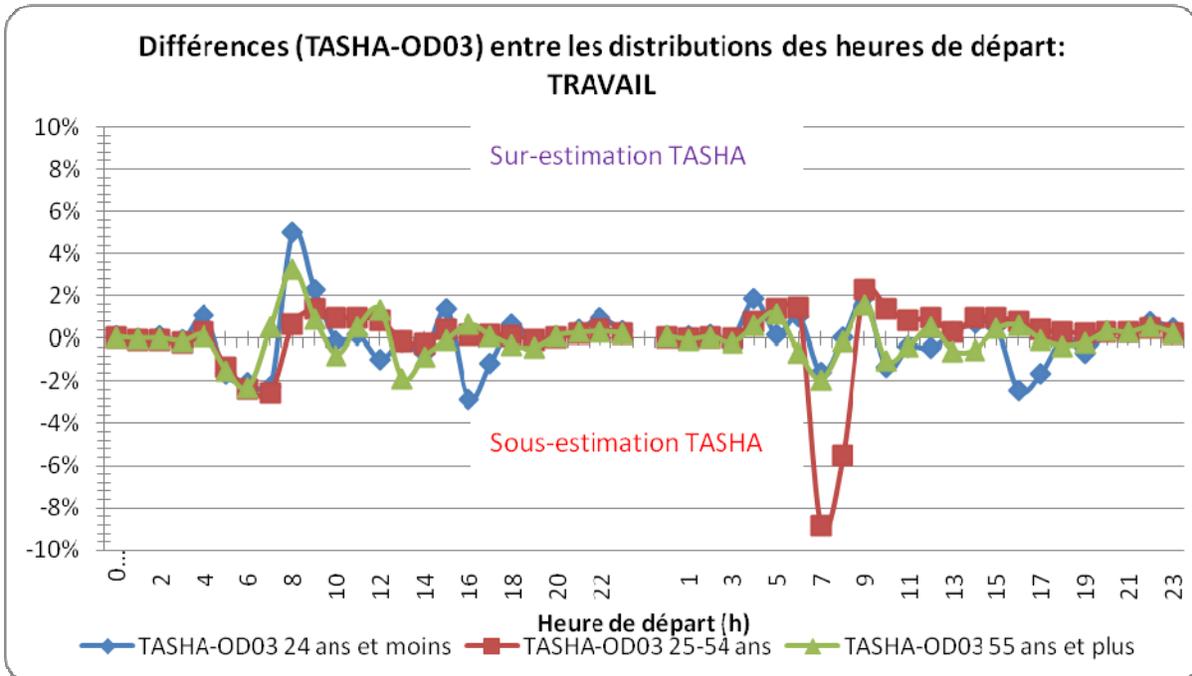
### 6.3.3 Distribution des heures de départ

Les figures suivantes présentent les différences entre les distributions des heures de départ obtenues de TASHA et les distributions observées pour différents motifs et segments. La comparaison est appliquée aux distributions proportionnelles pour ne pas inclure simultanément les différences au niveau des quantités d'activités générées et des distributions dans le temps.

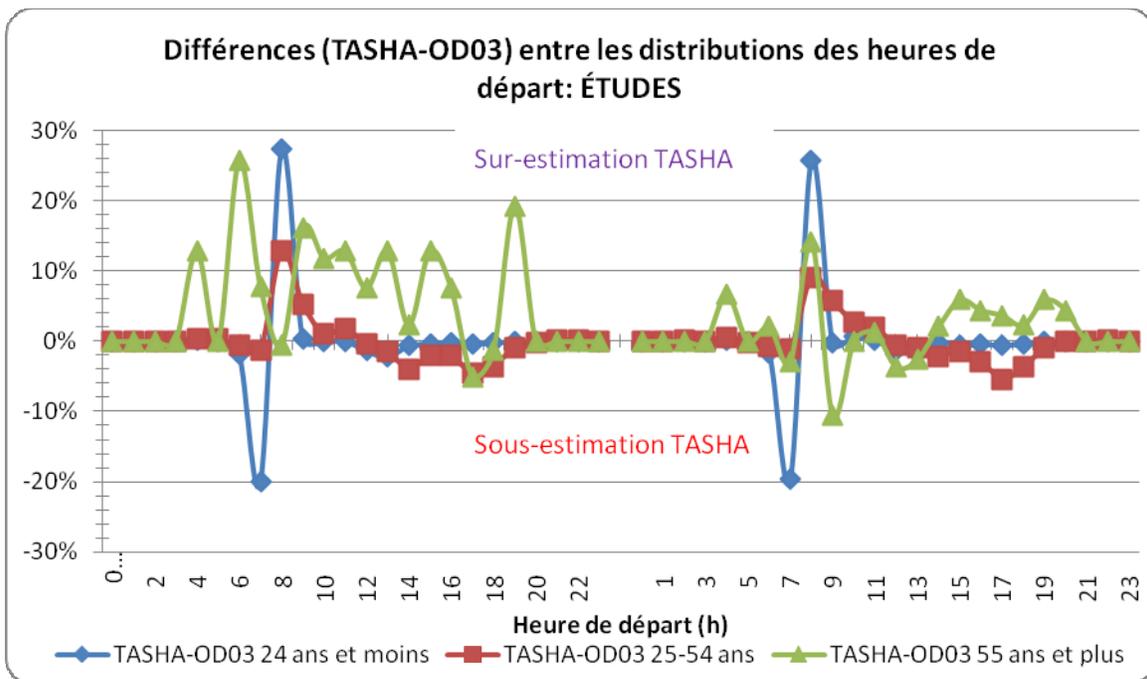
- La Figure 89 présente les différences de distributions des heures de départ pour le travail en fonction des groupes d'âge et genre. Dans le cas des hommes, les plus grandes surestimations sont observées chez les 24 ans et moins (départ entre 8 h et 8 h 59). La comparaison indique que les différences s'observent à peu près aux mêmes heures pour

les différents segments, mais que l'ampleur change. Chez les femmes, il y a sous-estimation importante des départs entre 7 h et 7 h 59. Typiquement et tel qu'observé précédemment, les départs pour le travail s'effectuent plus tôt à Montréal que ce qui a été observé à Toronto et paramétré dans TASHA.

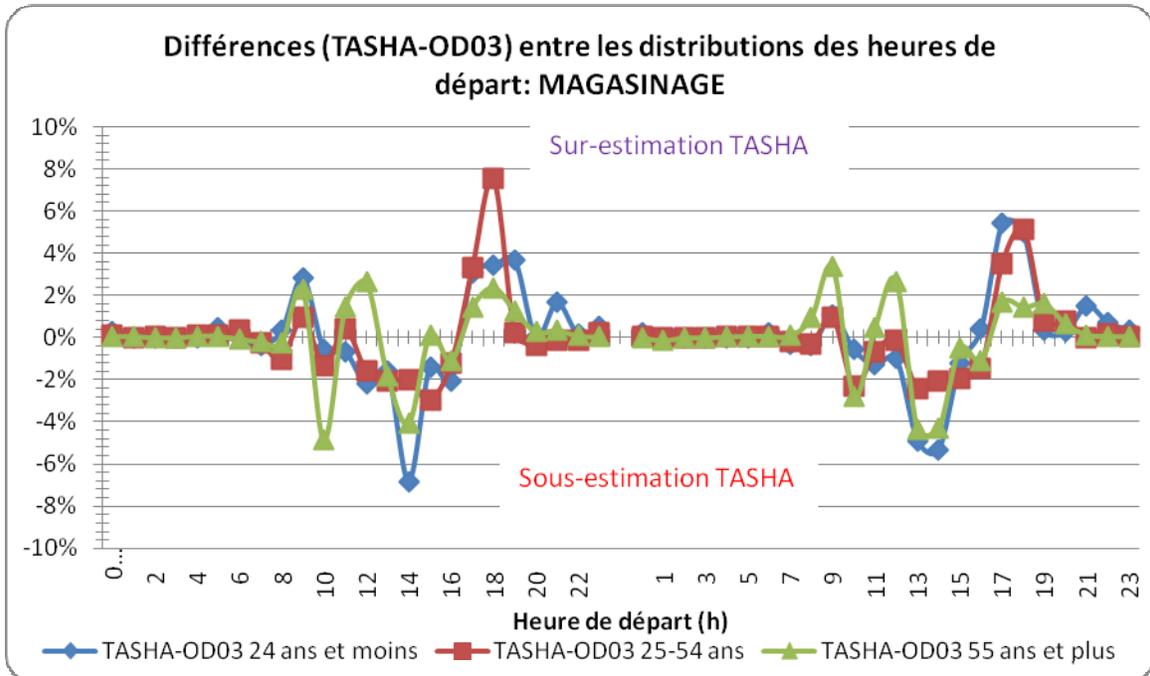
- La Figure 90 présente la comparaison des distributions temporelles pour les activités études. Les écarts sont plus importants, en pourcentage, que pour le travail. Pour les hommes et les femmes de 24 ans et moins (principale cohorte à faire des activités études), TASHA sous-estime les départs entre 7 h et 7 h 59 et surestime ceux faits à la période qui suit.
- Dans le cas du magasinage (Figure 91), on observe une sous-estimation des départs autour de 10 h et 14 h et une surestimation pour les départs vers 18 h (pour une activité magasinage en soirée). C'est similaire pour les hommes et les femmes. Constat assez semblable pour les distributions temporelles des déplacements autres (Figure 92). Dans ce cas cependant les écarts sont plus importants chez les actifs (25-54 ans). Il y a beaucoup de départs observés à Montréal tôt le matin (7h-8h59) ce qui ne semble pas être le cas à Toronto.
- Des écarts importants sont observés pour les retours à domicile (Figure 93), notamment pour les jeunes (24 ans et moins). Il y a nette surestimation des retours à la maison entre 15 h et 15 h 59 et sous-estimation pour les deux heures qui suivent. C'est le cas pour les hommes et les femmes de ce groupe ainsi que des autres groupes, mais de façon beaucoup moins importante.



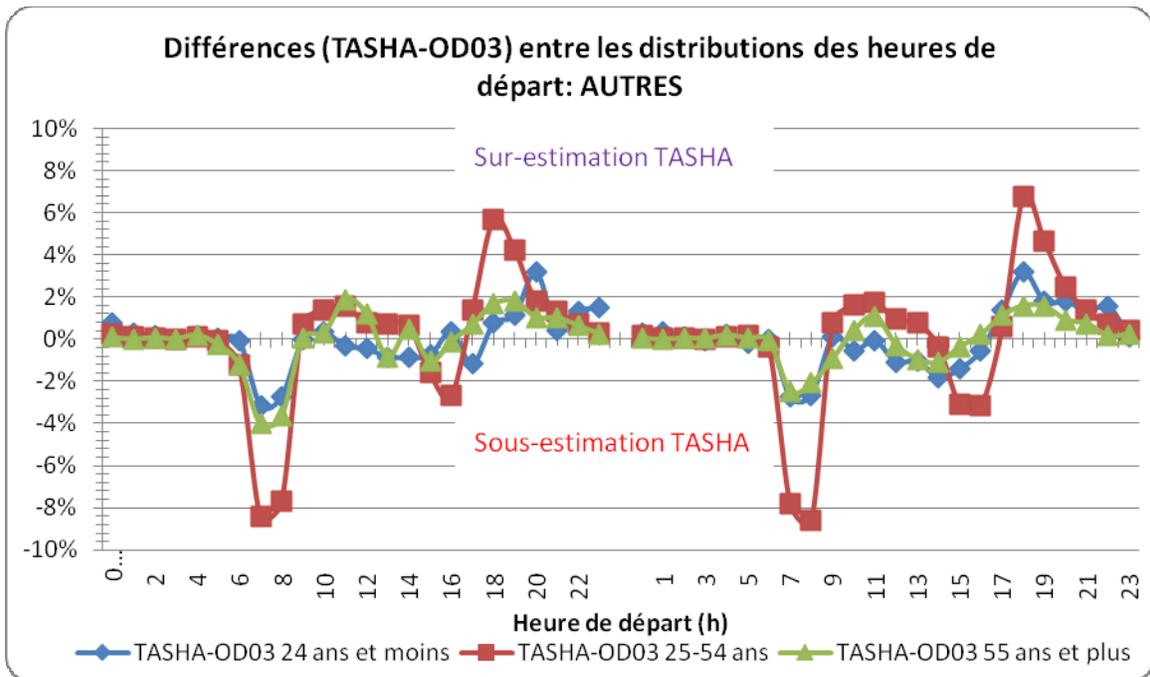
**Figure 89. Différences entre les distributions temporelles proportionnelles des activités travail – comparaison TASHA - OD 2003**



**Figure 90. Différences entre les distributions temporelles proportionnelles des activités études – comparaison TASHA - OD 2003**



**Figure 91. Différences entre les distributions temporelles proportionnelles des activités magasinage – comparaison TASHA - OD 2003**



**Figure 92. Différences entre les distributions temporelles proportionnelles des activités autres – comparaison TASHA - OD 2003**

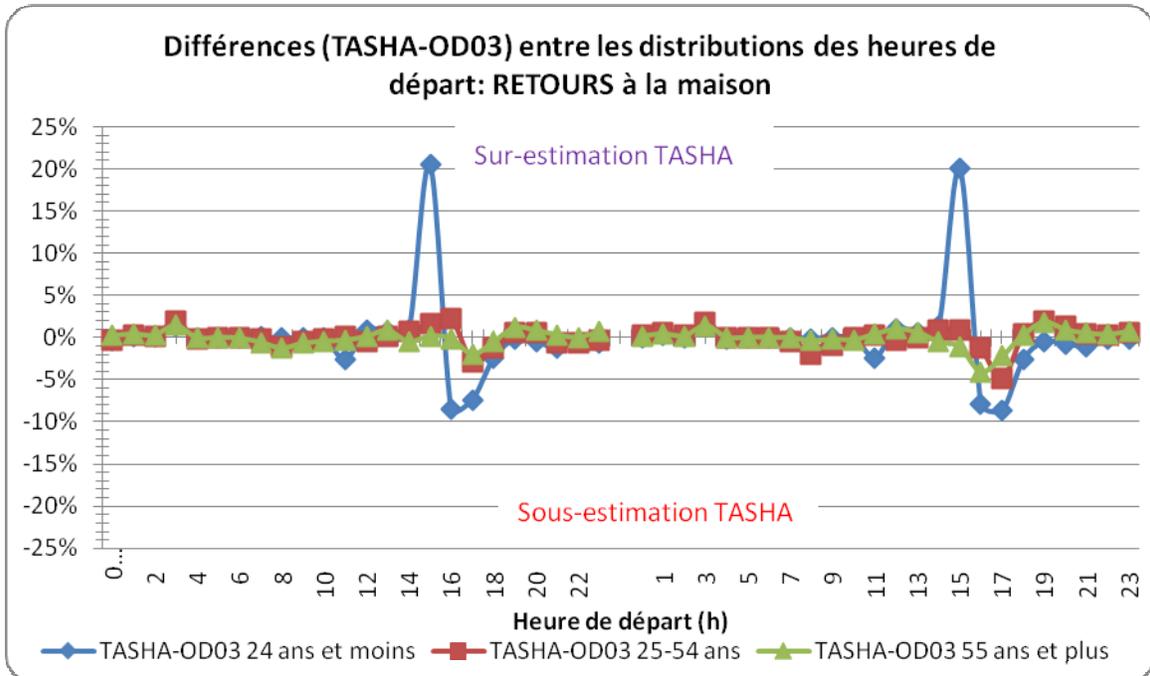
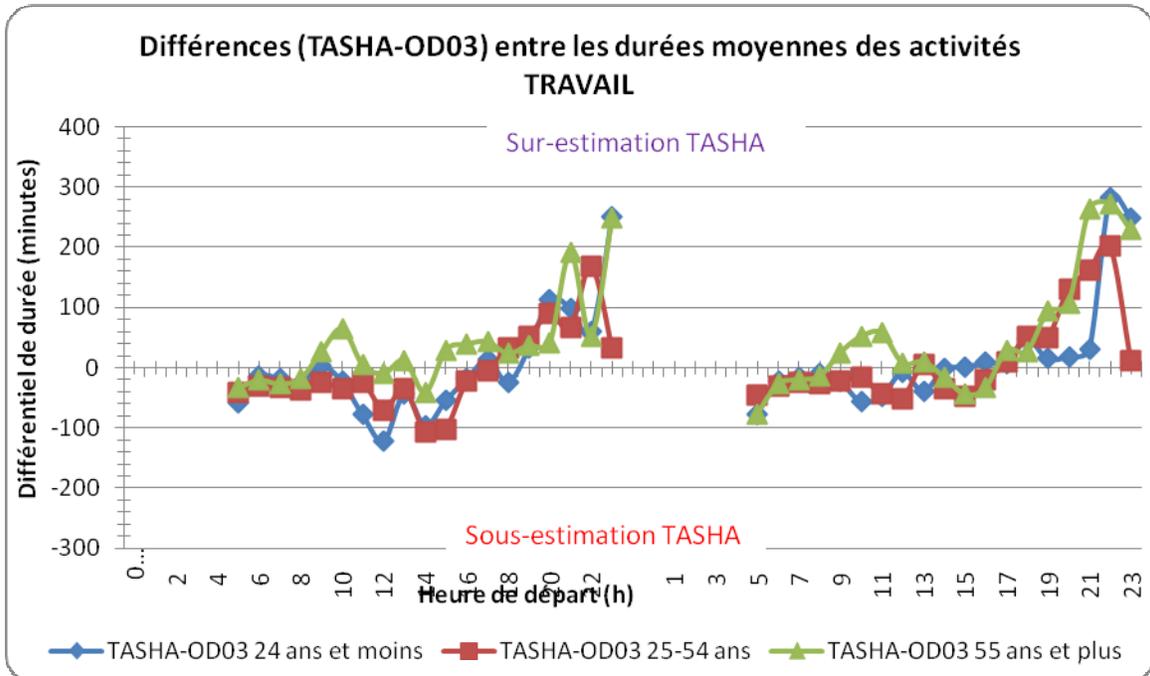


Figure 93. Différences entre les distributions temporelles proportionnelles des retours à la maison – comparaison TASHA - OD 2003

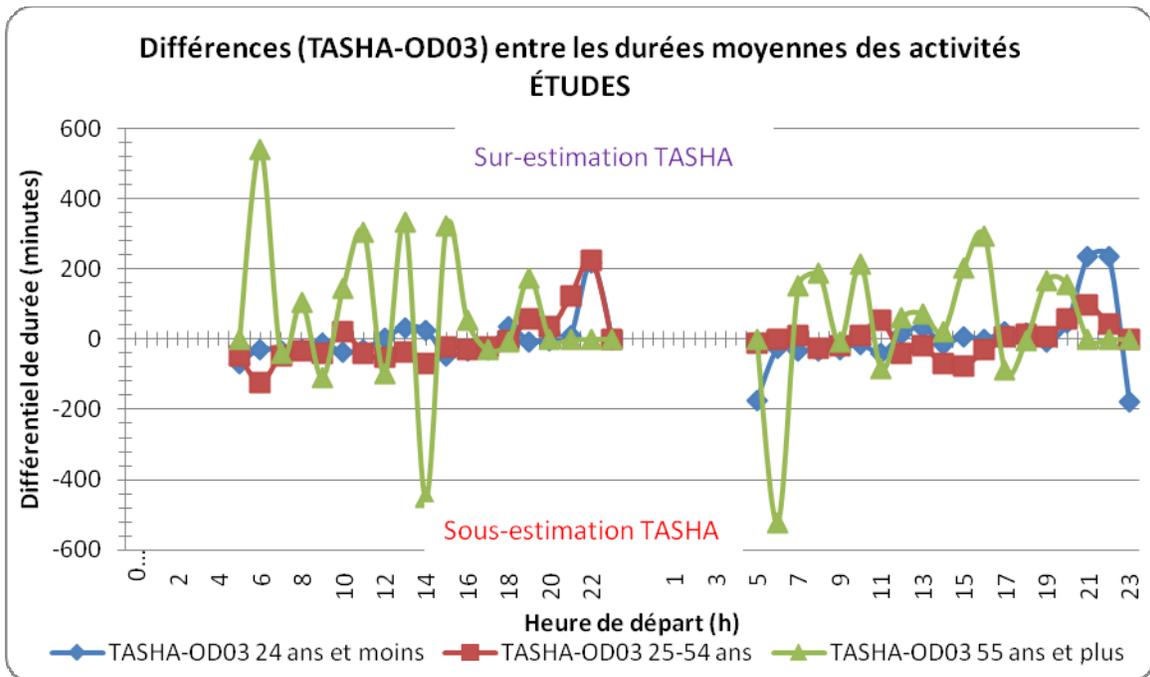
#### 6.3.4 Distribution des durées d'activités

Les quatre figures qui suivent présentent les différences entre les durées moyennes des activités pour les quatre types d'activités, et ce pour les mêmes segments de population.

- Travail (Figure 94): TASHA surestime typiquement la longueur de l'activité travail pour les 55 ans et plus, hommes et femmes, mais sous-estime celle des autres segments (pour les heures de départ les plus fréquentes pour ce type d'activité).
- Études (Figure 95): la comparaison est très variable selon les segments et les heures. Pour les 24 ans et moins, les estimations sont assez bonnes.
- Magasinage (Figure 96) : les estimations sont bonnes aux heures principales de début de ce type d'activité, principalement pour les femmes. On observe une légère sous-estimation systématique pour les départs pendant la journée pour les 55 ans et plus.
- Autres (Figure 97) : on observe une grande variabilité dans les écarts de durées moyennes pour ce type d'activité. La tendance générale est une surestimation de la durée pour les départs s'effectuant pendant la journée, surtout chez les femmes. Les écarts les plus importants sont observés pour les départs en début de journée.



**Figure 94. Différences entre les durées moyennes des activités travail – comparaison TASHA - OD 2003**



**Figure 95. Différences entre les durées moyennes des activités études – comparaison TASHA - OD 2003**

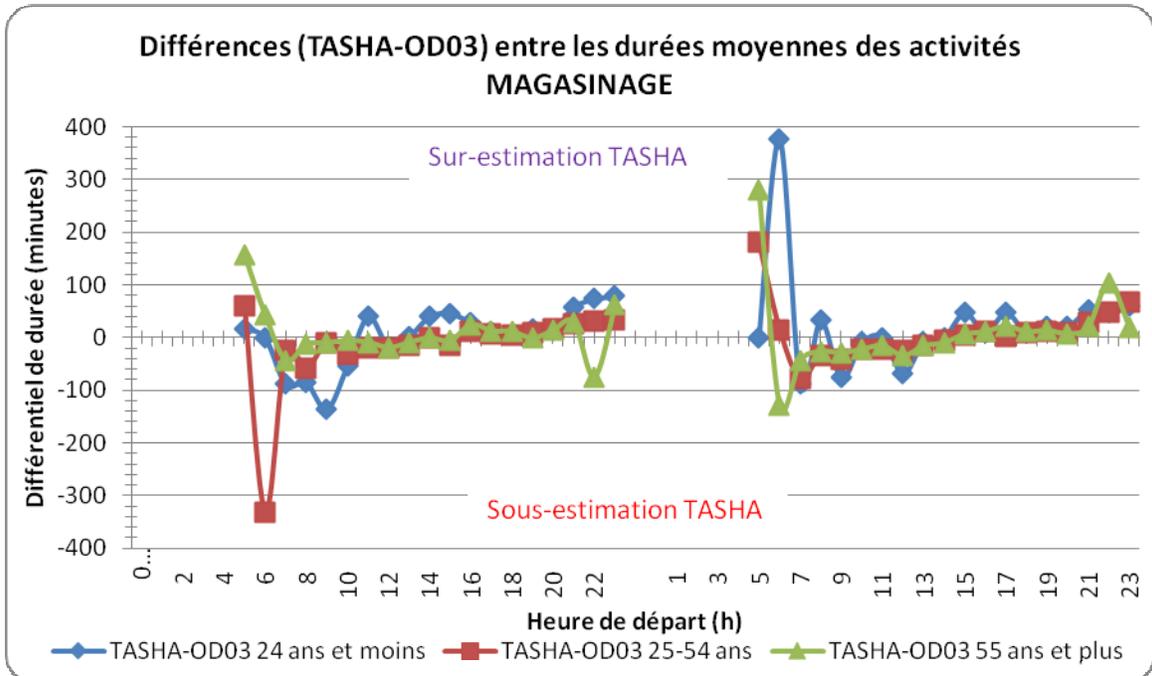


Figure 96. Différences entre les durées moyennes des activités magasinage – comparaison TASHA - OD 2003

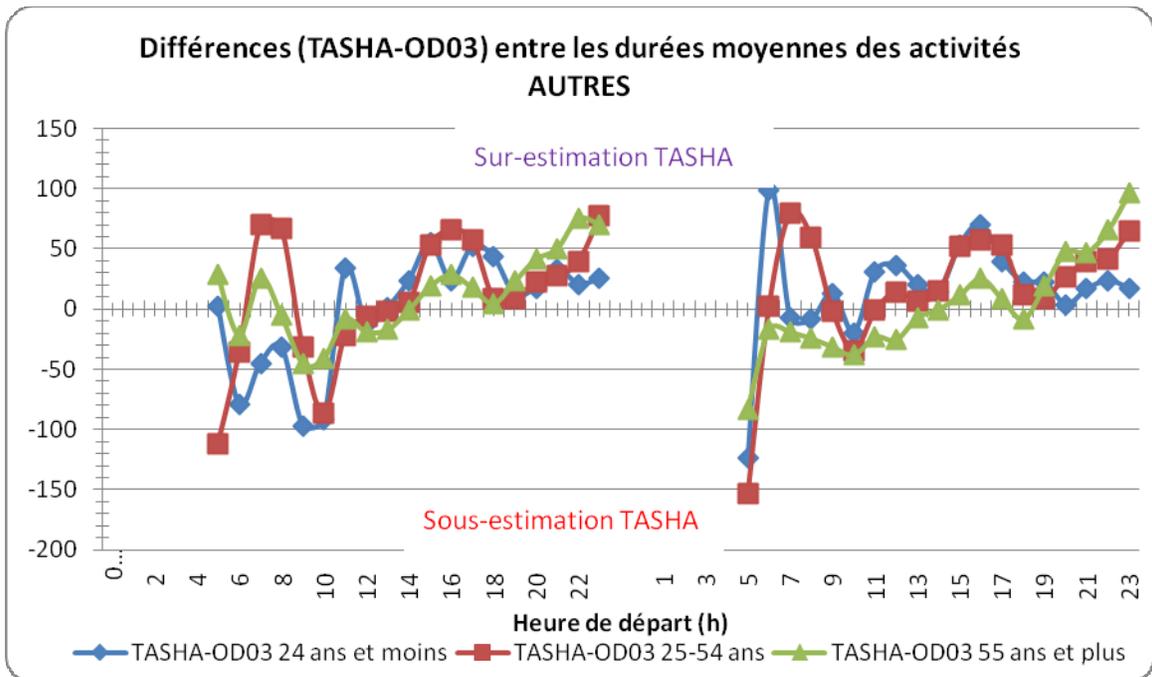


Figure 97. Différences entre les durées moyennes des activités autres – comparaison TASHA - OD 2003

## 6.4 Validation mésoscopique – segments spatiaux

Une seconde segmentation a été réalisée afin de voir si les résultats de TASHA se comparent de façon similaire en fonction du lieu de résidence. Les mêmes indicateurs sont donc examinés pour quatre régions de domicile de l'Île de Montréal (voir Tableau 26).

**Tableau 26. Résumé des groupes de population examinés – région de domicile**

	Nombre de ménages	Nombre de personnes
R1 Centre-Ville	1447	2460
R2 Montréal-Centre	14 443	30 088
R3 Montréal-Est	3998	9524
R4 Montréal-Ouest	7072	17 552
Total	26 960	59 624

### 6.4.1 Nombre d'activités

Les quatre tableaux qui suivent présentent la comparaison TASHA vs OD 2003 du nombre d'activités faites par les résidents du centre-ville (Tableau 27), de Montréal-Centre (Tableau 28), de Montréal-Est (Tableau 29) et de Montréal Ouest (Tableau 30). Les écarts sont similaires pour les quatre régions en ce qui concerne la fréquence des activités travail : TASHA surestime de quelque 5 %. C'est différent dans le cas des activités études : elles sont légèrement surestimées au centre-ville, mais sous-estimées dans les trois autres régions avec un écart plus important dans Montréal Est. Les écarts les plus importants sont observés pour les déplacements autres et magasinages et ils varient beaucoup selon les régions. Il s'agit partout de sous-estimation faite par TASHA.

**Tableau 27. Comparaison TASHA vs OD 2003 du nombre d'activités faites par les résidents du Centre-ville (région 1)**

Région 1 (Centre-ville)	Type d'activités					Total
	Travail	Étude	Magas.	Autres	Retour au domicile	
TASHA: nombre total d'activités (moyenne)	1073	597	358	727	2325	5080
TASHA: écart-type du nombre total d'activités	24	11	28	36	29	81
TASHA: coefficient de variation du nombre total d'activités	2,28 %	1,78 %	7,86 %	4,97 %	1,25 %	1,59 %

<b>OD 2003: nombre total d'activités observées</b>	1018	584	486	972	2467	<b>5527</b>
<b>Comparaison: TASHA - OD (<math>\pm</math> nombre d'activités)</b>	55	13	-129	-245	-142	<b>-447</b>
<b>Comparaison: TASHA - OD (%)</b>	5,42 %	2,24 %	-26,44 %	-25,22 %	-5,76 %	<b>-8,09 %</b>

*Tableau 28. Comparaison TASHA vs OD 2003 du nombre d'activités faites par les résidents de Montréal-Centre (région 2)*

<b>Région 2 (Montréal-Centre)</b>	<b>Type d'activités</b>					<b>Total</b>
	<b>Travail</b>	<b>Étude</b>	<b>Magas.</b>	<b>Autres</b>	<b>Retour au domicile</b>	
<b>TASHA: nombre total d'activités (moyenne)</b>	13 238	6015	4706	8539	27 239	<b>59 736</b>
<b>TASHA: écart-type du nombre total d'activités</b>	96	28	76	145	94	<b>186</b>
<b>TASHA: coefficient de variation du nombre total d'activités</b>	0,73 %	0,46 %	1,62 %	1,70 %	0,35 %	<b>0,31 %</b>
<b>OD 2003: nombre total d'activités observées</b>	12 558	6473	5529	12 349	29 911	<b>66 820</b>
<b>Comparaison: TASHA - OD (<math>\pm</math> nombre d'activités)</b>	680	-458	-823	-3810	-2672	<b>-7084</b>
<b>Comparaison: TASHA - OD (%)</b>	5,42 %	-7,08 %	-14,89 %	-30,86 %	-8,93 %	<b>-10,60 %</b>

**Tableau 29. Comparaison TASHA vs OD 2003 du nombre d'activités faites par les résidents de Montréal Est (région 3)**

<u>Région 3 (Montréal Est)</u>	<b>Type d'activités</b>					<u>Total</u>
	<u>Travail</u>	<u>Étude</u>	<u>Magas.</u>	<u>Autres</u>	<u>Retour au domicile</u>	
TASHA: nombre total d'activités (moyenne)	3980	1848	1565	2708	8488	<b>18 589</b>
TASHA: écart-type du nombre total d'activités	27	11	54	75	79	<b>174</b>
TASHA: coefficient de variation du nombre total d'activités	0,67 %	0,59 %	3,45 %	2,79 %	0,93 %	<b>0,93 %</b>
OD 2003: nombre total d'activités observées	3758	2045	1672	3590	9086	<b>20 151</b>
Comparaison: TASHA - OD ( $\pm$ nombre d'activités)	222	-197	-107	-882	-598	<b>-1562</b>
Comparaison: TASHA - OD (%)	5,90 %	-9,61 %	-6,41 %	-24,57 %	-6,58 %	<b>-7,75 %</b>

**Tableau 30. Comparaison TASHA vs OD 2003 du nombre d'activités faites par les résidents de Montréal Ouest (région 4)**

<u>Région 4 (Montréal Ouest)</u>	<b>Type d'activités</b>					<u>Total</u>
	<u>Travail</u>	<u>Étude</u>	<u>Magas.</u>	<u>Autres</u>	<u>Retour au domicile</u>	
TASHA: nombre total d'activités (moyenne)	7736	3710	2701	4888	15 894	<b>34 928</b>
TASHA: écart-type du nombre total d'activités	41	21	84	77	86	<b>216</b>
TASHA: coefficient de variation du nombre total d'activités	0,53 %	0,56 %	3,10 %	1,57 %	0,54 %	<b>0,62 %</b>
OD 2003: nombre total d'activités observées	7359	3902	3142	7398	17 604	<b>39 405</b>
Comparaison: TASHA - OD ( $\pm$ nombre d'activités)	377	-192	-441	-2510	-1711	<b>-4477</b>
Comparaison: TASHA - OD (%)	5,12 %	-4,92 %	-14,03 %	-33,93 %	-9,72 %	<b>-11,36 %</b>

### 6.4.2 Distance moyenne

Les Tableau 31, Tableau 32, Tableau 33 et Tableau 34 présentent les comparaisons des distances moyennes observées et simulées (selon les OD des déplacements). Globalement, les écarts moyens les plus faibles sont observés pour les résidents du Centre-ville. Néanmoins, TASHA sous-estime (légèrement) la longueur des déplacements travail et études (et retour) et surestime les distances pour activités magasinage et autres (+0.6 km et +0,9 km). Pour la région 2, toutes les distances sont surestimées, les plus importants écarts étant observés pour les activités magasinage et autres. Les écarts sont très faibles pour le travail et les études ce qui s'explique entre autres par le fait que le lieu habituel de l'activité principale est une donnée entrante. Un constat similaire peut être fait pour la région 3, car toutes les distances sont surestimées, mais les écarts sont faibles pour le travail et les études. Dans le cas de la région 4, les distances travail sont légèrement sous-estimées et les distances pour magasinage et autres sont surestimées.

**Tableau 31. Comparaison TASHA vs OD 2003 des distances moyennes des déplacements faits par les résidents du Centre-ville (région 1)**

<b>Région 1 (Centre-ville)</b>	<b>Type d'activités</b>					<b>Total</b>
	<b>Travail</b>	<b>Étude</b>	<b>Magas.</b>	<b>Autres</b>	<b>Retour au domicile</b>	
<b>TASHA: longueur moyenne de déplacement (km)</b>	4,44	2,40	3,25	4,45	3,40	<b>3,64</b>
<b>TASHA: écart-type de la longueur moyenne (km)</b>	0,14	0,06	0,21	0,20	0,04	<b>0,04</b>
<b>TASHA: coefficient de variation de la longueur moyenne</b>	3,25 %	2,48 %	6,41 %	4,41 %	1,07 %	1,11 %
<b>OD 2003: longueur moyenne de déplacement (km)</b>	4,83	2,50	2,72	3,57	3,49	<b>3,58</b>
<b>Comparaison: TASHA - OD (km)</b>	-0,39	-0,11	0,53	0,87	-0,09	<b>0,06</b>

<b>Comparaison: TASHA - OD (%)</b>	-8,05 %	-4,32 %	19,29 %	24,45 %	-2,68 %	<b>1,73 %</b>
------------------------------------	---------	---------	---------	---------	---------	---------------

*Tableau 32. Comparaison TASHA vs OD 2003 des distances moyennes des déplacements faits par les résidents du Montréal Centre (région 2)*

<b>Région 2 (Montréal-Centre)</b>	<b>Type d'activités</b>					<b>Total</b>
	<b>Travail</b>	<b>Étude</b>	<b>Magas.</b>	<b>Autres</b>	<b>Retour au domicile</b>	
<b>TASHA: longueur moyenne de déplacement (km)</b>	6,51	3,46	4,44	5,96	5,05	<b>5,29</b>
<b>TASHA: écart-type de la longueur moyenne (km)</b>	0,03	0,01	0,10	0,04	0,02	<b>0,02</b>
<b>TASHA: coefficient de variation de la longueur moyenne</b>	0,48 %	0,43 %	2,32 %	0,73 %	0,40 %	0,42 %
<b>OD 2003: longueur moyenne de déplacement (km)</b>	6,44	3,29	3,00	4,06	4,48	<b>4,53</b>
<b>Comparaison: TASHA - OD (km)</b>	0,08	0,17	1,44	1,90	0,57	<b>0,76</b>
<b>Comparaison: TASHA - OD (%)</b>	1,19 %	5,02 %	48,05 %	46,84 %	12,61 %	<b>16,85 %</b>

*Tableau 33. Comparaison TASHA vs OD 2003 des distances moyennes des déplacements faits par les résidents du Montréal Est (région 3)*

<b>Région 3 (Montréal Est)</b>	<b>Type d'activités</b>					<b>Total</b>
	<b>Travail</b>	<b>Étude</b>	<b>Magas.</b>	<b>Autres</b>	<b>Retour au domicile</b>	
<b>TASHA: longueur moyenne de déplacement (km)</b>	9,30	4,79	5,74	7,78	7,06	<b>7,31</b>
<b>TASHA: écart-type de la longueur moyenne (km)</b>	0,09	0,04	0,13	0,13	0,05	<b>0,05</b>
<b>TASHA: coefficient de variation de la longueur moyenne</b>	0,93 %	0,79 %	2,20 %	1,63 %	0,68 %	0,69 %
<b>OD 2003: longueur moyenne de déplacement (km)</b>	9,23	4,50	3,85	5,62	6,39	<b>6,38</b>
<b>Comparaison: TASHA - OD (km)</b>	0,07	0,29	1,89	2,16	0,68	<b>0,93</b>

<b>Comparaison: TASHA - OD (%)</b>	0,79 %	6,38 %	49,21 %	38,35 %	10,60 %	<b>14,63 %</b>
------------------------------------	--------	--------	---------	---------	---------	----------------

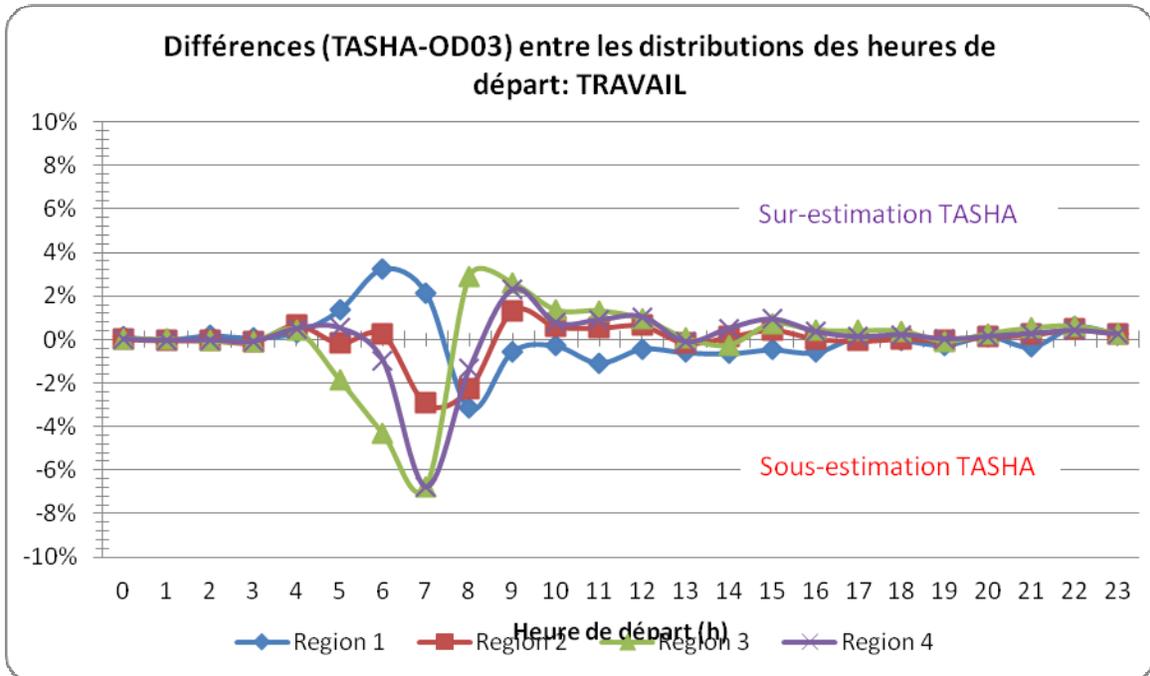
*Tableau 34. Comparaison TASHA vs OD 2003 des distances moyennes des déplacements faits par les résidents du Montréal Ouest (région 4)*

<b>Région 4 (Montréal Ouest)</b>	<b>Type d'activités</b>					<b>Total</b>
	<b>Travail</b>	<b>Étude</b>	<b>Magas.</b>	<b>Autres</b>	<b>Retour au domicile</b>	
<b>TASHA: longueur moyenne de déplacement (km)</b>	10,17	6,15	6,16	8,45	7,86	<b>8,14</b>
<b>TASHA: écart-type de la longueur moyenne (km)</b>	0,05	0,06	0,12	0,17	0,06	<b>0,05</b>
<b>TASHA: coefficient de variation de la longueur moyenne</b>	0,50 %	0,90 %	1,88 %	2,03 %	0,71 %	0,64 %
<b>OD 2003: longueur moyenne de déplacement (km)</b>	10,28	5,82	4,76	6,50	7,42	<b>7,41</b>
<b>Comparaison: TASHA - OD (km)</b>	-0,11	0,33	1,40	1,95	0,43	<b>0,73</b>
<b>Comparaison: TASHA - OD (%)</b>	-1,03 %	5,62 %	29,42 %	30,05 %	5,82 %	<b>9,85 %</b>

### 6.4.3 Distribution des heures de départ

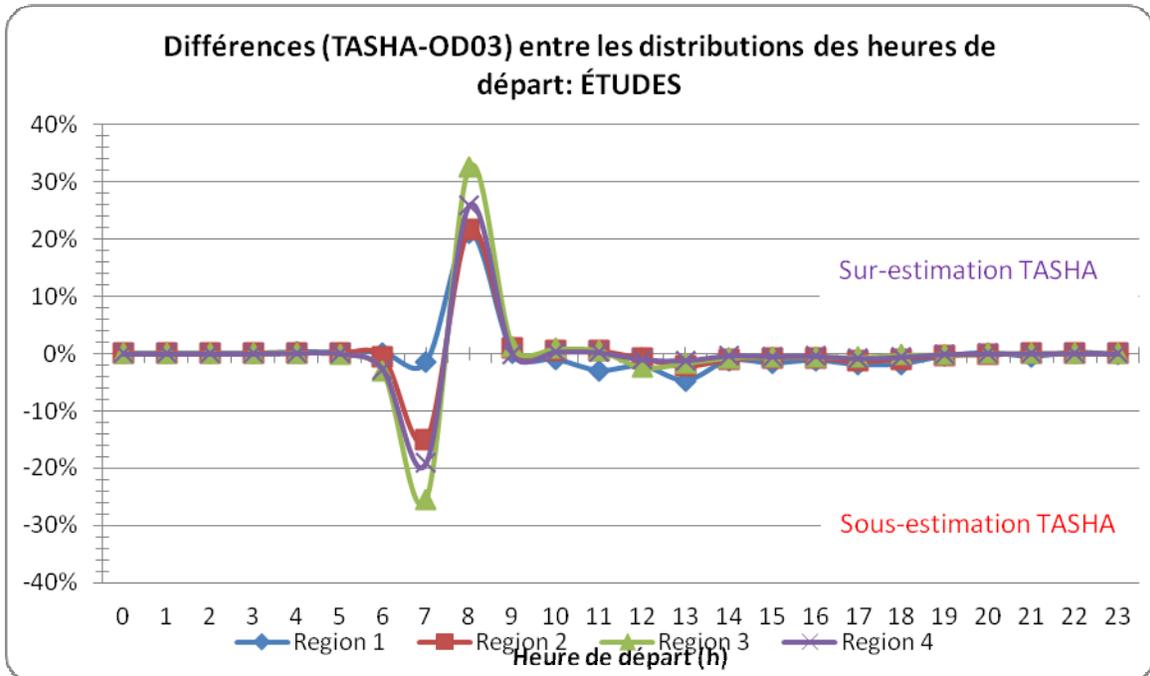
Les différences entre les distributions temporelles pour les résidents des quatre régions sont maintenant examinées :

- La Figure 98 présente les différences de distributions temporelles pour le travail. Le constat est similaire pour les régions 3 et 4 avec une sous-estimation des départs s'effectuant entre 6 h et 7 h 59 et une surestimation des départs après 8 h. Dans le cas de la région 2, il y a sous-estimation des départs avant 9 h alors que pour la région 1, il y a surestimation des départs faits avant 8 h et sous-estimation de ceux faits après 8 h. Les écarts diffèrent donc selon la région de domicile et le constat semble tout à fait logique considérant les niveaux de congestion différents subis par les résidents de ces secteurs (supérieurs pour les résidents de l'ouest et de l'est de l'Île).



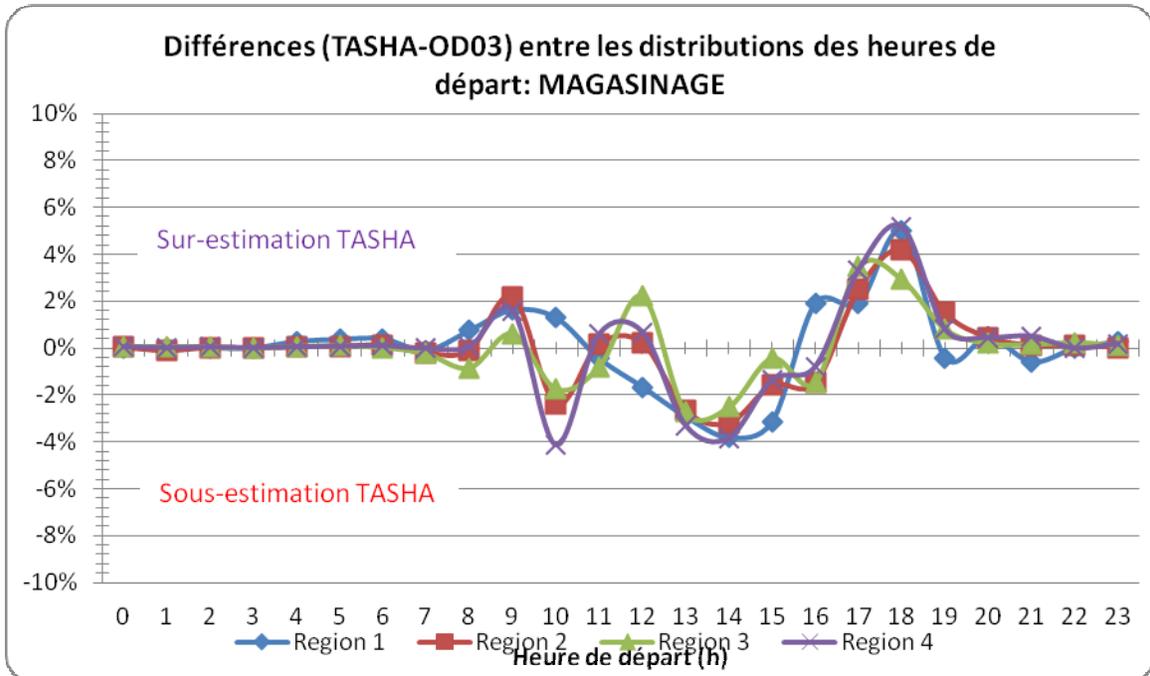
**Figure 98. Différences entre les distributions temporelles proportionnelles des activités travail – comparaison TASHA - OD 2003 selon la région de domicile**

- Dans le cas des déplacements études (Figure 99), les écarts de distributions sont assez semblables avec une sous-estimation des départs avant 7 h et une surestimation des départs après 8 h. Les différences sont moins importantes pour la région 1. Il ne faut pas négliger le fait que l'échelle n'est pas la même pour ces écarts que ceux des autres motifs, car les différences sont beaucoup plus importantes pour les études ( $\pm 30\%$ ) et concentrées uniquement à certaines heures.

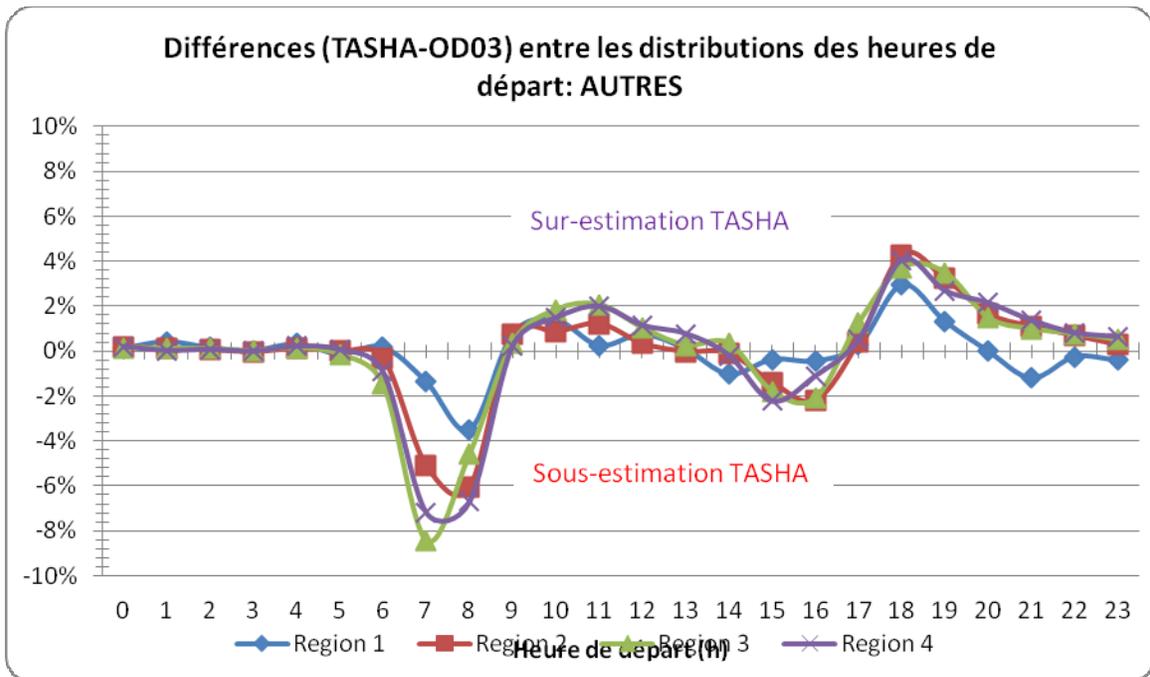


**Figure 99. Différences entre les distributions temporelles proportionnelles des activités étudiées – comparaison TASHA - OD 2003 selon la région de domicile**

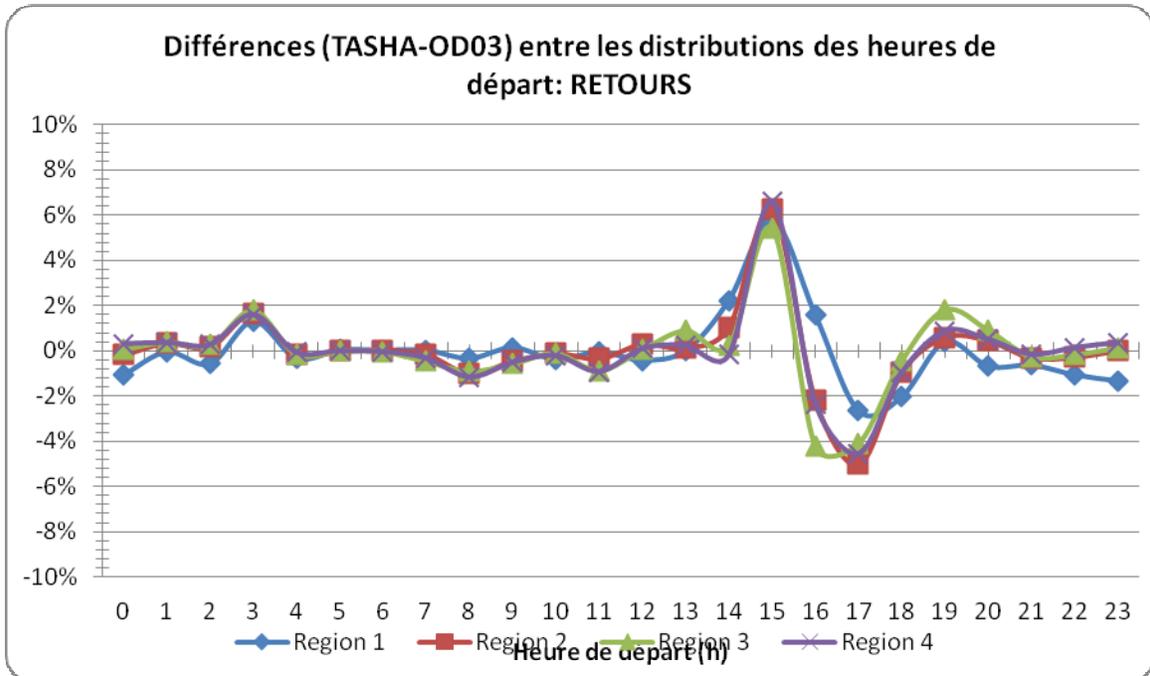
- Pour les déplacements magasinage (Figure 100Figure 99), les écarts pour les régions 2, 3 et 4 sont assez similaires, mais le cas de la région 1 est différent. Pour les trois plus importantes régions, TASHA sous-estime les départs s’effectuant entre 10 h et 10 h 59 ainsi que ceux s’effectuant après le dîner (13 h -15h59). Il y a aussi surestimation des départs en soirées (17 h -18h59) pour toutes les régions.
- Pour les autres activités (Figure 101), les écarts sont aussi similaires pour toutes les régions avec une sous-estimation des départs en début de journée (7h-9 h), une légère surestimation en mi-journée (10h-13 h) et une surestimation en fin de journée (18 h - 20 h).
- Dans le cas des retours (Figure 102), les écarts principaux sont observés en fin d’après-midi où il y a concentration des déplacements associés, et ce pour toutes les régions : surestimation entre 15 h -16 h et sous-estimation entre 16 h et 18 h).



**Figure 100. Différences entre les distributions temporelles proportionnelles des activités magasinage – comparaison TASHA - OD 2003 selon la région de domicile**



**Figure 101. Différences entre les distributions temporelles proportionnelles des activités autres – comparaison TASHA - OD 2003 selon la région de domicile**

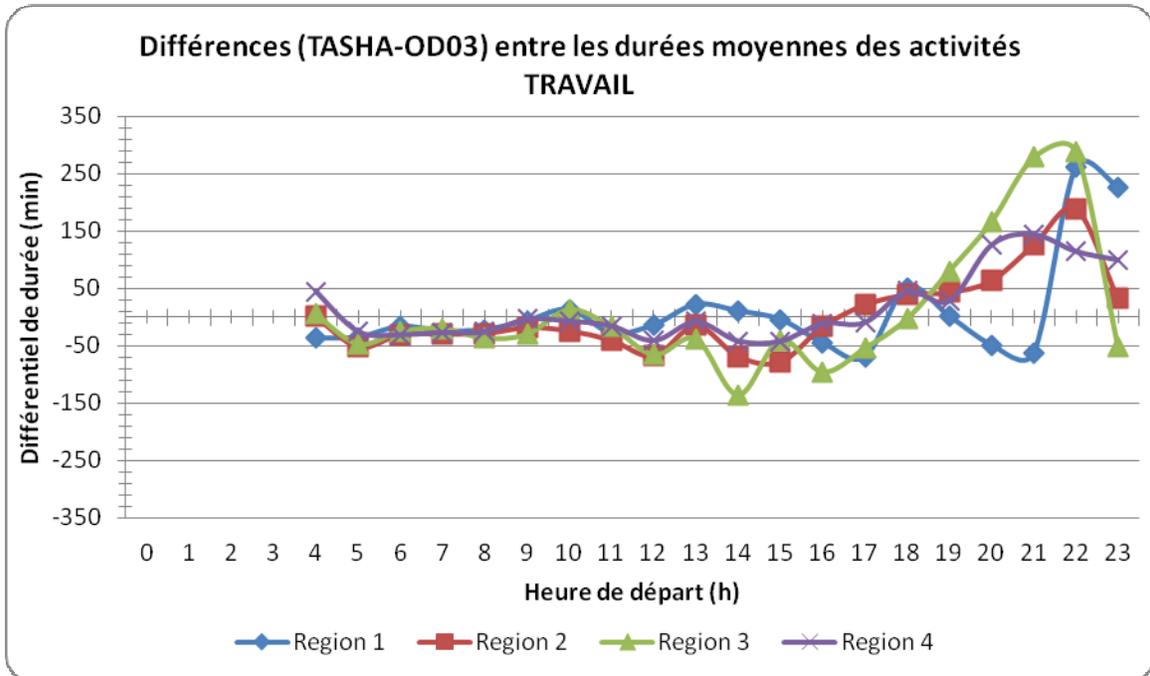


**Figure 102. Différences entre les distributions temporelles proportionnelles des activités autres – comparaison TASHA - OD 2003 selon la région de domicile**

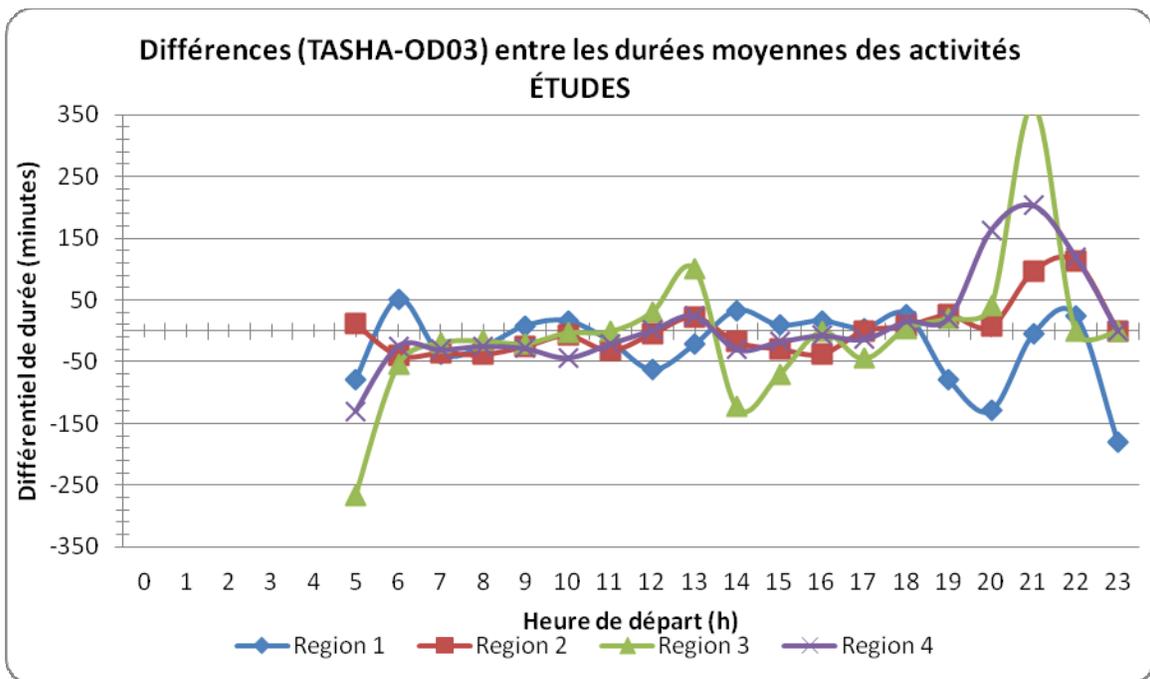
#### 6.4.4 Distribution des durées d'activités

Les quatre figures qui suivent présentent les écarts observés entre TASHA et les enquêtes pour les durées des activités travail (Figure 103), études (Figure 104), magasinage (Figure 105) et autres (Figure 106) :

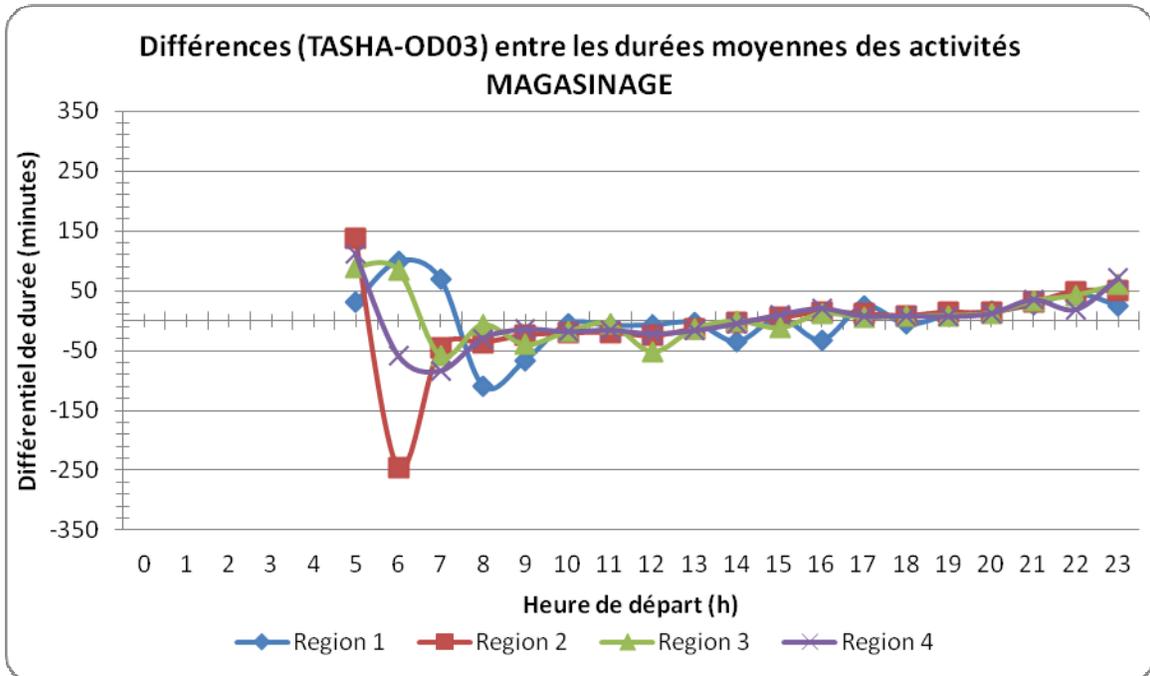
- Travail : on observe de faibles écarts (sous-estimation) pour les déplacements s'amorçant en début de journée (là où la majorité des activités travail s'amorcent). Le constat est similaire pour toutes les régions.
- Études: on observe aussi de faibles écarts (sous-estimation) des durées pour les activités s'amorçant en début de journée et le constat est similaire pour toutes les régions.
- Magasinage: il y a une certaine variabilité des écarts observés selon l'heure de départ et la région de domicile; il n'y a pas de patron dominant.
- Autres: les écarts suivent un patron similaire pour les quatre régions de domiciles et ils sont plus faibles (en nombre de minutes, pas en pourcentage).



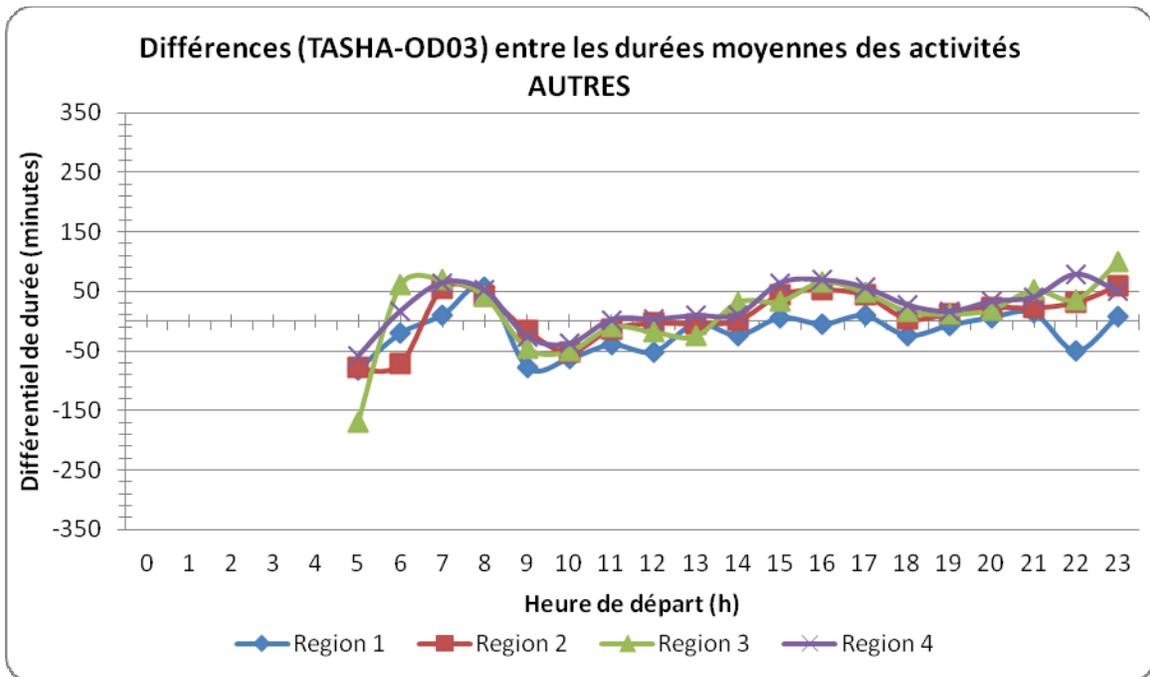
**Figure 103. Différences entre les durées moyennes des activités travail – comparaison TASHA - OD 2003 selon la région de domicile**



**Figure 104. Différences entre les durées moyennes des activités études – comparaison TASHA - OD 2003 selon la région de domicile**



*Figure 105. Différences entre les durées moyennes des activités magasinage – comparaison TASHA - OD 2003 selon la région de domicile*



*Figure 106. Différences entre les durées moyennes des activités autres – comparaison TASHA - OD 2003 selon la région de domicile*

## 6.5 Validation microscopique

La validation microscopique consiste à évaluer le niveau de similarité des comportements observés et simulés pour des individus spécifiques. Il faut rappeler que le modèle expérimenté (TASHA) ne vise pas à reproduire des comportements individuels et s'appuie généralement sur une population synthétique pour laquelle aucun comportement spécifique de mobilité n'est observé. Par conséquent, la reproduction de comportements individuels n'est ni un objectif, ni un critère. On s'attend donc à ce que la comparaison soit non concluante. Elle est néanmoins présentée puisque c'est généralement le type de validation qui est conduite à Montréal pour les autres modèles. On vise typiquement à reproduire des comportements individuels en modifiant, en autres, les paramètres de fonctions d'utilité.

### 6.5.1 Illustrations

Les tableaux qui suivent illustrent quelques exemples de résultats de simulation pour des individus en particulier. Tel qu'anticipé, la comparaison entre simulation et observation n'est pas toujours évidente. TASHA s'appuie sur des distributions observées et vise à obtenir des distributions similaires, mais il n'y a rien au niveau de la reproduction de comportements spécifiques.

Le premier exemple (Tableau 35) présente le cas d'une femme de 53 ans qui a déclaré n'avoir fait aucun déplacement lors de la journée de déplacement enquêtée. TASHA (simulation 4, arbitrairement choisie parmi les 10 simulations) programme 2 activités de type magasinage dans la même zone de destination.

Le second exemple (Tableau 36) porte sur un ménage de 2 personnes composé d'une femme de 38 ans et d'une femme de 4 ans. TASHA simule deux chaînes de déplacement pour l'adulte soit un déplacement travail avec retour et un déplacement magasinage avec retour. Dans l'enquête, on observe une chaîne de 4 déplacements incluant une activité principale soit le travail et deux déplacements autres. Aucun déplacement n'est observé pour l'enfant dans les deux cas.

Le troisième exemple (Tableau 37) porte sur un ménage de 2 personnes composé d'une femme et d'un homme de 39 ans. TASHA reproduit correctement le programme d'activité observé soit un déplacement travail et un retour pour les deux personnes. Les heures et durées ne correspondent cependant pas.

Tableau 35. Exemple 1 : comparaison entre les résultats d'une simulation de TASHA et les données observées dans l'enquête OD 2003

Ménage ID: 13 670									
Nombre de personnes dans le ménage: 1									
Attributs des personnes			Résultat TASHA : Simulation 4						
No pers	Âge	Genre	Dépl.	Hre dep	Activité	Durée activité	Zone Dest	Distance (km)	NbChaines
1	53	Femme	1	1010	Magasinage	230	526	0,7	2
			2	1400	Domicile	-	527	0,7	
			3	1410	Magasinage	50	526	0,7	
			4	1500	Domicile	-	527	0,7	
Attributs des personnes			Enquête OD 2003						
No Pers	Age	Genre	Dépl.	Hre dep	Activité	Durée activité	Zone Dest	Distance (km)	NbChaines
1	53	Femme	Aucun déplacement						

Tableau 36. Exemple 2 : comparaison entre les résultats d'une simulation de TASHA et les données observées dans l'enquête OD 2003

Ménage ID: 17 961									
Nombre de personnes dans le ménage: 2									
Attributs des personnes			Résultat TASHA : Simulation 4						
No pers	Âge	Genre	Dépl.	Hre dep	Activité	Durée activité	Zone Dest	Distance (km)	NbChaines
1	38	Femme	1	850	Travail	550	324	6,19	2
			2	1800	Domicile	-	580	6,19	
			3	2020	Magasinage	55	1109	1,84	
			4	2115	Domicile	-	580	1,84	
2	4	Femme	Aucun déplacement						
Attributs des personnes			Enquête OD 2003						
No pers	Âge	Genre	Dépl.	Hre dep	Activité	Durée activité	Zone Dest	Distance	NbChaines
1	38	Femme	1	630	Autres	15	586	0,95	1
			2	645	Travail	555	324	7,12	
			3	1600	Autres	60	586	7,12	
			4	1700	Domicile	-	580	0,95	
2	4	Femme	Aucun déplacement						

**Tableau 37. Exemple 4: comparaison entre les résultats d'une simulation de TASHA et les données observées dans l'enquête OD 2003**

<b>Ménage ID: 26 697</b>									
<b>Nombre de personnes dans le ménage: 2</b>									
<b>Attributs des personnes</b>			<b>Résultat TASHA : Simulation 4</b>						
<b>No pers</b>	<b>Âge</b>	<b>Genre</b>	<b>Dépl.</b>	<b>Hre dep</b>	<b>Activité</b>	<b>Tps dpl</b>	<b>Zone Dest</b>	<b>Distance</b>	<b>NbChaines</b>
1	39	Femme	1	650	Travail	715	186	2,10	1
			2	1845	Domicile	-	636	2,10	
2	39	Homme	1	815	Travail	465	79	3,22	1
			2	1600	Domicile	-	636	3,22	
<b>Attributs des personnes</b>			<b>Enquête OD 2003</b>						
<b>No pers</b>	<b>Âge</b>	<b>Genre</b>	<b>Dépl.</b>	<b>Hre dep</b>	<b>Activité</b>	<b>Tps dpl</b>	<b>Zone Dest</b>	<b>Distance</b>	<b>NbChaines</b>
1	39	Femme	1	830	Travail	570	186	2,10	1
			2	1800	Domicile	-	636	2,10	
2	39	Homme	1	730	Travail	630	30	3,63	1
			2	1800	Domicile	-	636	3,63	

Ces exemples demeurent très anecdotiques. Ils confirment par ailleurs que ces types de modèles ne visent pas à reproduire les comportements particuliers d'individus, mais plutôt à reproduire des comportements moyens, par type d'individus. Ceci diffère de certains exercices faits à Montréal visant à comparer des itinéraires de transport en commun décrits (déclarés lors des enquêtes Origine-Destination) et des itinéraires de transport en commun simulés lors du processus de calibration du modèle d'affectation de déplacements individuels sur le réseau de transport en commun. Le pourcentage d'itinéraires décrits reproduits par le modèle est un des indicateurs utilisés lors de la calibration du modèle.

### 6.5.2 Validation micro généralisée

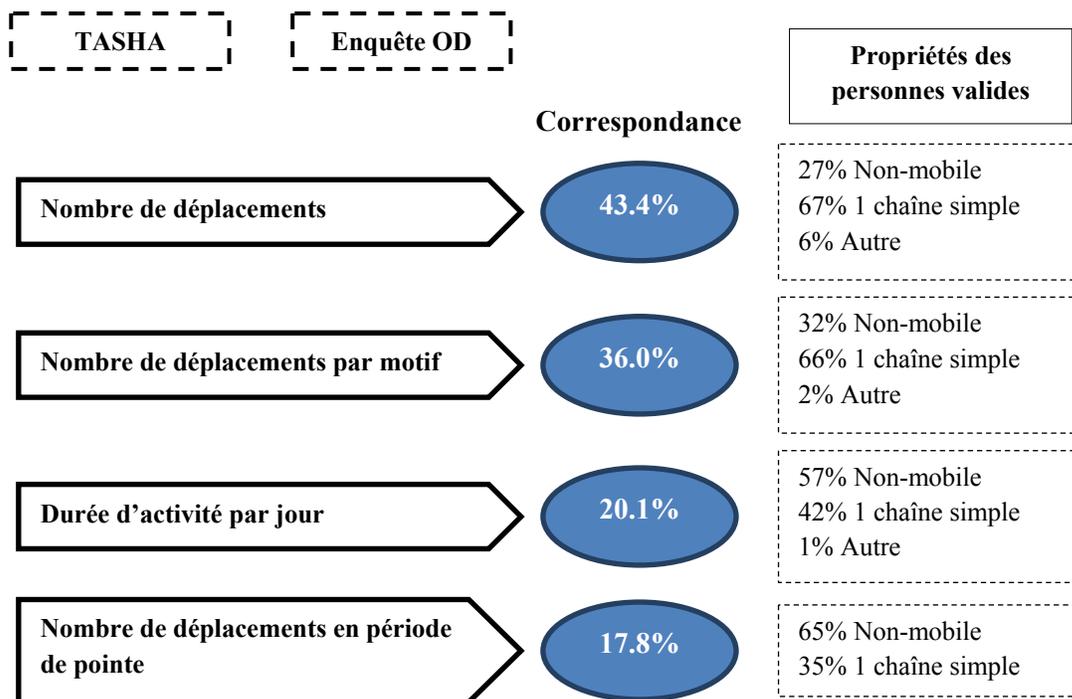
Pour généraliser la comparaison microscopique, quelques mesures ont été réalisées. Le nombre de personnes parfaitement reproduites en fonction de différents critères a été comptabilisé. Les critères suivants ont été testés pour l'ensemble des personnes simulées :

- Nombre de déplacements de la personne;
- Nombre de déplacements de la personne selon le type d'activité;
- Durée totale d'activité par jour de la personne ( $\pm$  60 minutes);

- Durée totale d'activité par type par jour de la personne ( $\pm$  60 minutes);
- Nombre de déplacements de la personne en pointe du matin;
- Nombre de déplacements de la personne en pointe du l'après-midi;

La validation respecte l'ordre dans lequel les critères sont mentionnés. Ceci signifie que la validation est effectuée uniquement sur les personnes qui respectent le critère précédent. Les critères sur la durée totale d'activité incluent la durée de déplacement à l'aller. Un écart de 60 minutes entre ce qui a été observé et simulé est considéré acceptable.

La Figure 107 résume la démarche de validation microscopique notamment les critères appliqués en séquence et les propriétés des personnes validées suite à ces critères.

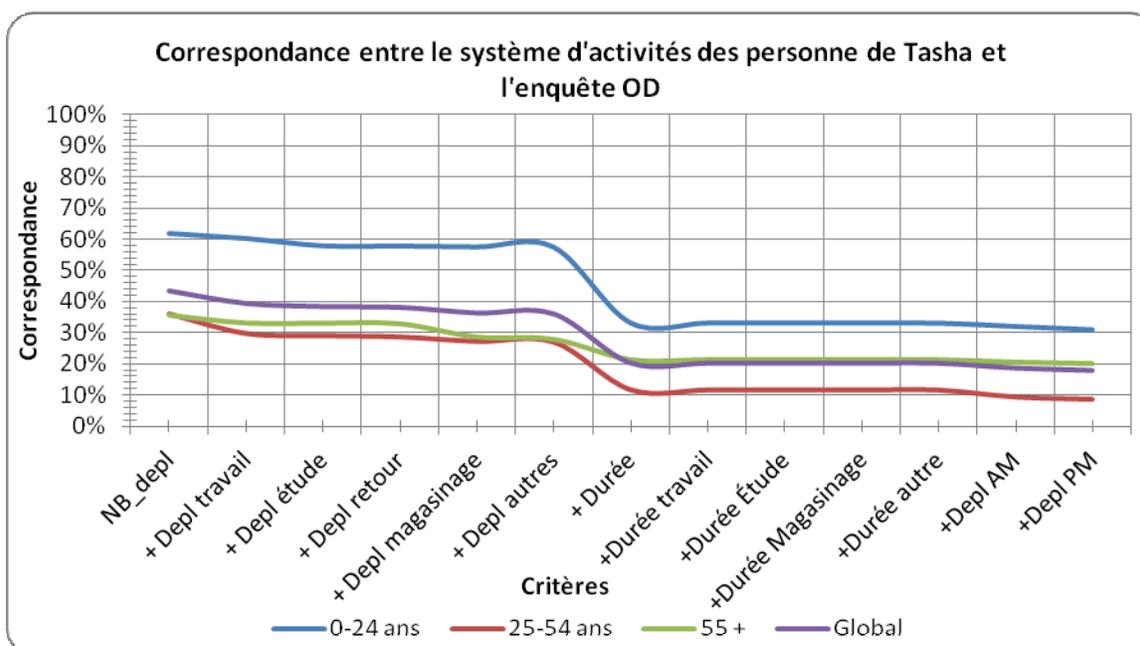


**Figure 107. Correspondance du système d'activité des personnes de TASHA et l'Enquête OD**

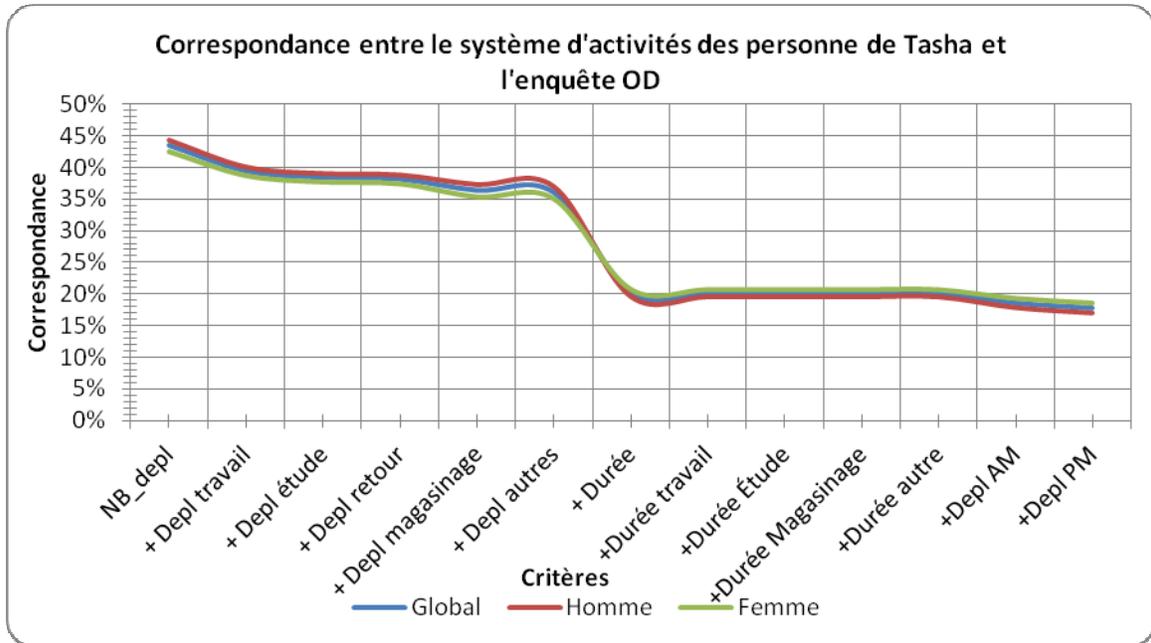
Suite à la validation, le nombre de personnes dont le nombre de déplacements observés est identique à celui simulé est environ 43 %. Ce résultat diminue jusqu'à environ 18 % lorsque l'ensemble des critères précédemment énumérés sont utilisés. Les résultats présentés représentent la moyenne des dix simulations effectuées par Tasha. La variabilité entre les différentes simulations était très petite avec un écart type de 0.25 %.

Plus le nombre de critères est grand, plus les chaînes d'activités complexes sont filtrées. Au dernier critère, il reste principalement des personnes non mobiles et effectuant 1 chaîne simple pendant la journée. Un peu plus de 11 % des personnes non mobiles sont identiques entre TASHA et l'enquête OD. Peu importe les critères utilisés, leur validité demeurera.

De plus, ces résultats ont été ventilés selon le groupe d'âge et selon le sexe de l'individu. Les figures suivantes présentent le pourcentage de correspondance à la suite de l'application des critères selon le groupe d'âge (Figure 108) et le genre (Figure 109).



**Figure 108. Correspondance entre le système d'activités des personnes de TASHA et de l'enquête OD selon le groupe d'âge**



*Figure 109. Correspondance entre le système d'activités des personnes de TASHA et de l'enquête OD selon le sexe de l'individu*

Il y a très peu de différences observées sur la correspondance des systèmes d'activités pour les hommes et les femmes. Cependant, les différences sont plus importantes selon le groupe d'âge. En effet, les personnes de moins de 25 ans ont un taux de correspondance plus élevé que les autres groupes d'âge. Ceci est expliqué par le type de chaîne d'activités que ces personnes effectuent principalement pendant la journée. Il est plus facile pour TASHA de reproduire des personnes qui font seulement une chaîne simple par jour. Le groupe des 25-54 ans est celui dont la correspondance est la plus faible. Ces personnes effectuent souvent des chaînes d'activités complexes et plus nombreuses pendant la journée.

## 6.6 Synthèse

Ce chapitre s'est intéressé à l'évaluation de la transposabilité spatiale de TASHA. D'une part, les paramètres du logiciel sont demeurés inchangés donc issus des comportements observés en 1996 par le biais des enquêtes torontoises. D'autre part, les données entrantes ont été préparées à l'aide de divers fichiers témoignant de la population et du contexte territorial montréalais.

À partir de cette combinaison d'éléments, TASHA a été exécuté 10 fois (10 simulations indépendantes) et les résultats produits ont été comparés aux données de l'enquête OD 2003.

Les constats suivants peuvent être tirés :

- Les modèles de microsimulation comme TASHA ne visent pas à reproduire des comportements en particulier, mais plutôt à générer des comportements individuels dont l'agrégation représente l'état global d'un système. Ils s'appuient d'ailleurs sur des populations synthétiques pour lesquelles il n'existe typiquement aucune information sur la mobilité. Il y a donc une nuance à apporter : les données qui sont produites par le modèle permettent des analyses individuelles puisque les objets demeurent identifiables (une personne X appartenant à un ménage Y a Z comportements de mobilité). Cependant, le modèle ne vise pas à reproduire des comportements particuliers observés par le biais d'enquête. La méthode tente plutôt d'assurer la reproduction de comportements globaux, sachant que plusieurs combinaisons de comportements individuels peuvent mener au même résultat global. Il faut donc être prêt à accepter des différences au niveau microscopique lorsque des analyses sont conduites à des niveaux plus désagrégés. C'est tout à fait en phase avec la variabilité des comportements de mobilité. Dans le contexte montréalais, on peut supposer que les données provenant des enquêtes sont utilisées pour produire des analyses descriptives (tendances, etc.) et pour alimenter le développement des modèles (distributions par exemple), mais que des populations synthétiques (ou des réalisations statistiques d'échantillons d'enquête par le biais d'ensemencement spatial de proximité) soient utilisées pour faire des simulations et prévisions. La plausibilité des simulations serait évaluée à l'aide d'indicateurs macroscopiques et mésoscopiques.
- La validation macroscopique est celle qui est généralement utilisée pour évaluer la qualité d'un modèle, souvent parce qu'il n'y a pas de meilleures données comportementales disponibles (c'est toutefois le cas à Montréal). Dans le cas de l'application à Montréal, la validation macroscopique révèle que TASHA sous-estime le nombre d'activités d'environ 10 % ; en outre, tous les types sont sous-estimés à l'exception du travail pour lequel il y a surestimation d'environ 5 %. TASHA surestime les distances parcourues d'environ 13 %. Cependant, les écarts ne sont pas distribués uniformément à travers les activités et les erreurs les plus importantes sont observées pour le magasinage et les autres types d'activités. Dans le cas des distributions temporelles (heures de départ), elles sont similaires (TASHA vs OD 2003) pour le travail, le magasinage et les retours, mais pas pour les études et les autres activités. Dans le cas des distributions de durées d'activités, toutes les distributions sont assez similaires, mais celles des études ont le test

le plus concluant.

- Les validations par segments de population (âge\*genre et par région de domicile) confirment la sous-estimation du nombre d'activités pour la majorité des activités et segments. Seules les activités travail des 25-54 ans sont surestimées. L'analyse par régions indique aussi que les activités travail sont surestimées partout. Pour tous les segments, TASHA surestime aussi les distances, mais il y a des différences selon les types d'activités à travers les groupes. C'est aussi le cas pour les 4 régions de domicile, mais la taille des écarts diffère. En ce qui concerne les distributions temporelles, le travail et les études s'amorcent plus tôt à Montréal que ce qui est prédit par TASHA; il y a aussi des différences importantes pour les autres activités. Les retours s'effectuent plus tard que ce que prédit TASHA. À travers les régions, les constats sont assez similaires bien que les écarts soient moins grands pour le centre-ville (mais celui-ci compte moins de résidents). Les distributions de durées sont assez bonnes pour les études et le magasinage, mais sous-estimées pour le travail. On observe toujours beaucoup de variabilité pour les autres activités.
- La validation microscopique est certainement trop exigeante pour ce type de modèle qui s'appuie sur des populations synthétiques. Les exemples ont montré qu'un examen de comportements spécifiques peut s'avérer peu concluant; certains individus ont aussi des comportements réels qui ne suivent pas les logiques qui sont introduites dans les modèles posant l'hypothèse de comportement rationnel non plus. **Il est évident que le passage à un modèle de microsimulation exige un changement dans la culture de modélisation et de calibration / validation des modèles.** Il y a peut-être des approches hybrides qui permettraient de tirer profit de la richesse des données disponibles (ce qui n'est pas le cas dans TASHA) tout en assurant une synthèse des observations et de plus grandes possibilités de changements comportementaux.

## 7 Synthèse de population

### 7.1 État des connaissances

La microsimulation ainsi que la modélisation par agents et par automates cellulaires alimentent plusieurs réflexions actuelles en modélisation urbaine. Selon Miller et Salvini (1997), la microsimulation soutient la mise à l'épreuve, dans le temps, de modèles comportementaux. Par définition, la microsimulation est de nature microscopique et exige des données désagrégées. Étant donné l'absence, l'absence de mises à jour correspondantes à la période étudiée ou la non-disponibilité fréquente de bases de données fines (échantillons représentatifs de la population d'intérêt), cette exigence se traduit souvent par la synthèse d'une population à partir de données agrégées.

Typiquement, les modèles de microsimulation tentent de projeter différents scénarios de transport en tenant compte de facteurs spatiaux, socio-économiques et de structure des ménages. Dans ce contexte, le concept de microsimulation implique la génération d'une population synthétique (personnes et ménages) à partir de règles de probabilité (attribution probabiliste de caractéristiques à partir de données agrégées), l'évolution de cette population toujours selon des lois de probabilité (cycle de vie, accès à l'emploi, niveau d'éducation) ainsi que la calibration des règles probabilistes à partir de données empiriques (Dörnemann, 2000).

La production d'une population synthétique est un enjeu fondamental du processus de microsimulation pour compenser l'absence de données désagrégées sur les comportements réels d'une population (Miller 1996, Ballas et coll. 1999, Ton and Hensher 2001). « *A synthetic population is a Monte-Carlo realization of the information provided by the census data* » (Charypar et Nagel, 2003). En l'absence d'échantillons détaillés à propos de la sociodémographie et des comportements urbains d'une population, des données désagrégées sont construites. Des questionnements peuvent toutefois être soulevés quant à la pertinence de ces méthodes en amont des processus de modélisation lorsque des bases de données détaillées sont disponibles. À Montréal, les bases de données d'enquête OD permettent d'obtenir de l'information assez précise sur la distribution de la population, de leurs caractéristiques sociodémographiques telles que l'occupation principale ou le lieu de travail et des caractéristiques du ménage.

Ton et Hensher (2001) s'intéressent à la construction de ménages synthétiques en soutien à la microsimulation. Un ménage synthétique est un ménage représentant un nombre connu de ménages d'un certain type (selon une classification des ménages). Chaque ménage synthétique est caractérisé par un ensemble d'attributs (variables explicatives dans les fonctions d'utilité) qui déterminent l'éventail des probabilités comportementales quant aux choix de localisation, déplacement et choix modal. Dans le temps, le poids de chaque ménage est modulé afin de refléter les changements dans les distributions de la population de référence. L'enjeu majeur de l'opération de génération d'une population synthétique consiste à définir la distribution conjointe entre deux attributs pour lesquels il n'existe qu'une distribution marginale (problème très similaire à la distribution entre extrémités de déplacements produites et attirées).

Les modèles basés sur le concept d'agent impliquent que chaque acteur du système est modélisé comme un agent autonome qui possède une identité, des attributs ainsi qu'une capacité de décision et d'action (Miller et coll. 2004). Chaque agent (personne, ménage, automobile) fait face à un ensemble de choix dont la sélection sera déterminée par probabilité.

Beckman *et coll.* (1996) a d'abord développé une méthode de synthèse de population pour générer une population synthétique de référence à l'aide d'un échantillon de données et de données de recensement pour le modèle TRANSIMS. La méthode s'appuie sur une procédure d'ajustement proportionnel itératif pour estimer les distributions conjointes des attributs des ménages au niveau des secteurs de recensement. Cette méthode tente d'intégrer des données agrégées d'une source avec les données désagrégées d'une autre source; les données désagrégées sont considérées comme des semences pour générer des enregistrements individuels qui, globalement, sont cohérents avec les tabulations croisées disponibles dans les données agrégées. C'est l'approche conventionnelle.

L'approche conventionnelle de synthèse de population a été introduite dans certains modèles d'activités tels que le modèle Oregon2 (Hunt et al, 2004), MORPC Model (PB Consult, 2005, tel que cité par Hunt et coll., 2004), et RAMBLAS (Veldhuisen et coll., 2000 tel que cité par Hunt et coll., 2004). Bradley et coll. (2001) ont aussi utilisé une approche traditionnelle de synthèse de population dans le cadre d'un modèle de microsimulation de type activités aux États-Unis.

Guo et Bhat (2007) présentent deux critiques / limitations des approches conventionnelles de synthèse de population : 1) valeurs nulles incorrectes de certaines cellules et 2) le non-contrôle de

variables individuelles. Ces auteurs suggèrent que l'approche conventionnelle est limitée à une combinaison fixe et prédéterminée de variables ainsi qu'à un territoire d'étude. Ils indiquent aussi que le générateur de population synthétique doit être flexible et réutilisable afin d'en permettre l'utilisation pour différents contextes d'études (dans le temps et l'espace). Par conséquent, le propos principal de cet article est de développer une nouvelle approche de synthèse de population avec des modifications et améliorations à la méthode de Beckman et coll. (1996). Cet article valide aussi l'approche par la génération d'une population synthétique pour la région de Dallas/Fort-Worth au Texas. Les résultats de cette validation montrent que cette nouvelle procédure produit des résultats qui sont plus près de la population réelle que l'approche conventionnelle.

Arentze *et coll.* (2007) proposent une méthode de synthèse de la population basée sur une procédure d'ajustement proportionnel itératif pour alimenter le modèle Albatross. La méthode met l'accent sur la génération de ménages synthétiques à partir de distributions de données sur les individus. La méthode proposée est un effort de conversion de distributions d'individus en distribution de ménages grâce au concept de matrices de relations.

Ye *et coll.* (2009) proposent un algorithme de synthèse de population basé sur une approche d'actualisation proportionnelle itérative qui permet de coupler à la fois les distributions au niveau individuel et des ménages. L'algorithme est appliqué à un haut niveau de résolution (îlots) dans le comté de Maricopa en Arizona. Les performances de l'algorithme sont très satisfaisantes sous deux aspects : l'adéquation des distributions de personnes et ménages ainsi que le temps de calcul.

## 7.2 Quelques outils disponibles

On peut trouver différentes méthodes et outils permettant de générer des populations synthétiques, par exemple :

- PopSyn-Win (<http://popsyn-win.software.informer.com/4.1/>) est un outil développé par le Transportation research laboratory du Department of Civil and Materials Engineering de l'University of Illinois (Chicago). Cet outil permet de générer une population synthétique à partir d'un échantillon de microdonnées (personnes ou ménages) et des populations <http://www.hbaspecto.com/synthesizer/> totales par zone (typiquement estimées à partir de

recensements ou de prévisions de population).

- L'Arizona State University propose un code (programme) permettant de générer une population synthétique respectant des distributions de populations par zone d'analyse. La méthode développée s'appuie sur un algorithme de type heuristique qui, par processus itératif, génère une population synthétique. Cet algorithme permet de respecter simultanément les attributs des personnes et des ménages. Les informations et le code sont disponibles ici : <http://urbanmodel.asu.edu/popgen.html>.
- Finalement, il convient de mentionner que dans le cadre du développement du modèle ILUTE de Toronto, l'équipe de recherche développe aussi des approches de synthèse de population. Pritchard et Miller (2012) présentent d'ailleurs les développements à cet effet. Il semble que les enjeux auxquels tentent de répondre les expérimentations les plus récentes sont ceux de respecter simultanément les contraintes relatives aux populations de ménages et de personnes.

### 7.3 La synthèse de population dans le contexte montréalais

Comme mentionné dans la revue de littérature, la synthèse de population est utilisée pour compenser l'absence de données désagrégées sur les comportements réels d'une population, données requises pour alimenter les modèles de microsimulation. Ce n'est évidemment pas le cas dans la région de Montréal (et dans d'autres régions du Québec). Souvent, les régions n'ont accès qu'à un extrait de microdonnées (souvent sans localisation spatiale) et utilisent des modèles de synthèse de population pour créer un échantillon plus complet de données comme intrant aux modèles de prévision de la demande de transport. Les modèles typiques de synthèse de population s'appuient sur des tables agrégées décrivant la population (personne, ménage) selon différents attributs importants (âge, genre, lieu de domicile) et visent à énumérer une liste de personnes et/ou ménages dont la somme des propriétés permet de reconstruire ces constats agrégés. À la limite, le processus s'apparente beaucoup à la pondération d'un échantillon puisqu'il vise aussi à reconstruire différents univers.

Toronto dispose de données similaires, mais choisit tout de même d'appliquer une méthode classique de synthèse de population pour construire des individus "*artificiels*" qui reconstruisent les grands paramètres de la population représentée par le recensement canadien. Les enquêtes

OD (TTS) sont ensuite utilisées pour développer des distributions comportementales (telles qu'utilisées dans TASHA) et valider les résultats obtenus des modèles. Il faut aussi mentionner que les données sont beaucoup moins exploitées qu'à Montréal et au Québec.

Dans ce contexte, ce serait certainement un pas en arrière que de viser l'adoption d'une méthode pure de synthèse de population s'appuyant uniquement sur des tables agrégées. Selon notre compréhension, l'idée d'examiner le concept de synthèse de population dans le contexte montréalais provient de certains besoins relatifs aux données et à leur exploitation dans un contexte de prévision de la demande de transport:

- Assurer la confidentialité des données composant l'échantillon et assurer qu'il soit impossible d'identifier un ménage ou une personne en particulier par le biais d'une localisation résidentielle et d'attributs décrivant le ménage et les personnes;
- Réduire l'impact du facteur de pondération dans l'évaluation de certains scénarios ;
- Permettre l'expérimentation d'autres plateformes de modélisation (c'est déjà le cas avec les données issues directement des enquêtes OD comme a pu le démontrer la présente expérimentation de TASHA) ;
- Disposer d'une population synthétique (complète ou représentant un pourcentage donné de la population) pour alimenter différentes analyses.

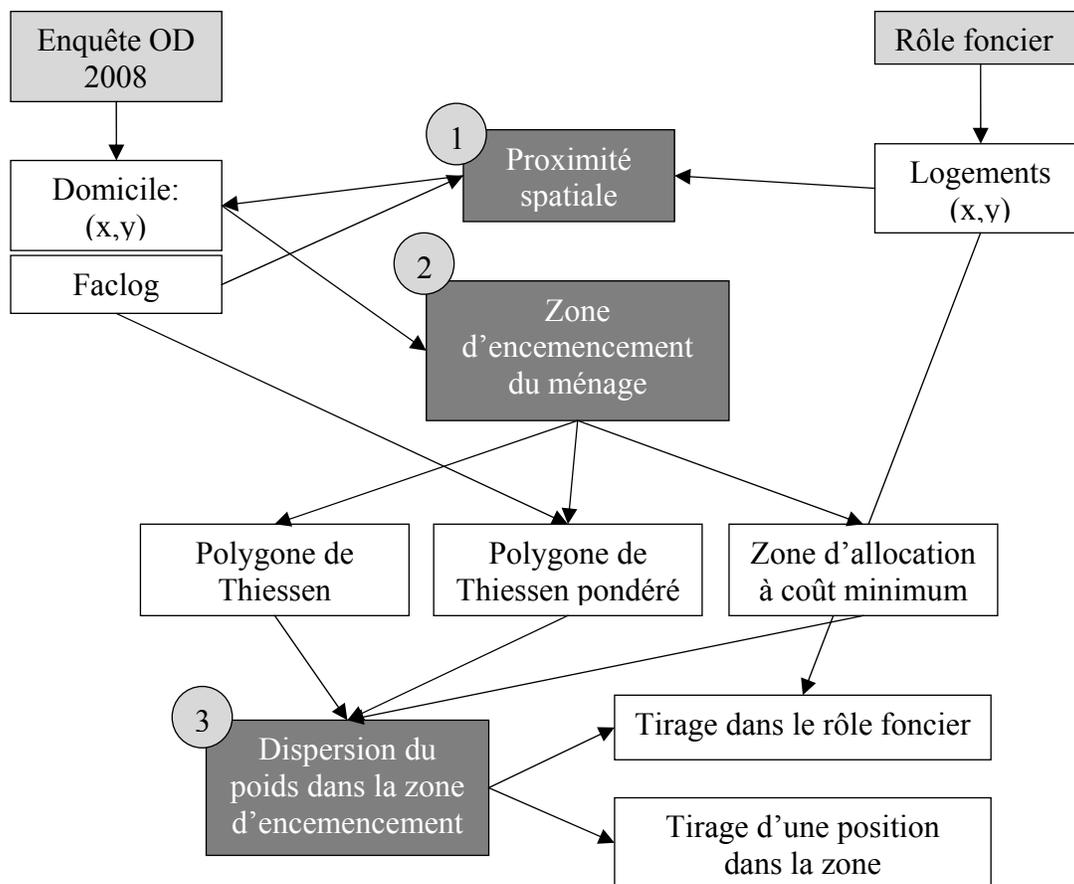
Dans ce contexte, l'équipe de recherche a choisi d'expérimenter différentes techniques de synthèse de l'échantillon de données disponibles via les enquêtes. Il est donc davantage question de désagrégation de l'échantillon ou bien d'énumération complète de la population représentée par l'échantillon afin de construire une population synthétique qui réponde aux besoins énoncés ci-dessus.

## 7.4 Méthodologie générale

En résumé, il n'est pas nécessairement souhaitable de se tourner totalement vers une approche pure de synthèse de population visant à reconstruire des tables agrégées provenant des recensements. C'est souvent la méthode générale de synthèse. Il est certainement souhaitable et opportun de profiter du niveau de détail disponible dans les enquêtes OD pour alimenter un

similiprocessus de synthèse qui s'apparente davantage à de la désagrégation des facteurs de pondération. C'est la voie expérimentée dans le cadre de ce projet.

La Figure 110 présente la méthodologie utilisée pour faire différentes expériences de synthèse de l'échantillon. Cette méthode s'appuie sur l'enquête OD 2008 et sur un extrait du rôle foncier fourni par le MTQ (dans certains cas). Les différentes étapes sont présentées dans les sections suivantes.



**Figure 110. Méthodologie générale d'énumération des ménages à partir d'un échantillon d'enquête**

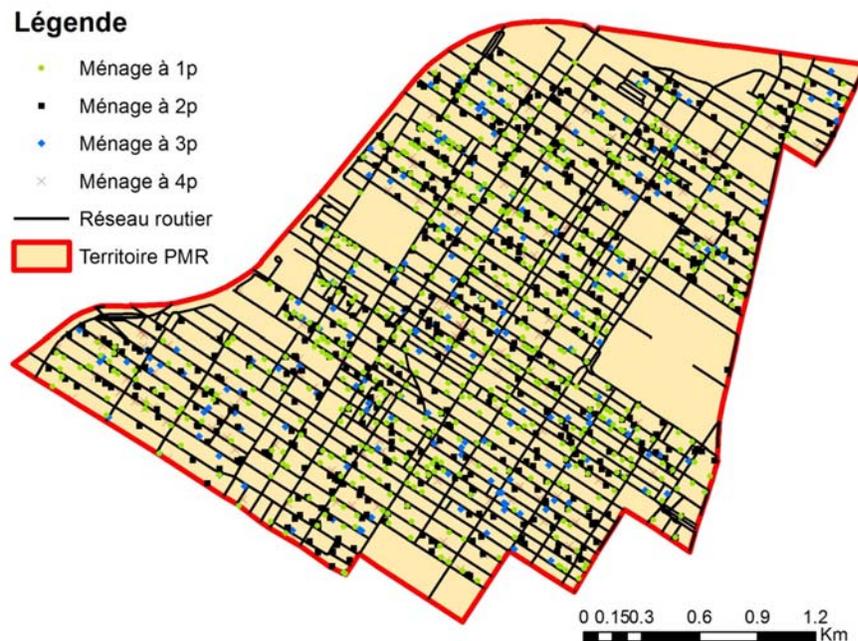
L'objectif principal de cette section est de tester la désagrégation des facteurs de pondération de l'enquête OD et la dispersion des ménages sur le territoire afin d'avoir une énumération de la population de ménages pour réduire la possibilité d'identification. Différentes méthodes de dispersion sont évaluées.

## 7.5 Bases de données utilisées

Les expérimentations s'appuient sur deux principales sources de données : le fichier de l'enquête OD 2008 et, pour certaines expérimentations, un extrait du rôle foncier obtenu du MTQ pour ce projet de recherche.

### 7.5.1 Enquête OD 2008

Afin de simplifier les calculs nécessaires, seul le secteur municipal du Plateau Mont-Royal (PMR) a été sélectionné. Le PMR contient, selon le recensement canadien de 2006, 47 093 ménages. L'enquête OD de 2008 possède un échantillon de 1689 ménages pour ce territoire. De ceux-ci, 701 sont des ménages à une personne, 623 à deux personnes, 197 à trois personnes et 168 à 4 personnes et plus. Ces ménages sont répartis sur le territoire d'une superficie totale de 7.3 km<sup>2</sup>.



*Figure 111. Dispersion des ménages par type de ménage selon l'enquête OD 2008 sur le territoire du PMR*

### 7.5.2 Extrait du rôle foncier

Un extrait du rôle foncier 2010 pour l'île de Montréal nous a été fourni. Dans le cadre de ces expérimentations, seule une extraction correspondant au territoire du PMR a été utilisée. Il y a

dans l'extrait de la base de données 18 942 enregistrements correspondant à des bâtiments contenant un ou plusieurs logements. Au total, ces bâtiments regroupent 52 790 logements.

La différence entre le nombre de logements du rôle foncier (52 790) et le nombre de ménages du recensement (47 093), qui est de quelques 5 700, peut avoir plusieurs sources.

1. L'année de référence du rôle et celle du recensement canadien pour l'enquête OD 2008 n'est pas la même. De nouveaux logements se sont construits entre les deux années de référence;
2. Ce ne sont pas tous les logements qui sont occupés. Il existe un taux d'inoccupation qui est estimé à 1.9 % en 2011 pour le Plateau Mont-Royal ce qui correspond à environ 1000 logements (CMM, 2012). Ce taux pouvait différer en 2006.
3. La définition du logement dans le rôle foncier et celui du ménage de l'enquête OD n'est pas identique.

Dans le cadre de ce travail, les variables utilisées sont le nombre de logements par bâtiment ainsi que la position géographique de chacun de ceux-ci.

Pour des fins d'analyse, la base de données contenant le rôle foncier des bâtiments a été modifiée. Une base de données de logements a été construite à l'aide du rôle foncier ainsi que la variable représentant le nombre de logements. Les logements dans le même bâtiment se voient octroyer les mêmes coordonnées. Les coordonnées fournies pour le bâtiment semblent se situer près du point central de celui-ci.

La Figure 112 contient les 18 942 bâtiments contenant les 52 790 logements du rôle foncier sur le territoire du PMR. Les logements sont répartis sur l'ensemble du territoire résidentiel. La Figure 113 contient les logements du rôle foncier ainsi que les ménages échantillonnés de l'enquête OD.

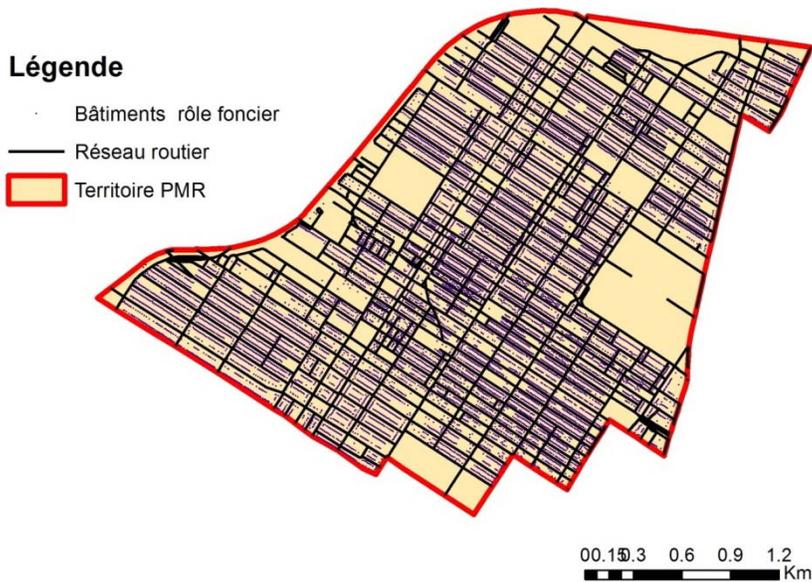


Figure 112. Dispersion des bâtiments selon le rôle foncier sur le territoire du PMR

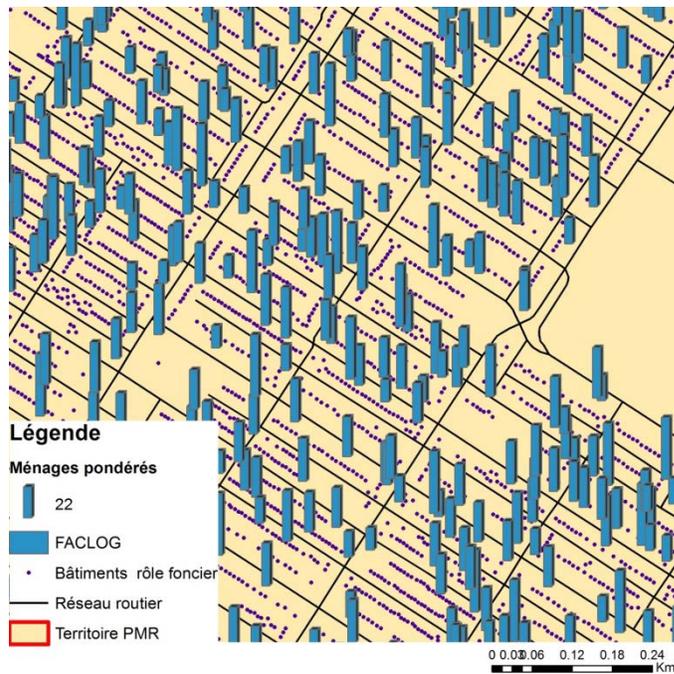


Figure 113. Représentation actuelle de la dispersion des ménages pondérés de l'enquête OD 2008

## 7.6 Expérimentations

L'objectif général de cette section est d'expérimenter différentes méthodes afin de décomposer le facteur de pondération du ménage échantillonné dans l'enquête OD et de fournir de nouvelles

coordonnées aux entités ainsi créées; ces entités deviennent des ménages synthétiques. Plusieurs éléments devront être par la suite approfondis.

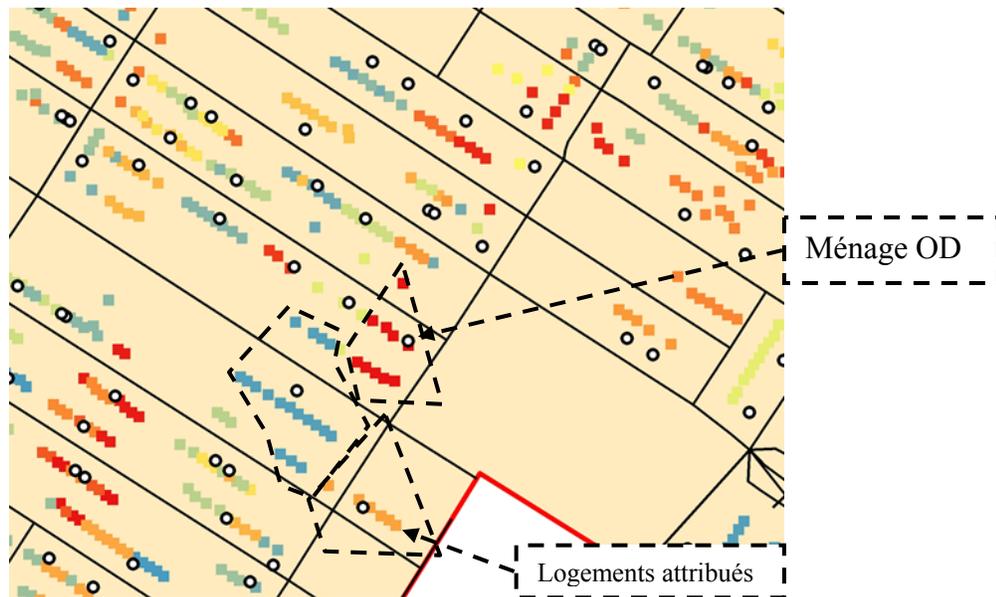
- La première méthode expérimentée consiste à distribuer le facteur de pondération du ménage par proximité spatiale sur les logements inscrits dans le rôle foncier.
- La deuxième méthode consiste à distribuer le facteur de pondération sur une surface qui correspond à la zone d'ensemencement local de celui-ci.

Pour ces expérimentations, les méthodes utilisées demandent que le facteur de pondération de l'enquête OD soit un entier, ce qui est rarement le cas. La méthode demande la décomposition des ménages en éléments unitaires, d'où la nécessité d'avoir à priori des facteurs entiers. Les facteurs ont donc été arrondis à l'entier le plus proche afin d'appliquer les méthodes de calcul. L'impact global de cette modification est réduit par la taille de l'échantillon utilisé qui est assez grande. Il y a environ autant de facteurs qui sont arrondis à la hausse qu'à la baisse.

### **7.6.1 Association des unités de logement aux ménages échantillonnés**

#### **Description de la méthode**

Cette méthode associe chaque unité de logement du rôle foncier au ménage échantillonné le plus proche et cette unité hérite d'une copie de ce ménage. Le nombre maximal de logements qui peut être associé au ménage est fonction du facteur de pondération du ménage. Le nombre de logements étant plus élevé que le nombre de ménages, il y a des logements qui ne sont associés à aucun ménage à la fin de la procédure. Une distance maximale entre le logement et le ménage a aussi été utilisée afin de limiter l'association d'un logement trop éloigné. Suite à l'application de la méthode, 87.3 % des logements ont été attribués à un ménage. La Figure 114 contient l'attribution des logements au ménage le plus proche.



*Figure 114. Attribution des logements du rôle foncier au ménage échantillonné le plus proche*

#### Limites

- Le type de ménage n'est pas considéré dans les calculs. Un même ménage échantillonné est donc répliqué plusieurs fois dans les logements de proximité.
- Un logement peut être associé à un ménage qui est à une distance considérable (dans les cas où il n'y a pas de ménage OD à proximité). Un critère sur la distance maximale doit donc être inséré dans le calcul.
- C'est la distance individuelle que l'on minimise ici (entre le ménage échantillonné et l'unité de logement) et non la distance collective totale.
- Les logements non attribués sont ceux qui sont les plus éloignés des ménages échantillonnés;
- La méthode demande que le facteur de pondération soit entier.

#### Constats

- La méthode est simple à exécuter.
- Le logement attribué existe vraiment.

Dans cette expérimentation, on minimise la distance entre logements et les ménages échantillonnés. Il serait possible aussi de minimiser la distance totale des logements attribués en faisant une allocation à coût minimum. Les résultats obtenus par cette méthode d'optimisation seraient quelque peu différents.

### **7.6.2 Méthode des zones d'ensemencement local(ZEL) des ménages**

L'idée est ici de déterminer la zone d'ensemencement d'un ménage échantillonné sur le territoire. Chacun de ces ménages en représente plusieurs autres, lorsque pondérés. Ces multiples ménages considérés identiques à celui échantillonné dans l'enquête OD se situent dans ce cas aux mêmes coordonnées géographiques. La zone d'ensemencement est définie ici comme la zone dans laquelle les ménages, représentés par le facteur de pondération, peuvent se situer. Cette zone couvre le territoire jusqu'au moment où elle croise la ZEL d'un autre ménage. Afin de mieux représenter la distribution des ménages sur le territoire, le calcul de ces zones est segmenté selon le type de ménage. Une étape de dispersion des ménages au sein de cette zone est ensuite appliquée.

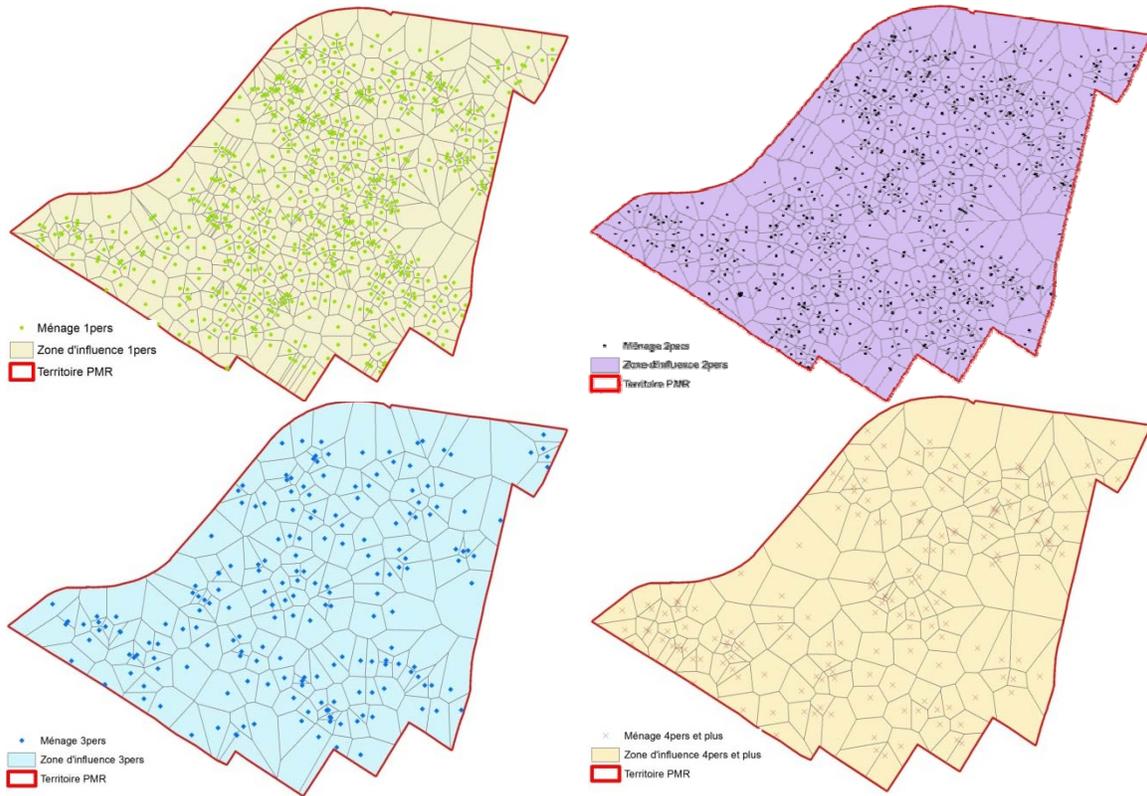
#### **Création des zones d'ensemencement local**

Trois méthodes de création de zones d'ensemencement local aux ménages sont testées.

#### **Polygones de Thiessen, nonobstant le poids**

Le polygone de Thiessen, aussi appelé décomposition de Voronoï ou tessellation de Dirichlet correspond à une décomposition particulière d'un espace en deux dimensions. Cette décomposition fait en sorte que chaque point ou pixel du plan est associé à un centre en fonction de la distance la plus courte entre le pixel et le centre. Dans le cas de ces expérimentations, le territoire correspond au PMR et la couche de points servant de base au polygone est constituée des ménages échantillonnés.

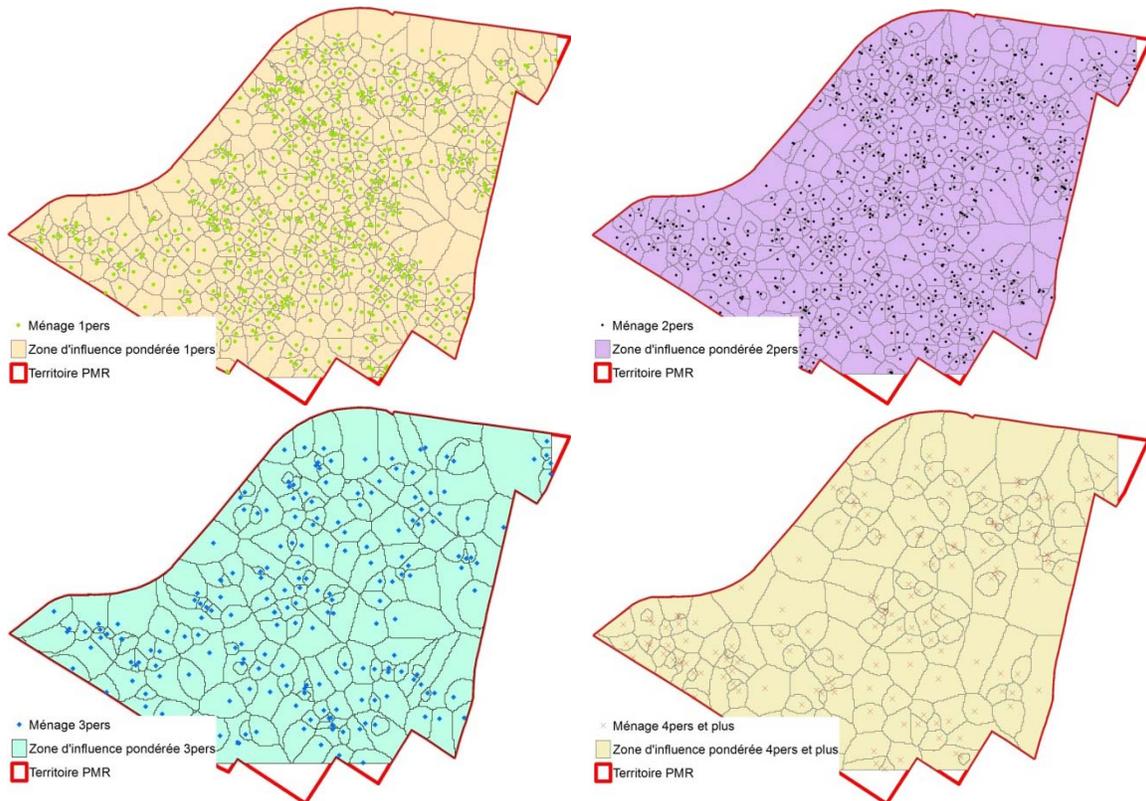
La Figure 115 présente le résultat de l'estimation de polygones de Thiessen pour chaque ménage échantillonné nonobstant son poids. La méthode est appliquée distinctement pour quatre classes de taille de ménages.



**Figure 115. Polygones de Thiessen selon le type de ménage de l'enquête OD (1pers, 2pers, 3 pers et 4 pers et plus)**

### **Polygones de Thiessen pondérés (selon fexp du ménage)**

Les polygones de Thiessen pondérés sont semblables à ceux non pondérés. La différence se situe au niveau de l'attractivité de chacun des points servant de base à la création des polygones. Plus le facteur de pondération du ménage échantillonné est élevé par rapport aux autres, plus il est attractif et plus le polygone est grand par rapport aux autres. La Figure 116 présente le résultat de l'application de cette méthode pour les mêmes quatre classes de ménage.



**Figure 116. Polygones de Thiessen pondérés selon le type de ménage de l'enquête OD (1pers, 2pers, 3 pers et 4 pers et plus)**

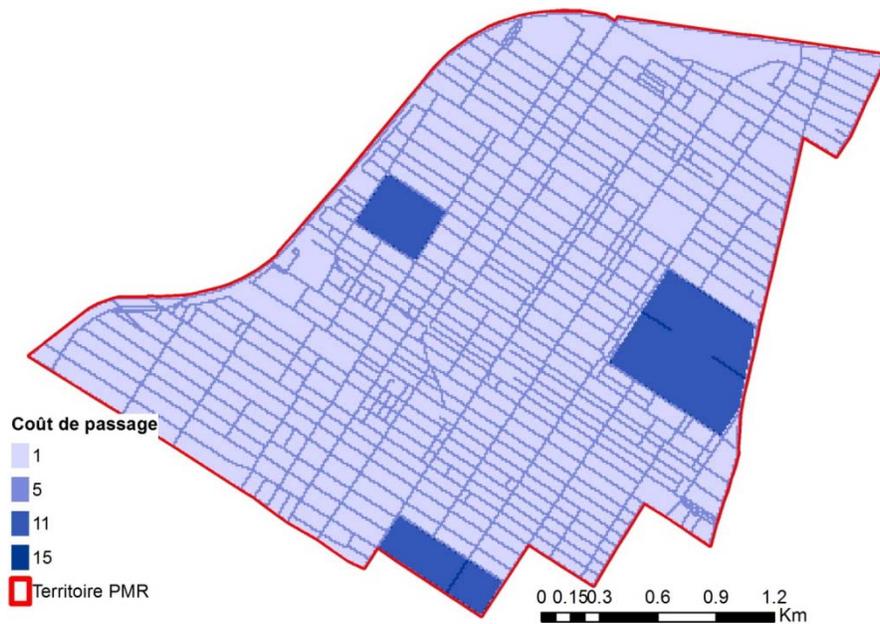
### **Zone d'allocation à coûts minimum en tenant compte des barrières physiques**

L'allocation à coût minimum représente une attribution de l'espace en deux dimensions de la carte à un ensemble de points servant comme base. En supposant un coût de passage de 1 pour chaque pixel de la carte, l'allocation à coût minimum revient à construire des polygones de Thiessen à l'aide d'une approche matricielle plutôt que vectorielle. L'avantage de cette méthode est que l'on peut associer un coût différent de passage aux éléments surfaciques à l'intérieur de la carte. Ceci peut avoir un effet important sur les polygones créés.

Dans l'exemple suivant, le territoire a été divisé par une grille de 10 m par 10 m et un coût de passage a été attribué sur chacune des cases ainsi créées. Afin d'estimer le coût de passage, les hypothèses suivantes ont été utilisées.

- Le coût de passage d'une case est de 1 unité ;
- Une pénalité de 4 unités est appliquée sur la case si elle se situe sur le réseau routier ;
- Une pénalité de 10 unités est appliquée sur la case si elle se situe dans un parc.

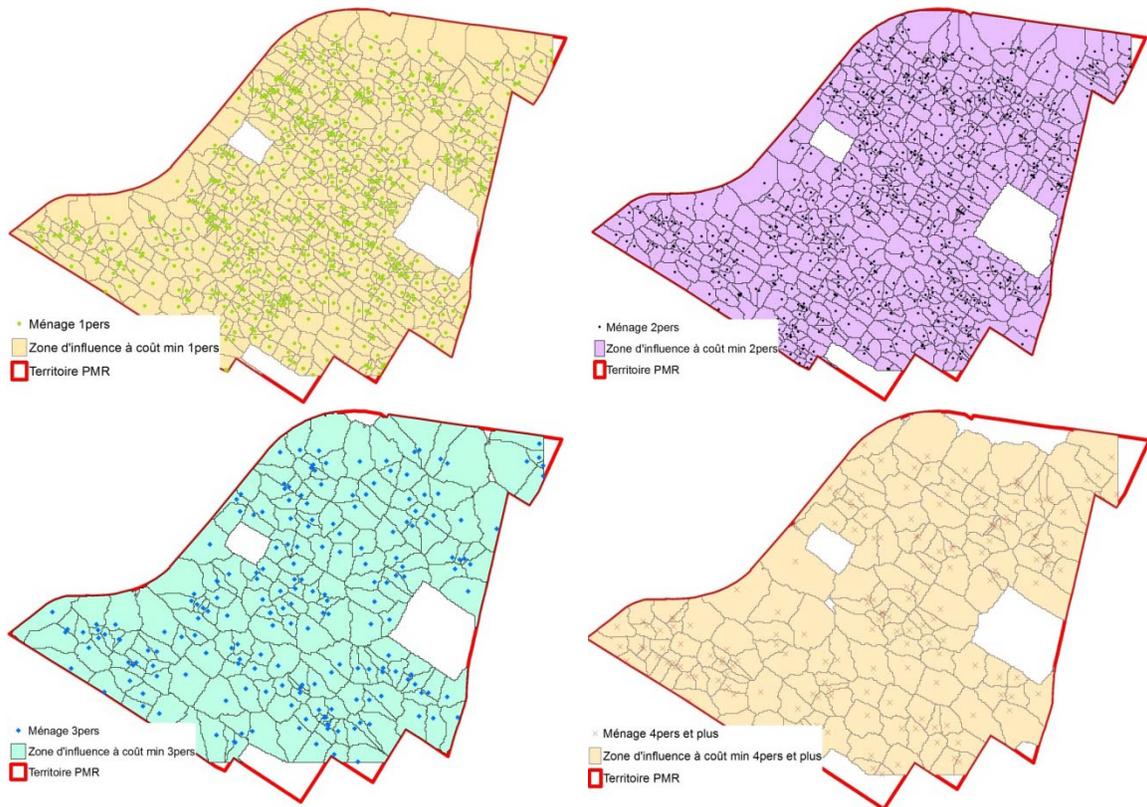
La Figure 117 présente la grille de coûts résultante.



**Figure 117. Matrice (10 m\*10m) du coût de passage**

Les coûts précédents ont été déterminés arbitrairement et une analyse plus poussée permettrait de mieux quantifier ces coûts. Plusieurs autres éléments pourraient aussi être pris en considération comme le type de rue (boulevard, résidentiel), chemin de fer, zone industrielle, etc.

Cette matrice de coûts permet ensuite de construire les polygones en associant chacune des cases de la matrice au ménage de l'enquête OD le plus proche en termes de coûts. Un critère de coût maximum est aussi inclus dans le calcul. Les résultats de l'application de cette méthode sont présentés à la Figure 118.



**Figure 118. Zone à coût minimum des ménages selon le type de ménage de l'enquête OD (1pers, 2pers, 3 pers et 4 pers et plus)**

Une différence majeure observée comparativement aux autres méthodes est que les parcs ne sont plus intégrés à l'intérieur des zones d'ensemencement local. Les zones ressemblent aussi un peu plus aux îlots sur le territoire. Ceci est causé par le coût plus élevé attribué à la traversée d'un élément de réseau routier. La Figure 119 propose une comparaison des résultats obtenus des différentes méthodes pour un extrait du territoire d'expérimentation et le cas des ménages de 4 personnes et plus.



**Figure 119. Comparaison des zones d'ensemencement selon les différentes méthodes expérimentées pour un ménage de 4 personnes et plus**

Malgré les différences observées, les zones d'ensemencement se ressemblent.

Il est à noter que pour l'ensemble des méthodes, le résultat a été découpé selon le territoire du PMR. L'ajout des ménages de l'enquête OD à l'extérieur du territoire pourrait venir influencer les zones à l'intérieur de celui-ci. Plusieurs autres méthodes, incluant un raffinement de celles présentées, pourraient être testées afin de construire des zones d'ensemencement par ménage.

### **Attribution d'une unité de logement de la zone d'ensemencement à chaque ménage**

À la suite de la construction des ZEL, il faut disperser le poids des ménages échantillonnés à l'intérieur de cette zone. À terme, on vise à déterminer des coordonnées théoriques de lieu de domicile pour chaque ménage représenté par l'échantillon donc à créer une population synthétique de tous les ménages de l'univers ciblé. Un ménage ayant un facteur de pondération de 30 sera donc traduit en 30 ménages, ayant des caractéristiques identiques à celles déclarées dans l'enquête OD, dispersés dans sa zone d'ensemencement.

Deux méthodes sont utilisées ici. La première consiste à disperser les ménages sur les logements fournis par le rôle foncier qui sont à l'intérieur de la zone d'ensemencement. L'attribution du logement se fait de façon aléatoire. La deuxième méthode consiste à tirer aléatoirement une position géographique à l'intérieur de la zone du ménage. Un critère de distance par rapport au

réseau routier est cependant utilisé afin de limiter la présence de ménages dans des zones non résidentielles. Afin de mieux représenter la distribution naturelle des ménages à travers le territoire, les zones par type de ménage ont été utilisées.

### **Tirage au sort dans le rôle foncier**

Cette méthode demande de déterminer a priori les logements du rôle foncier qui se trouvent à l'intérieur de la zone d'ensemencement local du ménage. Pour chacun des types de ménages, le facteur de pondération du ménage est décomposé et dispersé sur les logements du rôle foncier qui se trouvent à l'intérieur de sa zone.

Le découpage utilisé lors de la méthode de pondération est le secteur municipal, donc aucune correspondance au niveau de la population dans un territoire plus petit n'est assurée. Après vérification, le nombre de logements et le nombre de ménages présents dans une zone d'ensemencement local ne sont pas nécessairement égaux. Plusieurs raisons ont été soulevées précédemment expliquant ces différences. Pour plusieurs zones d'ensemencement, le nombre de logements est inférieur au facteur de pondération du ménage. Par conséquent, il est possible qu'un logement soit attribué à plus d'un ménage. Cette problématique devrait être examinée plus en détail advenant un intérêt pour cette approche. La Figure 120 présente le résultat de la dispersion des ménages de 4 personnes sur les bâtiments du rôle foncier. La Figure 121 présente le même résultat, mais pour un extrait du territoire.

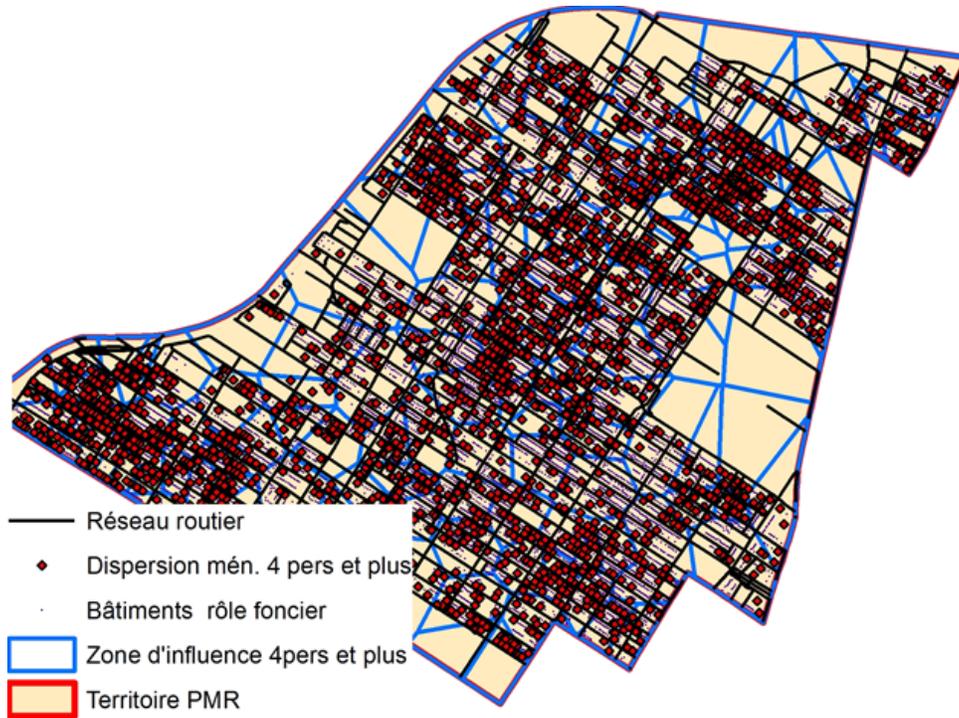


Figure 120. Dispersion des ménages à 4 personnes sur les bâtiments du rôle foncier

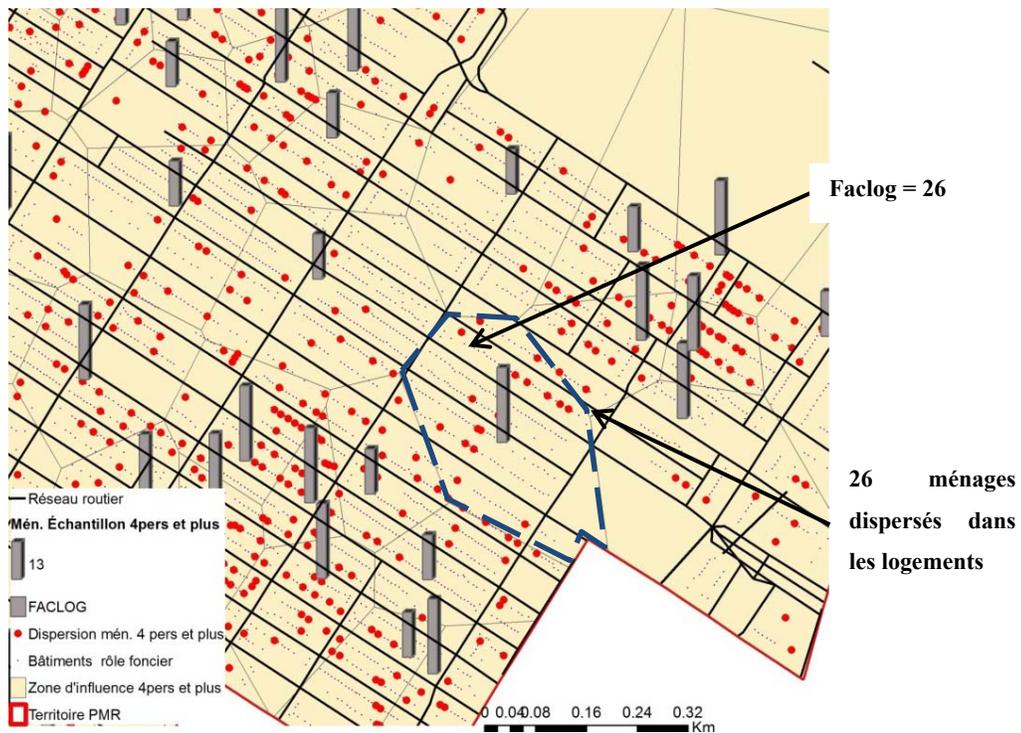


Figure 121. Exemple de dispersion des ménages échantillonnés de 4 personnes et plus dans les logements du rôle foncier à l'intérieur du territoire

### Limites

- Le nombre de logements est quelquefois inférieur au facteur de pondération du ménage dans la zone d'ensemencement.
- Dû à la segmentation par type de ménage et malgré le tirage aléatoire, un même logement peut être associé à des ménages de classes différentes.
- Au moins un logement du rôle foncier est nécessaire à l'intérieur de la zone d'ensemencement du ménage. Dans le cadre de nos expérimentations, une zone ne disposait d'aucun logement. Les coordonnées de l'enquête OD se situaient dans une zone ne contenant aucun logement répertorié dans le rôle foncier (zone industrielle). Ceci peut être expliqué par une erreur de codification, une erreur de déclaration dans l'enquête OD ou bien un logement non déclaré comme tel dans le rôle foncier.
- La méthode est facilitée par la disponibilité d'un facteur de pondération entier.

### Constats

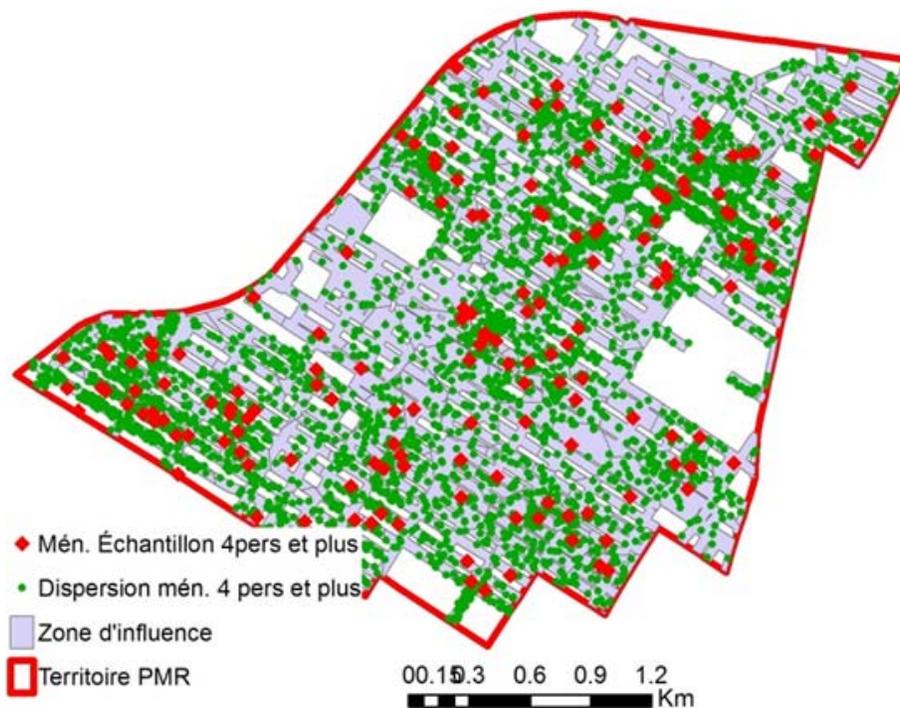
- Les ménages dispersés se retrouvent à occuper une position géographique qui existe vraiment.
- La densité de logements sur le territoire est prise en considération dans ce type de calculs.
- Il est vrai qu'il se peut qu'un logement soit associé à plus d'un ménage. Cependant, ce nombre de ménages avec les mêmes coordonnées reste inférieur à ce qui est actuellement fait avec l'attribution complète du poids au ménage échantillonné.
- Avec l'ajout du nombre de pièces par logement dans le rôle foncier, le choix du logement pourrait être effectué en fonction du type de ménage.

En ayant un nombre de logements supérieur au nombre de ménages dans toutes les zones d'ensemencement et en ne segmentant pas en fonction du type de ménage, il serait possible de faire un tirage aléatoire sans remise. Il serait donc impossible d'associer plus d'un ménage à un logement.

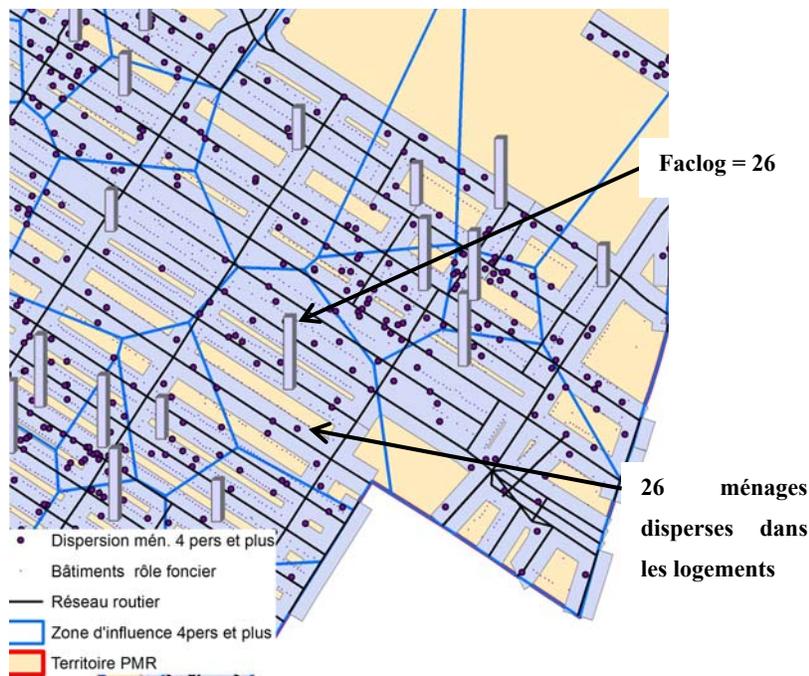
### Uniforme ou aléatoire sur le territoire (sans tenir compte du rôle foncier) et couplage sur bord de route

Cette deuxième méthode consiste à tirer aléatoirement une position géographique à l'intérieur de la zone d'ensemencement du ménage. Pour chacun des types de ménages, le facteur de pondération du ménage est décomposé et dispersé sur la zone. Cependant, la zone d'un ménage peut englober une zone non résidentielle.

Afin de limiter la dispersion des ménages aux surfaces ayant une meilleure probabilité d'être résidentielles, une limite de 25 m du réseau routier a été utilisée. Les zones d'ensemencement précédemment calculées sont donc modifiées afin de prendre en considération ce critère. La Figure 122 présente le résultat obtenu pour les ménages de 4 personnes et plus. La Figure 123 présente les résultats pour un ménage échantillonné en particulier.



*Figure 122. Dispersion des ménages à 4 personnes sur la zone d'ensemencement local*



*Figure 123. Dispersion des ménages à 4 personnes sur la zone d'ensemencement (niolo 91092)*

### Limites

- La densité de logement à un même point n'est pas prise en considération. Cette densité est supposée la même sur toute la zone.
- La méthode utilisée ici découpe la zone d'ensemencement du ménage avec le réseau routier. Ce n'est cependant pas toutes les rues qui ont une vocation résidentielle. Plus la distance au centre-ville est grande, plus cet effet est amplifié dû aux autoroutes, parcs, centres commerciaux et terres agricoles.

### Constats

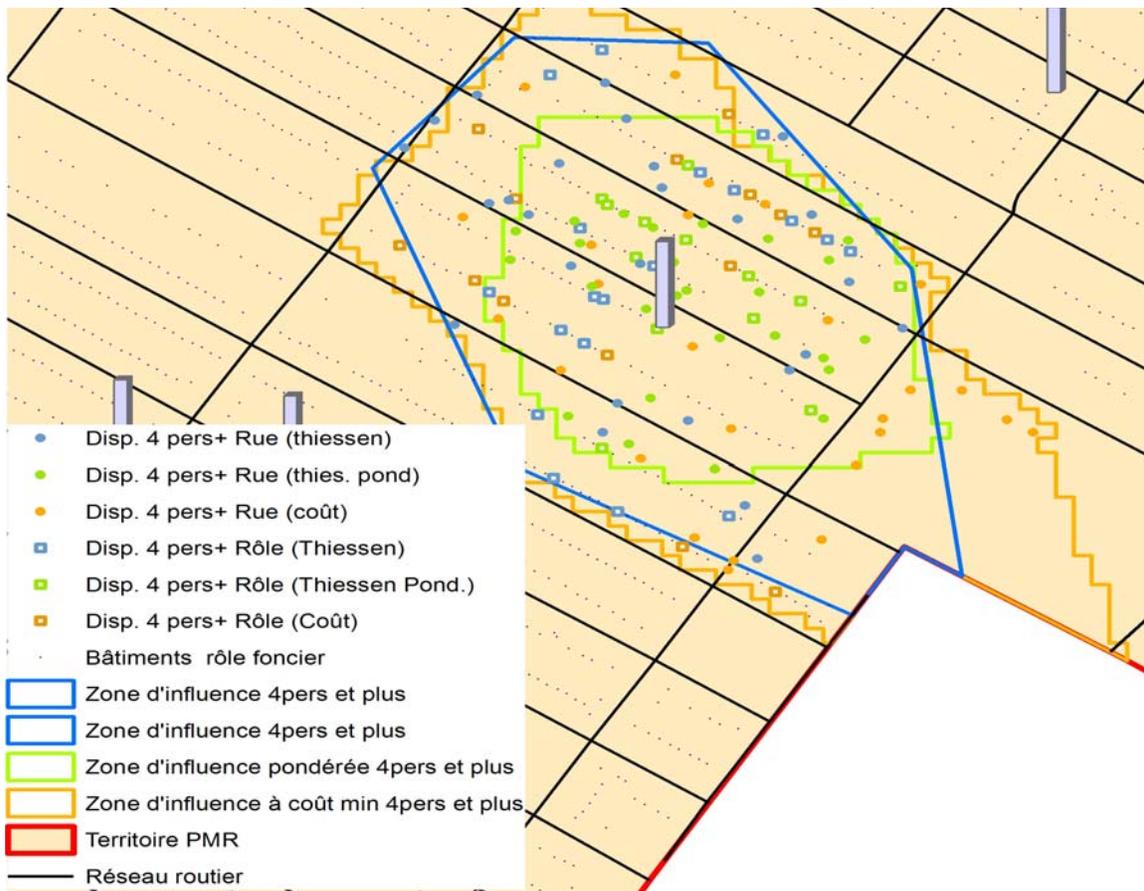
- En jumelant les zones d'ensemencement avec le zonage, les résultats pourraient représenter un peu plus la réalité.
- La correspondance entre le nombre de logements à l'intérieur d'une zone et le facteur de pondération du ménage n'est pas nécessaire.
- Aucun ménage n'est superposé aux autres. Cependant, dans le cas de tours de condominiums, plusieurs logements se situent aux mêmes coordonnées.

- Si le tirage aléatoire se faisait sur une surface pondérée en fonction de la densité de logements observée, les résultats pourraient représenter un peu plus la réalité.

## 7.7 Discussion

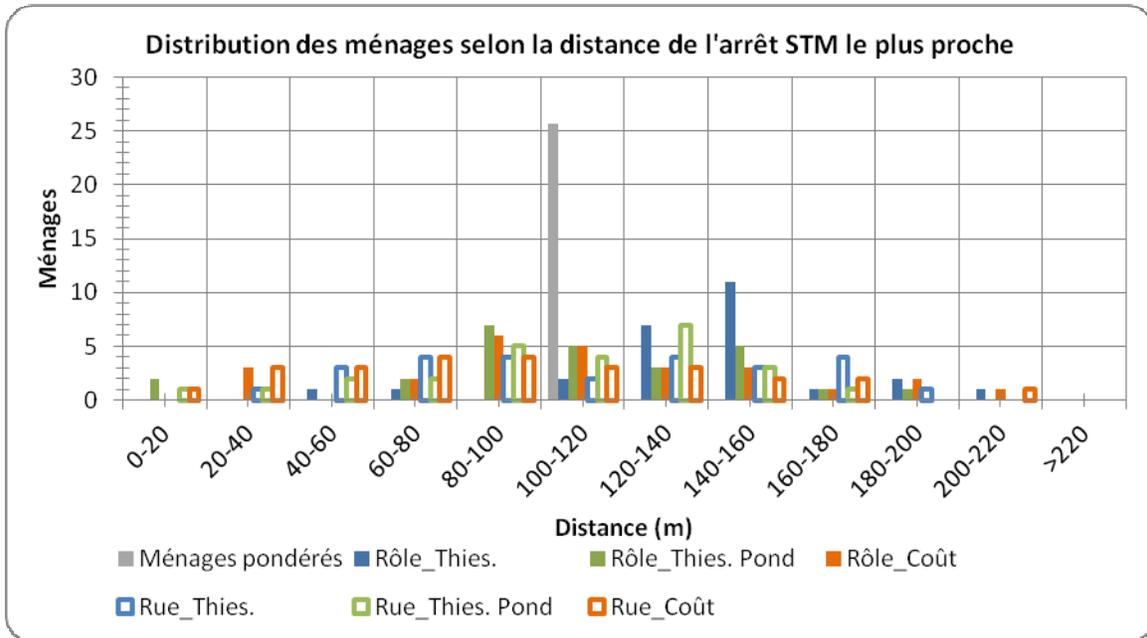
### 7.7.1 Comparaison des méthodes

La Figure 124 compare les résultats obtenus pour les deux méthodes de dispersion expérimentées ainsi que pour les trois types de zones d'ensemencement local. Cette comparaison s'effectue pour un seul ménage de l'enquête OD et vise à témoigner des impacts possibles d'une application à grande échelle.



**Figure 124. Comparaison globale de la dispersion des ménages selon les trois types de zones d'ensemencement et les deux méthodes de dispersion. (Nolog = 91 092)**

Afin d'évaluer les effets de la décomposition et dispersion des ménages sur le territoire, la distance d'accès au réseau de transport en commun a été calculée pour l'ensemble des entités dispersées ainsi que pour le ménage pondéré.



**Figure 125. Distribution des ménages selon la distance de l'arrêt de transport en commun le plus proche**

La figure précédente illustre bien l'effet de la dispersion des ménages sur le territoire. Il n'y a évidemment qu'une seule distance d'accès lorsque le poids est attribué au ménage échantillon et qu'aucune méthode de dispersion n'est appliquée. Les différentes méthodes produisent des distributions beaucoup plus étalées qui sont sans aucun doute beaucoup plus représentatives de l'accès réel au transport en commun de la population de référence.

**Tableau 38. Statistiques descriptives de la distance d'accès au TC selon les méthodes de dispersions expérimentées**

	Rôle_Thies.	Rôle_Thies. Pond	Rôle_Coût	Rue_Thies.	Rue_Thies. Pond	Rue_Coût
Distance moyenne (m)	142	108	113	111	104	95
Écart type (m)	32	42	49	47	40	51
CV	22.3%	39.2%	43.0%	42.6%	38.2%	53.7%

La variabilité observée au niveau de la distance accès permet d'être plus représentatif de la réalité. En plus d'une variabilité sur la distance d'accès au transport en commun, on observe aussi une variabilité entre l'arrêt et la ligne empruntée pour l'accès.

**Tableau 39. Nombre d'entités dispersées selon la ligne TC se trouvant la plus proche du domicile**

Ligne	Nombre d'entités	Ménage pondéré
1	3	
2	16	26
3	7	

À microéchelle, cette variabilité permet encore une fois de mieux représenter la réalité et peut engendrer des effets importants lors de simulations d'utilisation du transport en commun où le chemin le plus court pourrait être modifié. À l'échelle macro, les résultats devraient être peu modifiés, car la zone de dispersion des ménages est assez petite. L'effet de frontière est de plus réduit pour les ménages qui se situaient très près de la frontière d'une limite géographique.

## 7.8 Constat

La synthèse de population vise à construire une population désagrégée pour alimenter notamment des modèles de microsimulation. Les échantillons d'enquêtes OD sont d'excellents points de départ pour une population synthétique et la méthode de pondération appliquée permet justement d'assurer que l'échantillon soit représentatif de l'univers. La différence entre une population purement synthétique et un échantillon d'enquête est qu'un représente de vrais ménages et qu'il y a un risque associé à son identification. En outre le fait qu'on attribue un poids (de plus en plus important avec la réduction de la taille des échantillons) amplifie aussi le problème d'agrégation. Il est d'usage dans la région de parler d'échantillon totalement désagrégé, mais en fait, nos modèles s'appuient sur de très petites zones, car chaque ménage de l'échantillon hérite d'un poids qui correspond au nombre de ménages ayant des caractéristiques OD identiques que représente celui-ci. Le lieu de résidence est donc similaire à un centroïde de zone, à la différence que les zones sont plus petites.

Les méthodes proposées ont l'avantage de permettre la création d'une population complète de ménages dispersée sur le territoire ce qui rend l'identification du ménage ayant effectivement répondu impossible uniquement en examinant le fichier de données. La création d'une telle population n'est pas sans effet sur la démarche de modélisation. En effet, avec la dispersion et la synthèse vient la nécessité d'ajouter aussi de l'incertitude et de la dispersion dans les comportements de mobilité, tant au niveau de l'organisation spatiale que temporelle. Ceci

nécessite définitivement d'être approfondi. Dans le cadre de ce projet, seuls les aspects liés à la localisation des ménages sont considérés. Ceux liés à la mobilité des ménages ne sont pas abordés, mais devront être approfondis dans les prochaines études sur le sujet.

## 8 Conclusion générale

Ce projet portait sur l'enrichissement du processus de modélisation de la demande de transport à l'aide des modèles d'activités. Les objectifs spécifiques du projet étaient de :

- Proposer un état des lieux concernant les modèles d'activités. Le premier rapport a fait état des principales approches de modélisation ainsi que détaillé la structure et les mécanismes typiques des modèles d'activités. Des exemples de modèles ont aussi été présentés. Une section complète a été dédiée au concept de chaînes de déplacements (un mémoire a aussi été déposé sur le sujet) et de systèmes d'activités.
- Faire une analyse détaillée de l'évolution des systèmes d'activités des personnes et ménages à l'aide des données des cinq plus récentes enquêtes Origine-Destination (1987-1993-1998-2003-2008). Une analyse des tendances observées sur 20 ans ainsi que des tendances projetées jusqu'en 2031 a été d'abord réalisée à l'aide de plus de 50 indicateurs estimés par groupe d'âge et genre ainsi que par région de domicile. Le tout a été assemblé dans un tableur interactif. Ces analyses permettent de voir d'une part quelles tendances sont significatives à travers le temps, et ce pour différents segments de population et d'autre part si les prévisions poursuivent les tendances projetées. Les graphiques résultants sont éloquentes quant à la prise en compte ou non de certaines tendances significatives et des différences hommes-femmes. D'autres tendances ont été examinées sur une période de 10 ans pour les indicateurs et distributions utilisés comme entrants dans le modèle de génération de programme d'activités. Comme il est d'usage de considérer que les paramètres sont constants dans le temps, l'analyse permet de mettre à l'épreuve cette hypothèse et de mieux comprendre certains des résultats obtenus par simulation.
- Expérimenter une stratégie de synthèse de population permettant de générer un fichier de microsimulation basé sur les échantillons recueillis lors des enquêtes Origine-Destination ainsi que les données provenant des recensements canadiens. Une réflexion sur l'opportunité de générer une population synthétique uniquement à partir des recensements a rapidement fait réaliser qu'il n'est pas souhaitable, pour une région riche en données désagrégées comme Montréal, de ne pas profiter d'abord de ces données. Les

méthodes expérimentées ont donc visé à tirer profit des échantillons disponibles afin de les transformer en population synthétique permettant d'expérimenter différents types de modèles.

- Évaluer la transposabilité spatiale de TASHA, développé par une équipe de chercheurs de l'Université de Toronto, au contexte de la grande région de Montréal. L'expérimentation a été réalisée au niveau de l'île de Montréal et les résultats de 10 simulations ont été confrontés aux comportements observés lors de l'enquête OD de 2003. Des validations macro, méso et microscopiques ont été réalisées.

Amorcé en 2009, ce projet s'est avéré beaucoup plus complexe qu'anticipé et a exigé que l'équipe de recherche questionne plusieurs éléments relatifs à l'approche globale de pondération des échantillons de données et prévision de la demande de transport. En outre, l'expérimentation de TASHA ne s'est pas faite sans heurts. Il ressort de l'expérience plusieurs constats très intéressants qui font définitivement progresser notre compréhension des impacts de certains choix méthodologiques en termes de prévision de la demande et qui ouvrent différentes opportunités d'exploration et expérimentation pour améliorer les méthodes actuelles.

## **8.1 Limites de l'approche actuelle de modélisation au MTQ**

Selon notre compréhension, la prévision de la demande de transport au MTQ correspond à un mécanisme de déformation d'un fichier de référence, en l'occurrence, un fichier de données issues de l'enquête OD la plus récente disponible. Par une analyse attentive de certaines tendances historiques, les facteurs de pondération de certains enregistrements sont modifiés séquentiellement afin de tenir compte de ces tendances tout en assurant que les populations projetées soient respectées.

### **8.1.1 Structure générale**

Les limites relatives à la structure générale du modèle sont notamment :

- Le fait que le modèle porte sur les déplacements et non sur les chaînes de déplacements et les systèmes d'activités. Le modèle du ministère s'appuie sur la structure démographique de la population et les changements de composition démographique auront un effet sur les comportements de déplacement, mais les comportements de mobilité demeurent

évalués et modélisés au niveau des déplacements. Le nombre de déplacements est un indicateur plus sensible que le nombre de chaînes de déplacements par exemple ou que le nombre d'activités.

- Le modèle suppose que la structure temporelle des déplacements est constante à travers le temps pour chaque catégorie de personnes. Au niveau spatial, des ajustements sont effectués sur les destinations travail à l'aide d'un vecteur de destinations travail.
- Le modèle suppose que les systèmes d'activités sont constants à travers le temps.
- Le modèle s'appuie sur un fichier qui, dans une certaine mesure, est agrégé, mais dans lequel il y a quelque 70 000 zones.
- Il s'agit d'une approche tendancielle : les tendances qui ne sont pas projetées sont supposées constantes! Fondamentalement, les modifications dans la composition démographique ont un effet sur les comportements de mobilité.

Comme la base de la modélisation est un fichier de comportements observés, certaines tendances ne sont pas considérées soit, car elles ne sont pas observées, soit, car elles ne sont pas mesurées et intégrées dans le modèle. Certaines sont d'ailleurs illustrées dans l'analyse des tendances (les modifications dans les heures de départ par exemple). Par ailleurs, comme il s'agit d'un modèle tendanciel, des comportements émergents sont difficiles à intégrer. Finalement, les nouveaux développements (résidentiels ou commerciaux) doivent être traités par une procédure ad hoc dite d'ensemencement, qui a aussi différentes limites.

### **8.1.2 Tendances significatives négligées**

L'étude tendancielle de différents indicateurs (sur un ensemble de plus de 50 indicateurs) a permis de constater que plusieurs indicateurs changent à travers le temps (souvent différentes tendances distinctes de 1987 à 1998 puis de 1998 à 2008 ainsi que pour les différentes cohortes) et qu'elles ne sont pas considérées dans le modèle de prévision:

- Taux de mobilité décroissant pour plusieurs cohortes chez les hommes et les femmes, mais considéré constant et égal à l'enquête de référence.
- Nombre de chaînes de déplacement par jour qui est en diminution pour une part importante de la population, hommes et femmes ; encore une fois, pour chaque type de

personne, les chaînes sont considérées constantes et égales au fichier de référence. Les évolutions prédites seront principalement le résultat d'une évolution dans la composition démographique et dans la typologie des personnes (plus de femmes qui travaillent par exemple). Cependant, pour un type donné, ces comportements sont considérés constants.

- Part modale du transport en commun en augmentation pour certaines cohortes dans les 5 dernières années; selon notre compréhension, un nouveau facteur a été ajouté pour la région de Montréal, mais son effet à court, moyen et long termes est difficile à déterminer.
- Augmentation de la part des déplacements travail s'amorçant avant 7 h pour différentes cohortes depuis 1998 ; le modèle de prévision ne modifie pas la structure temporelle des déplacements par catégorie de personnes donc elle est considérée constante et égale au fichier de référence. Il y aussi eu une augmentation des parts de déplacements études s'amorçant avant 7 h. Les mêmes constats s'appliquent.
- Durée moyenne croissante des activités travail depuis 1998 pour certaines cohortes, chez les hommes et les femmes, mais aucune tendance projetée dans le modèle de prévision.
- Diminution de la complexité des chaînes de déplacements entre 1998 et 2008 pour certaines cohortes hommes et femmes.
- Augmentation de la proportion de personnes n'effectuant qu'une chaîne simple par jour depuis 1998 pour plusieurs cohortes, hommes et femmes.

Plusieurs tendances significatives sont observées sur une période de 20 ans. Certaines de ces tendances ne sont tout simplement pas considérées dans la structure actuelle de modélisation. C'est le cas de tout ce qui a trait aux changements dans l'organisation des déplacements (programme d'activités).

### **8.1.3 Croissance du territoire**

La prise en compte des nouveaux développements résidentiels et des nouvelles zones d'emplois / commerces s'appuie sur une méthode ad hoc. Dans le cas des zones résidentielles, une méthode d'ensemencement est utilisée pour générer une population résidante. Selon notre compréhension, la méthode consiste à dupliquer des enregistrements provenant de zones similaires et à poser

comme première hypothèse qu'ils maintiendront leurs comportements de mobilité; le choix modal peut néanmoins être modifié selon l'offre de transport en commun, mais pas la structure du système d'activités. Il semble évident que cette hypothèse d'équivalence comportementale soit discutable. Dans ce contexte précis, il serait pertinent de modifier les comportements de la nouvelle population résidante à l'aide d'un modèle de microsimulation de type activités. Il serait aussi possible de générer des ménages à partir des propriétés des unités de logement aussi (la Chaire Mobilité examine actuellement cette question). Donc, il faut mieux comprendre les impacts de la construction résidentielle et des relocalisations (qui déménagent où, d'où ceux qui déménagent partent, quels types de ménages vont où et quels seront leurs comportements de mobilité) sur les comportements de mobilité. Finalement, il serait opportun d'utiliser un modèle de distribution pour ces nouveaux logements, soit par mode de déplacement soit global puis d'appliquer un modèle de choix modal a posteriori.

## 8.2 Contributions pertinentes des modèles d'activités

L'élément clé des modèles d'activité est qu'ils reposent en effet sur la notion d'activités et non de déplacements, ce dernier étant plus sensible (déplacements courts, chaînage) que la participation aux activités. Cependant, ils ont aussi certaines limites. Celles propres à TASHA mais aussi partagées par d'autres modèles sont discutées ci-dessous.

### 8.2.1 Limites du programmeur d'activités TASHA

Typiquement, TASHA s'appuie sur des distributions fréquentielles d'activités, temporelles (heures de départ) et de durées provenant des enquêtes sur la mobilité. L'étude des tendances dans les distributions utilisées comme intrants dans TASHA permet de confirmer que l'hypothèse de constance ne tient pas la route pour Montréal. En effet, quelques tendances significatives sont observées :

- Les distributions fréquentielles des activités travail, études et autres ont changé de façon significative de 1998 à 2003 et de 2003 à 2008; pour le magasinage, les changements sont significatifs de 1998 à 2003 seulement.
- Toutes les distributions temporelles des heures de départ / début d'activité sont significativement différentes entre enquêtes, pour tous les types d'activités. Il y a notamment décalage des départs pour le travail et les études (ils se font plus tôt, en

proportion).

- Toutes les distributions des durées moyennes d'activités en fonction de l'heure de départ sont significativement différentes entre enquêtes successives.

### 8.2.2 Limites de l'expérimentation

Dans ce projet, notamment pour des raisons de complexité d'implantation, TASHA a été expérimenté avec les paramètres de Toronto (issus de TTS 1996). L'analyse conduite a permis d'évaluer la transposabilité spatiale du modèle, avec les paramètres sources, question souvent abordée dans la littérature. Il est toutefois difficile d'estimer si un modèle d'activité spécifique pour Montréal aurait de meilleures performances. Ce qui est certain est que l'hypothèse de constance dans le temps demeure une limite.

### 8.2.3 Contributions intéressantes

L'expérimentation permet de valider que l'application d'un modèle d'activité à partir des données OD de Montréal soit possible et qu'un tel modèle puisse être appliqué à grande échelle dans la région de Montréal. Ce serait particulièrement pertinent pour générer des comportements pour les résidants des nouveaux développements résidentiels donc pour améliorer la méthode actuelle d'ensemencement.

## 8.3 Perspectives sur la synthèse de population

Il est important de rappeler que la région de Montréal dispose d'échantillons de données détaillées qui font l'envie de plusieurs régions. Souvent, la synthèse de population est réalisée par dépit c.-à-d. pour compenser l'absence de données précises et détaillées. Il est clair que ce n'est pas le cas ici et, qu'en l'occurrence, les objectifs et besoins liés à la synthèse sont particuliers. Le fichier issu des enquêtes régionales permet d'une part d'alimenter les travaux d'analyse (témoigner des comportements de mobilité, étudier les tendances), mais peut d'autre part servir de base à la production de fichiers de simulation (échantillons qui représentent la population de référence ou énumération complète d'une population qui correspond à la population de la région). Les méthodes illustrées ont davantage visé à permettre la création d'une population complète à partir d'un échantillon d'enquête OD. Toutes les méthodes proposées répondent au besoin de réduire la précision spatiale du ménage échantillonné en le rendant

impossible à identifier ainsi qu'au problème de superposition de ménages en un même point (effet du poids attribué au ménage échantillonné). Évidemment, les principaux enjeux liés à l'application d'une des méthodes à grande échelle ne sont pas nécessairement techniques. C'est surtout qu'il faudra ensuite imaginer une méthode permettant de rendre moins précises toutes les informations spatio-temporelles (heure de départ, lieux précis de destination, etc.), par le biais d'un modèle d'activités par exemple. Des travaux sont requis pour examiner les possibilités à cet effet.

#### 8.4 Recommandations et perspectives

Les différents résultats et constats doivent être discutés en détails avec les responsables de la modélisation afin d'identifier les pistes les plus pertinentes et réalisables d'amélioration des modèles actuels. Les principales recommandations et perspectives sont les suivantes :

- La version actuelle de TASHA présente des limites qui ne nous permettent pas de recommander son utilisation directe pour Montréal. Cependant, il faut discuter de l'opportunité d'en faire une adaptation (ou d'un logiciel similaire) ou le développement d'un modèle similaire qui permettrait, notamment, de faire évoluer les paramètres entrants. Ce n'est pas une mince tâche puisqu'elle exige que les distributions soient modélisées (identification d'une loi mathématique qui les représente) et leurs paramètres projetés.
- À la lumière des tendances significatives observées et négligées dans le modèle de prévision du MTQ, il faut discuter des possibilités d'introduire ces tendances dans les projections donc d'en tenir compte dans le processus de factorisation des poids.
- Il faut envisager le développement d'une nouvelle structure de fichier de référence qui s'appuie sur l'objet chaîne ou boucle de déplacement plutôt que celui de déplacement. Cela facilitera notamment l'application cohérente de modèles de transferts modaux et rendra moins sensibles certaines tendances.
- La pondération du fichier de référence est un élément clé du processus de modélisation. L'application d'une méthode de désagrégation telle que proposée pourrait s'implanter rapidement. Elle serait facilitée par l'adoption d'une méthode de pondération en nombres entiers qui assurerait l'intégrité des objets modélisés et la cohérence avec le monde réel

(conformément aux approches objets et aux simulations par agents individuels).

- Il faut revoir la méthode d'ensemencement. Le potentiel le plus direct et à court terme des modèles d'activités dans le contexte montréalais est certainement pour la prise en compte des nouveaux développements résidentiels. Cela permettrait au moins de comparer les ménages ensemencés et héritant de comportements avec des ménages nouveaux et synthétiques.

## 9 Références

Arentze, T., Timmermans, H., & Hofman, F. (2007). Creating synthetic household populations: Problems and approach. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2014, 85-91.

Ballas, D, Clarke, G, Turton, I. (1999). Exploring Microsimulation Methodologies for the Estimation of Household Attributes [En ligne], Paper presented at the 4th International conference on GeoComputation, Mary Washington College, Virginia, USA, 25-28 July 1999. [http://www.geovista.psu.edu/sites/geocomp99/Gc99/024/gc\\_024.pdf](http://www.geovista.psu.edu/sites/geocomp99/Gc99/024/gc_024.pdf) (Page consultée le 1er avril 2003).

Beckman, R. J., Baggerly, K. A., & McKay, M. D. (1996). Creating synthetic baseline populations. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 30(6), 415-429.

Bradley, M., Outwater, M. L., Jonnalagadda, N., & Ruiters, E. (2001). Estimation of an activity-based micro-simulation model for San Francisco. Paper presented at the 80th annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington, D.C., US.

Charypar, D., Nagel, K. (2003). Activity scheduling using a genetic algorithm, presented at the 10th International Conference on Travel Behaviour Research, Moving through nets: The physical and social dimensions of travel Lucerne, 10-14 August 2003

CMM (2012). Perspective Grand Montréal, Bulletin de la Communauté Métropolitaine de Montréal, Juin 2012, [http://cmm.qc.ca/fileadmin/user\\_upload/periodique/20\\_Perspective.pdf](http://cmm.qc.ca/fileadmin/user_upload/periodique/20_Perspective.pdf)

Dornemann, Martina (2000). Micro-simulation of Travel Behavior and Urban Transportation, presented at the 9th International Advance Transportation Behavior Research Conference, Goldcoast, Queensland.

Guo, J. Y., & Bhat, C. R. (2007). Population synthesis for microsimulating travel behavior. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2014, 92-101.

Holzappel, Helmut (1986). *Trip Relationships in Urban Areas*, Gower, 1986 - 131 pages.

Hunt, J. D., Abraham, J. E., & Weidner, T. J. (2004). Household allocation module of Oregon2 Model. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation research Board*, 1898, 98-107.

- Kumar, A, Levinson, D. M. (1995). Chained Trips in Montgomery County, Maryland. *ITE Journal*, 65 (5), 27-32.
- Lee, Y, Hickman, M, Washington, S (2007). Household type and structure, time-use pattern and trip-chaining behavior. *Transportation Research Part A*, 41, 1004-1020.
- McGuckin, N, Murakami, E. (1999). Examining trip-chaining behavior: a comparison of travel by men and women. *Transportation Research Record*, 16 pages.
- Miller, E. J., Salvini, P.A. (1997), Activity-based travel behavior modeling in a microsimulation framework, Presented at the 8th International Association for Travel Behavior Research Conference, Texas, USA
- Miller, E.J., Douglas Hunt, J., Abraham, J.E., Salvini, P.A. (2004). Microsimulating urban systems, *Computers, Environment and Urban Systems*, Volume 28, Issues 1-2, Pages 9-44.
- Miller, Éric J. (1996). *Microsimulation and Activity-Based Forecasting*, Activity-Based Travel Forecasting Conference Proceedings, June 2-5, 1996: Summary, Recommendations and Compendium of Papers
- O'Fallon, C, Sullivan, C (2005). Trip chains and tours: definitional issues associated with household travel survey. 28 th Australasian Transport Research Forum, 1-16.
- PB Consult (2005). *The MORPC Travel Demand Model, Validation and Final Report: Mid-Ohio Regional Planning Commission*.
- Primerano, F, Taylor, M. A. P., Pitaksringkarn, L, Tisato, P. (juillet 2007). Defining and understanding trip chaining behavior. *Transportation*, 35 (1), 55-72.
- Pritchard, David, Miller, Éric (2012). Advances in Population Synthesis: Fitting Many Attributes Per Agent and Fitting To Household and Person Margins Simultaneously, *Transportation*, May 2012, Volume 39, Issue 3, pp 685-704
- Roorda, M. J, Ruiz, T (2008). Long- and short- term dynamics in activity scheduling: a structural equations approach. *Transportation Research Part A*, 42 (3), 545-562.
- Roorda, M. J., Miller, E. J., Habib, K. M.N. (2008). Validation of TASHA: A 24-h activity scheduling microsimulation model. *Transportation Research Part A*, 42 (2), 360-375.

Rutherford, G S McCormack, E and Wilkinson, M (August 1997) Travel Impacts of Urban Form: Implications from an analysis of Seattle area travel diaries. Final Report from Urban Design, Telecommuting and Travel Forecasting Conference: Summary, Recommendations and Compendium of papers.

Srinivasan, S. (1998). Linking land use, transportation and travel behaviour: understanding trip chaining in terms of land use and accessibility patterns. Cambridge, Department of Urban Studies and Planning, Massachusetts.

Ton, Tu, Hensher, David A. (2001). Synthesising Population Data : The specification and generation of synthetic households in TRESIS 2.0, presented at the 10th World Conference on Transportation Research, Séoul, Corée du Sud.

Valiquette, François (2010) Typologie des chaînes de déplacements et modélisation descriptive des systèmes d'activités des personnes. Mémoire de maîtrise, École Polytechnique de Montréal. ([http://publications.polymtl.ca/405/1/2010\\_FrancoisValiquette.pdf](http://publications.polymtl.ca/405/1/2010_FrancoisValiquette.pdf))

Vande Walle, S, Steenberghen, T. (2006). Space and time related determinants of public transport use in trip chains. Transportation research part A, 40 (2), 151-162.

Veldhuisen, J., Timmermans, H., & Kapoen, L. (2000). RAMBLAS: A regional planning model based on the microsimulation of daily activity travel patterns. Environment and Planning A, 32(3), 427-443.

Wallace, B, Barnes, J and Rutherford, G S (2000) Evaluating the effects of traveller and trip characteristics on trip chaining, with implications for Transportation Demand Management Strategies. Transportation Research Record 1718: 97-106.

Ye, X, Pendyala, R, M, Gottardi, G. (2007). An exploration of the relationship between mode choice and complexity of trip chaining patterns. Transportation Research Part B, 41 (1), 96-113.

Ye, X., Konduri, K., Pendyala, R. M., Sana, B., & Waddell, P. (2009). A methodology to match distributions of both household and person attributes in the generation of synthetic populations. Paper presented at the 88th Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington D.C., US.

## 10 Annexes

### 10.1 Correspondances entre l'enquête OD et TTS

Données sur les zones

<b>Données du TTS</b>	<b>Données de l'Enquête OD (2003) et recensement (2001)</b>
TTS Zone number	Numéro de la ZT
Planning District	Numéro du secteur municipal
Total population	À partir des facteurs d'expansion
Total workers with occupation type 0, 1, 2, 3	Données du recensement
Employment with occupation type 0, 1, 2, 3	Données du recensement
TTS Zone number	Champ: AUTOLOGI
Planning District	Choix aléatoire à partir des données des secteurs de recensement
Zone centroide coordinate	Données du MTQ
Average intrazonal distance	Données du MTQ

Matrice des temps de parcours pour les périodes suivantes :

- Période de pointe AM (6 :00-8 :59)
- Période de pointe PM (15 :00-18 :59)
- Période hors pointe journée (9 :00-14 :59)
- Période hors pointe soir (19 :00-5 :59)

## 10.2 Fichiers résultants de Tasha

Les fichiers résultats de Tasha

1. Déplacements et chaînes d'activité pour la dernière iteration du modèle.  
(fout\_chains2.txt)
2. Synthèse de l'ajustement des activités (fout\_cle.txt)
3. Synthèse de l'ajustement de l'horaire des activités du ménage (fout\_pro.txt)
4. Synthèse de l'horaire des personnes (fout\_sch.txt)

### 10.2.1 Déplacements et chaînes d'activité pour la dernière iteration du modèle

*Filename: fout\_chains2.txt*

*Format: comma delimited*

*Field – data type:*

- Household number – 6 digit integer
- Person number – 2 digit integer
- Trip number – 2 digit integer
- Trip start time (hhmm) – 4 digit integer
- Trip start time index (period) assuming the auto drive travel time – integer 0 – 287  
0 – 4:00 a.m.  
1 – 4:05 a.m.  
.....  
286 – 3:50 a.m.  
287 – 3:55 a.m.
- Trip duration in minutes – 4 digit integer
- Trip duration index – integer 1 – 288  
1 – 5 min  
2 – 10 min  
.....  
287 – 1435  
288 – 1440
- Purpose at trip origin – single character  
W – Primary work,  
B – Work business,  
A – Work at home business,  
R – Return to work,  
L – Return home from work (lunch),  
H – At home activity,  
S – School,  
I – Individual market,  
M – Joint market,  
O – Individual other,  
J – Joint other

- Planning district trip origin - integer 102 - 803
- Traffic analysis zone (TAZ) of trip origin– integer 1- 1552
- Purpose at trip destination – single character
  - W – Primary work,
  - B – Work business,
  - A – Work at home business,
  - R – Return to work,
  - L – Return home from work (lunch),
  - H – At home activity,
  - S – School,
  - I – Individual market,
  - M – Joint market,
  - O – Individual other,
  - J – Joint other
- Planning district of trip destination – integer 102 - 803
- Traffic analysis zone (TAZ) of trip destination – integer 1 - 1552
- Chain number – integer 1 - 6
- Trip number in a chain – integer 1 - 10
- Sub-chain number – integer 0 - 4
- Trip number in a sub-chain – integer 0 - 6
- pure\_jt\_tour\_id
- pure\_jt\_tour\_numPers
- pure\_jt\_tour\_rep

### 10.2.2 Synthèse de l'ajustement des activités

*Filename: fout\_cle.txt*

*Description:*

This file contains information about the schedule cleanup procedure. In the clean up procedure, primary work episodes with duration less than a given threshold (usually 15 to 30 minutes) is deleted and the other work episodes are adjusted to result in a more coherent reasonable schedule. There are a number of different cases which arise which the clean up algorithm handles separately.

*Format: comma delimited*

*Field – data type:*

- Clean up case - integer 0 – 10
  - 0 – No short work episodes in schedule, therefore, no clean up required
  - 1 – Prior episode type = B, posterior episode type = H,L,W,B,O,I
  - 2 – Prior episode type = H, L, posterior episode type = B

- 3 – Prior episode = B, Posterior episode = J, M, S
- 4 – Prior episode = J, M, S, posterior episode = B
- 5 – Prior episode = H,L,O,I posterior episode = J,M,S
- 6 – Prior episode = J,M,S, posterior episode = H,L,O,I,J,M,S
- 7 – Prior episode = H,L, posterior episode = O,I or  
     Prior episode = O,I, posterior episode = O,I , 2<sup>nd</sup> posterior episode = W,B
- 8 – Prior episode = O,I, posterior episode = H,L,O,I, 2<sup>nd</sup> prior episode = W,B
- Total person schedules that fall under this case – integer

### 10.2.3 Synthèse de l'ajustement de l'horaire des activités du ménage

*Filename: fout\_pro.txt*

*Description:*

This file summarizes the travel associated with activity episodes as they appear in the project schedules. Projects are internally consistent, in that activity episodes do not overlap within a project. However, they do not include travel episodes and they do not account for overlap or conflict among activity/travel episodes between projects. Trips included in this summary assume a travel time from home to the activity using the auto drive mode. The start time, therefore, is the estimated auto drive trip start time. One table is generated for each replication.

*Format: comma delimited*

*Field – data type:*

- Hourly time period index for trip start time
  - 0 = 4 h – 4 h 59
  - 1 = 5 h – 5 h 59
  - ...
  - 23 = 3 h – 3 h 59
- Hourly expanded trips to Primary work (W) episodes – floating point 6.2
- Hourly expanded trips to Work Business (B) episodes – floating point 6.2
- Hourly expanded trips to Work-at-home Business (A) episodes – floating point 6.2
- Hourly expanded trips to Return to work (R) episodes – floating point 6.2
- Hourly expanded trips to Return home from work (lunch) (L) episodes – floating point 6.2
- Hourly expanded trips to School for ages 11+ (S11+) episodes – floating point 6.2
- Hourly expanded trips to School for ages 10- (S10-) episodes – floating point 6.2
- Hourly expanded trips to Joint Shopping (M) episodes – floating point 6.2
- Hourly expanded trips to Individual Shopping (I) episodes – floating point 6.2
- Hourly expanded trips to Joint Other (J) episodes – floating point 6.2
- Hourly expanded trips to Individual Other (O) episodes – floating point 6.2

### 10.2.4 Synthèse de l'horaire des personnes trip start times

*Filename: fout\_sch.txt*

*Description:*

This file summarizes the travel associated with activity episodes as they appear in the person schedules. Person schedules are internally consistent, in that activity episodes do not overlap within a person schedule and episodes from all projects are incorporated within the person schedule. Travel episodes are included and are incorporated in the schedule such that they are consistent with episode start and end times. Trips included in this summary assume a travel time from the prior activity to the posterior activity using the auto drive mode. One table is generated for each replication.

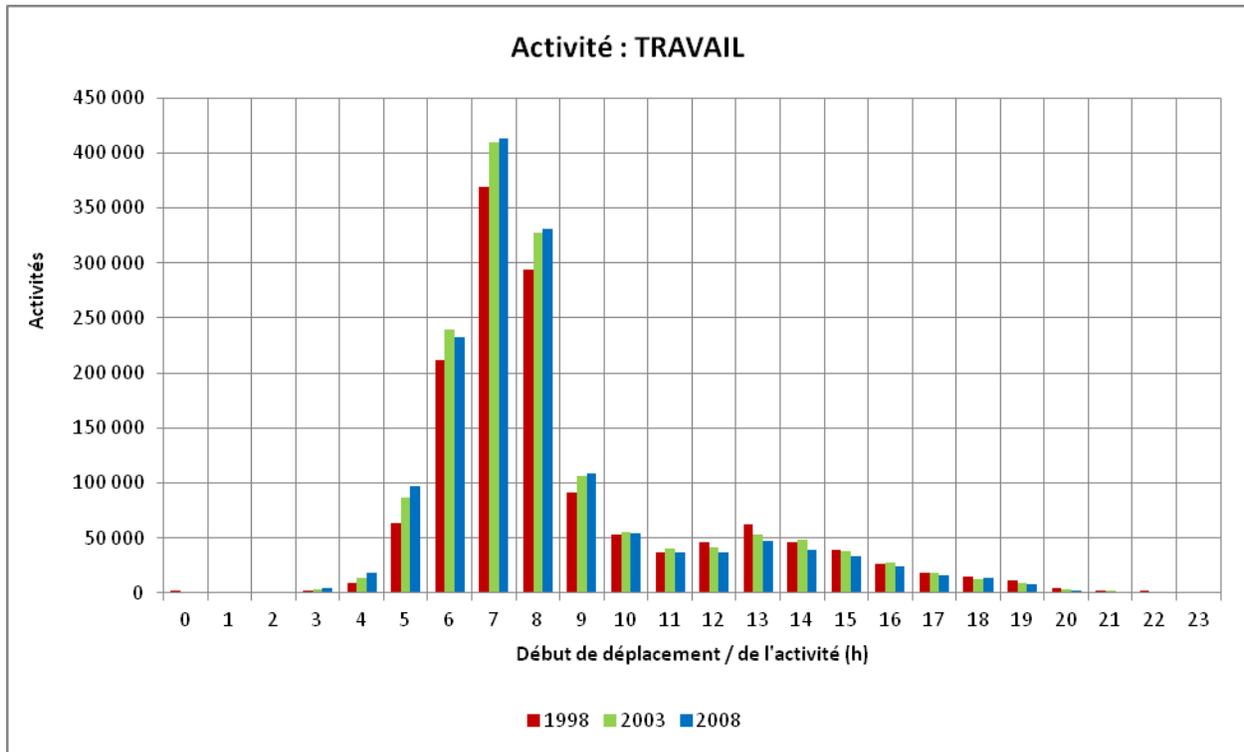
*Format: comma delimited*

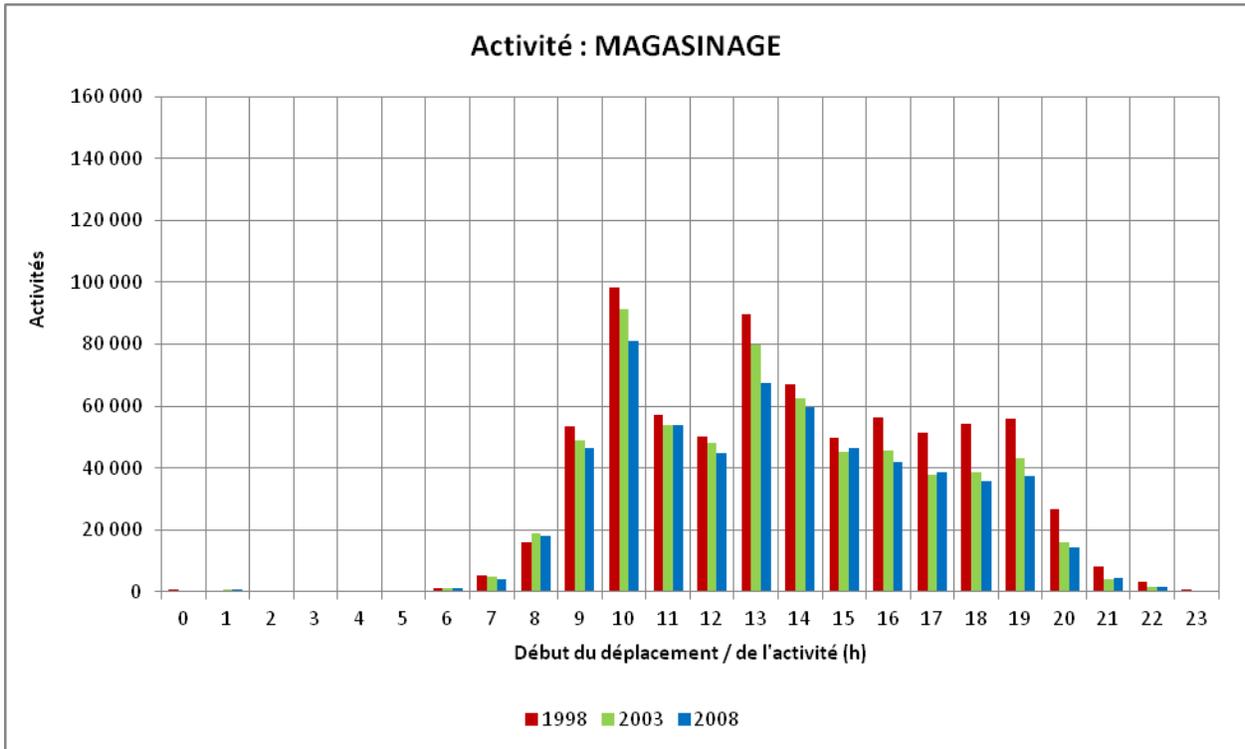
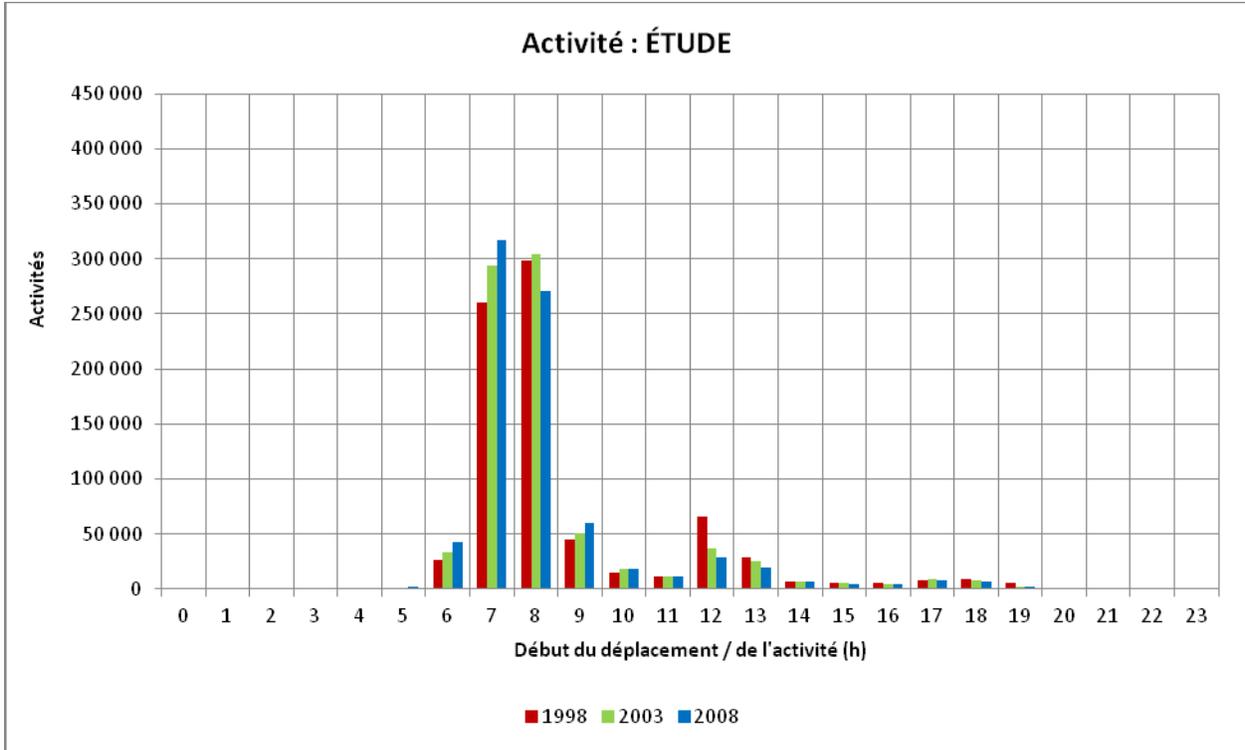
*Field – data type:*

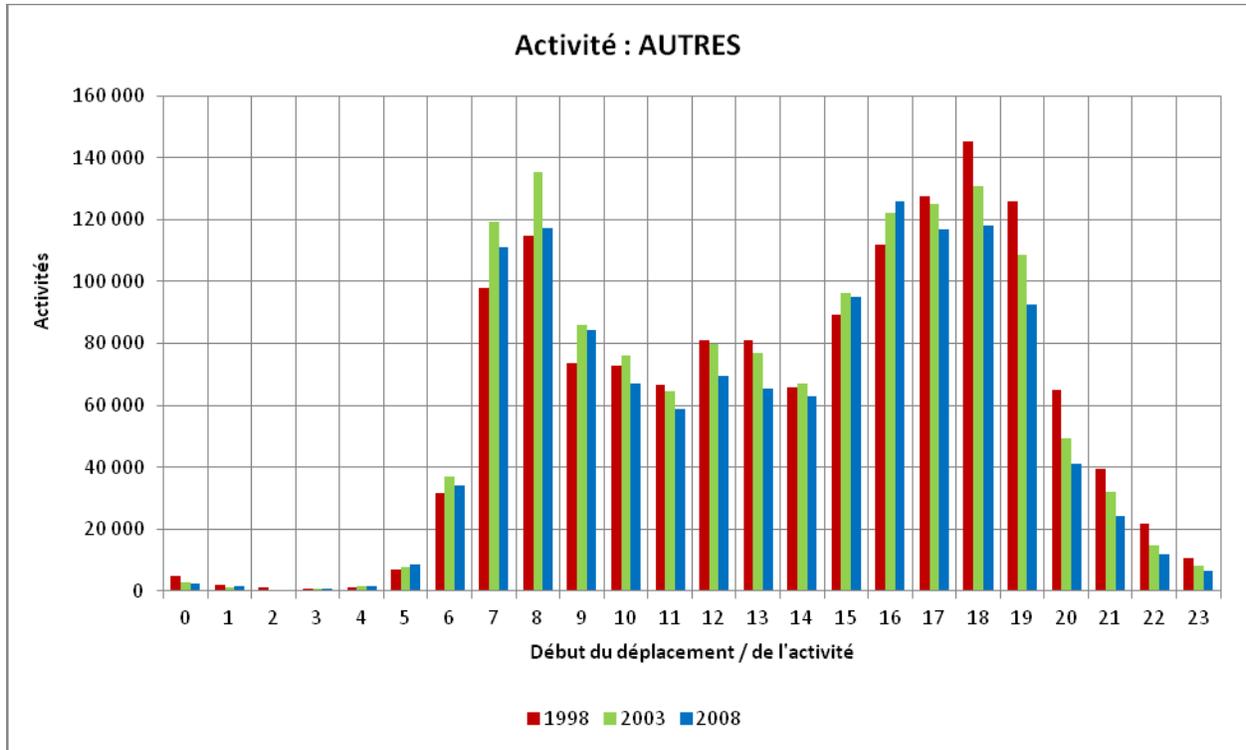
- Hourly time period index for trip start time
  - 0 = 4 h – 4 h 59
  - 1 = 5 h – 5 h 59
  - ...
  - 23 = 3 h – 3 h 59
- Hourly expanded trips to Primary work (W) episodes – floating point 6.2
- Hourly expanded trips to Work Business (B) episodes – floating point 6.2
- Hourly expanded trips to Work-at-home Business (A) episodes – floating point 6.2
- Hourly expanded trips to Return to work (R) episodes – floating point 6.2
- Hourly expanded trips to Return home from work (lunch) (L) episodes – floating point 6.2
- Hourly expanded trips to School for ages 11+ (S11+) episodes – floating point 6.2
- Hourly expanded trips to School for ages 10- (S10-) episodes – floating point 6.2
- Hourly expanded trips to Joint Shopping (M) episodes – floating point 6.2
- Hourly expanded trips to Individual Shopping (I) episodes – floating point 6.2
- Hourly expanded trips to Joint Other (J) episodes – floating point 6.2
- Hourly expanded trips to Individual Other (O) episodes – floating point 6.2
- Hourly expanded trips to Home (H) episodes – floating point 6.2

### 10.3 Tendances des heures de début d'activités (segmentation plus détaillée)

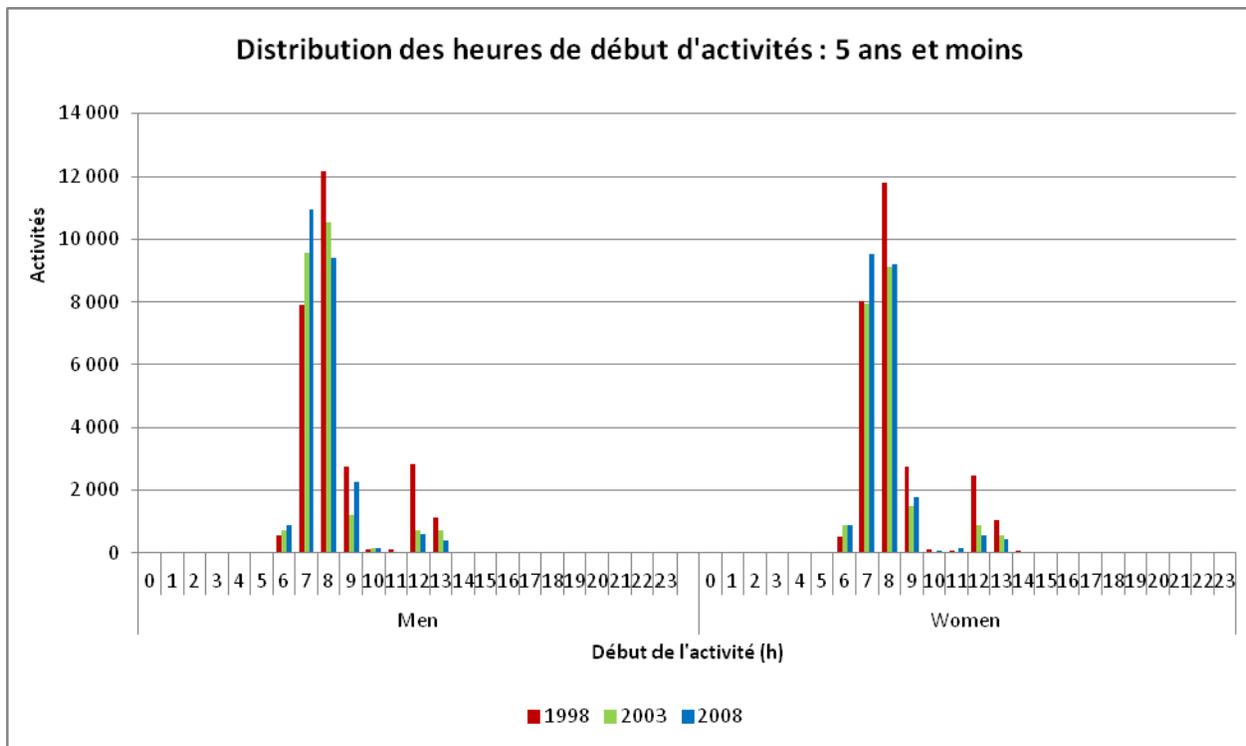
*Distribution des heures de début d'activité (valeurs pondérées)*

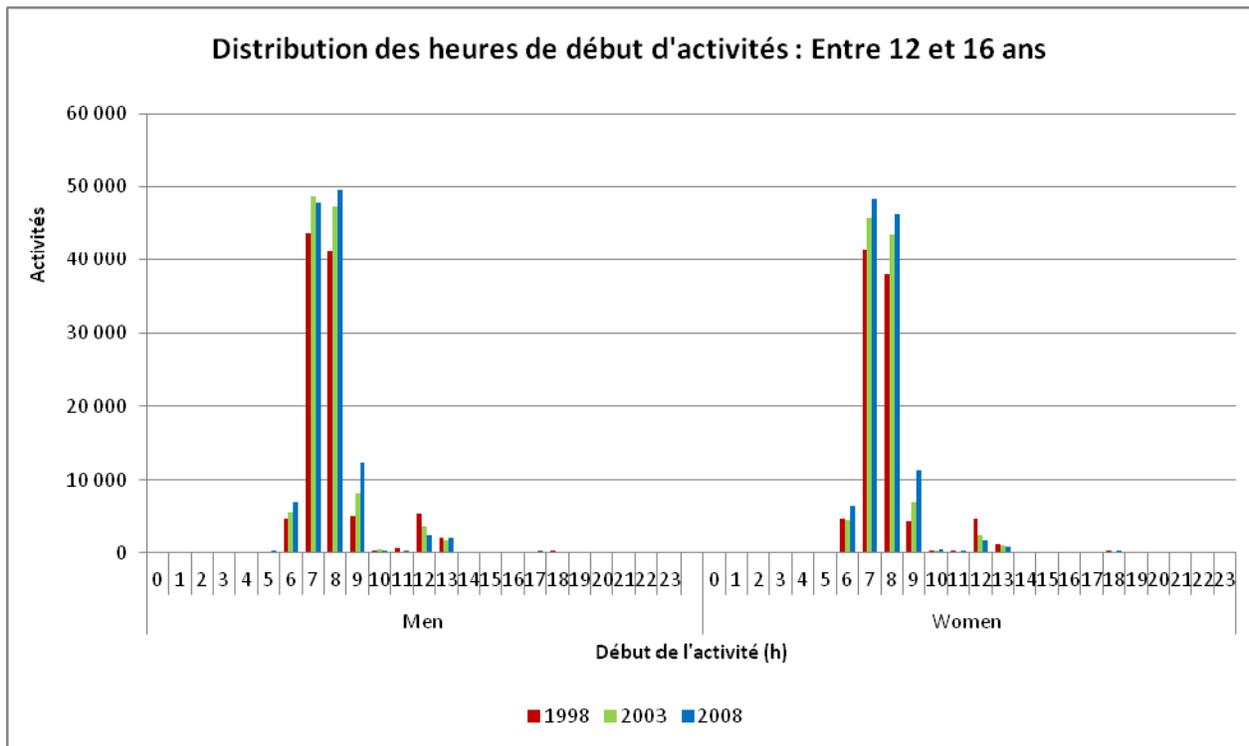
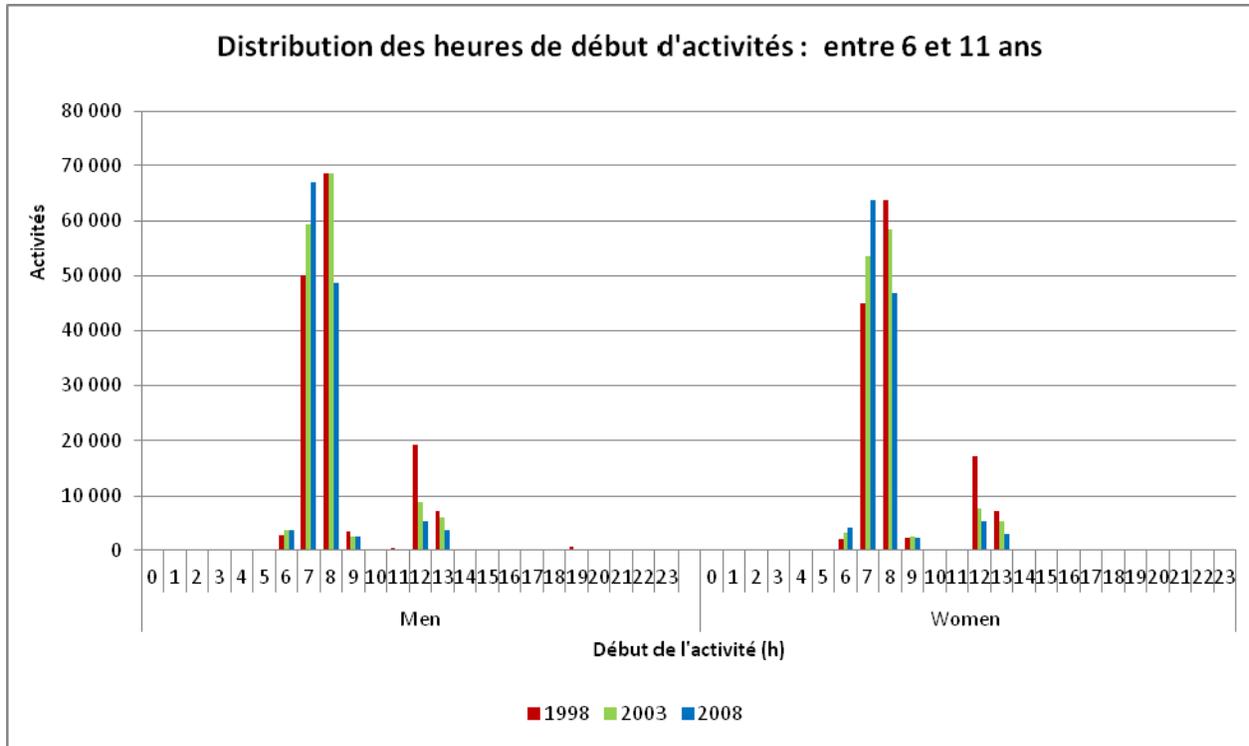


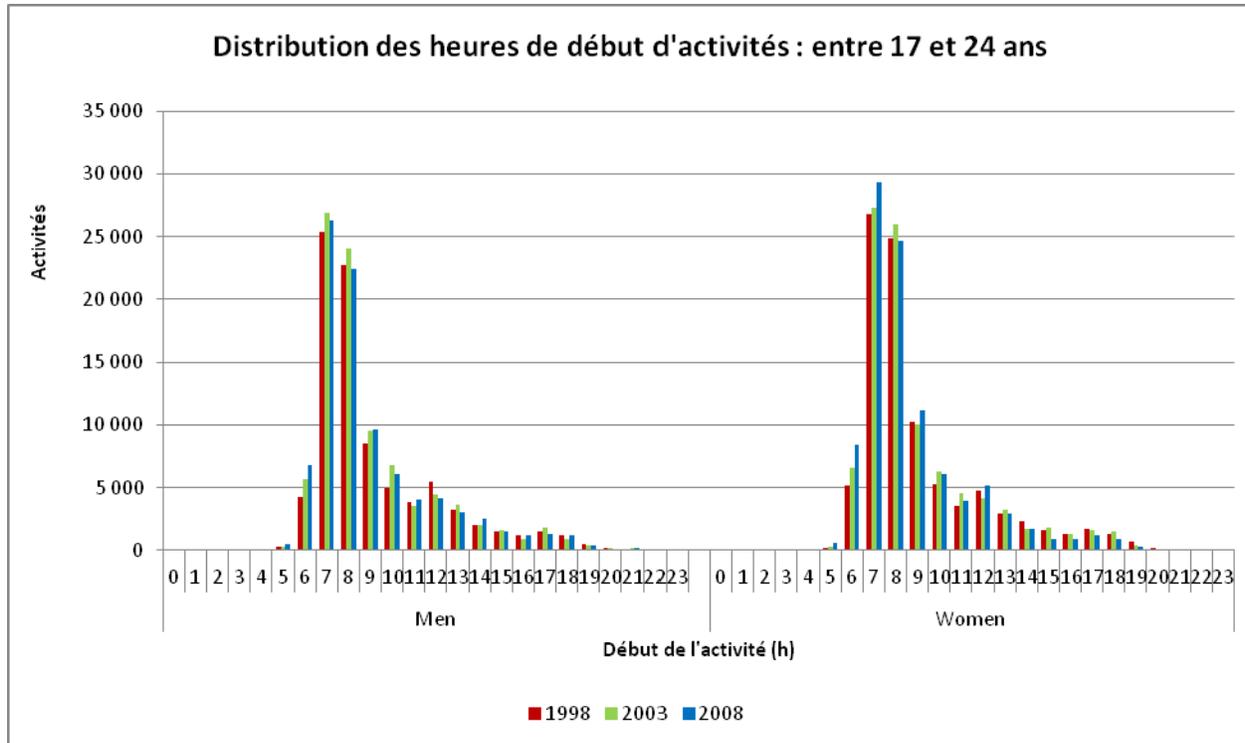




*Segmentation de la distribution des heures de début d'activités étude par groupe d'âge*







## 10.4 Articles

Yasmin, Farhana, Morency, Catherine, Roorda, Matthew (2012). An Empirical Analysis of Change in Activity Attribute Distributions over Time, presented at the 13th International Conference on Travel Behaviour Research, Toronto 15-20, July 2012.

Yasmin, Farhana, Morency, Catherine, Roorda, Matthew (2012). Spatial transferability of activity-based models: moving TASHA from Toronto to Montreal, to be presented at the 13th WCTR Conference, Rio de Janeiro, July 2013.