



La relation entre l'environnement construit et l'activité physique sous forme de déplacements à pied



Décembre 2006



Étude quantitative du comportement de marche
dans deux quartiers de la ville de Zurich

Mémoire de licence

présenté par Jonas Schmid
sous la direction du Prof. Giuseppe Pini

Coordonnées

Directeur du mémoire:

Prof. Giuseppe Pini
Département de géographie
Université de Genève
40, Boulevard du Pont-d'Arve
CH-1211 Genève 4

Tél. +41 22 379 83 35

Fax. +41 22 379 83 53

<http://www.unige.ch/ses/geo/oum>
giuseppe.pini@geo.unige.ch

Auteur du mémoire:

Jonas Schmid
Freudenberg
CH-6312 Steinhausen

Tél +41 41 741 61 52

jonischmid@yahoo.com

Résumé

Dans les sociétés des pays industrialisés, le manque d'activité physique se généralise toujours plus et devient un problème de santé publique majeur. La promotion de la mobilité à force humaine et de la marche en particulier est un vecteur très important en vue des recommandations minimales concernant l'activité physique d'intensité moyenne. Étant donné le rôle central du contexte spatial dans le comportement de mobilité, un courant de recherche transdisciplinaire relativement récent cherche à comprendre comment la configuration de l'environnement construit peut encourager l'activité physique sous forme de déplacements quotidiens. Les études dans le domaine des transports et dans le domaine de la promotion de l'activité physique confirment en général un lien faible mais significatif entre les indicateurs de forme urbaine et l'attrait de l'environnement construit d'une part, et l'utilisation des moyens de locomotion douce et l'activité physique d'autre part. Le rôle précis des différents attributs de l'environnement construit n'est pourtant pas clair.

Le travail discute tout d'abord le niveau d'activité physique des Suisses et leur comportement de marche tout en mettant en évidence les potentialités des déplacements à pied dans une perspective de promotion de l'activité physique. Ensuite, il aborde les éléments de l'environnement construit susceptibles d'avoir un impact sur le comportement de marche au quotidien. La partie théorique du travail se termine par une discussion approfondie de l'état de la recherche actuelle. L'objectif de la partie empirique est double : elle cherche d'une part à mettre en évidence l'existence du lien entre l'environnement construit et le comportement de marche dans une perspective d'activité physique et, d'autre part, à identifier les facteurs environnementaux en milieu urbain influençant le temps consacré aux déplacements à pied. Les analyses se basent sur un échantillon de 477 personnes de deux quartiers de la Ville de Zurich qui ont participé à l'enquête à travers un sondage postal. Les quartiers retenus se distinguent fortement au niveau d'indicateurs théoriquement liés à l'importance des déplacements à pied : la densité de population, la mixité fonctionnelle et la connectivité du réseau routier. L'étude du lien entre l'environnement construit et le comportement de marche passe par des méthodes statistiques classiques et par des modèles d'équations structurelles. Afin de minimiser le risque d'une confusion des effets, les modèles tiennent compte des principales variables sociodémographiques, ainsi que des préférences en matière de mobilité et de mode de vie.

Une analyse comparative des populations des deux quartiers montre effectivement des différences au niveau du comportement de marche : les résidents du quartier, que nous avons qualifié de plus favorable à la marche, consacrent par semaine 35 minutes de plus (par rapport aux résidents du second quartier) aux déplacements à pied ayant comme origine ou destination le domicile. Dans les modèles qui tiennent compte des variables de contrôle, cette différence se réduit pourtant à 23 minutes. Aucune différence significative entre les quartiers n'est observée en ce qui concerne le temps global consacré à la marche et le niveau d'activité physique. L'analyse de modélisation par équations structurelles confirme que le faible effet du type de quartier sur la marche dans le périmètre du domicile persiste, même compte tenu de l'hypothèse d'un choix résidentiel en fonction des préférences en matière de mobilité. L'analyse des facteurs de l'environnement construit à l'échelle du voisinage met en évidence des effets plus importants sur la mobilité à force humaine que l'analyse à l'échelle des quartiers. Premièrement, les modèles de régression indiquent une relation significative entre l'accessibilité des commerces et services et le temps consacré à la mobilité à force humaine. Cette relation se quantifie de manière suivante : pour chaque destination accessible à pied en 10 minutes, les chances de pratiquer au moins 30 minutes de mobilité à force humaine par jour augmentent d'un facteur 1,133. Par ailleurs, un lien très fort est observé entre la perception de l'attrait esthétique du voisinage et le comportement de marche de loisirs. Une personne percevant son voisinage comme très attractif au niveau de l'environnement construit a en effet trois fois plus de chances d'effectuer des promenades et de la marche pour l'entraînement physique qu'une personne rapportant un attrait faible.

Alors que notre étude n'observe pas de lien direct entre le niveau d'activité physique et la configuration de l'environnement construit, elle confirme à plusieurs reprises les effets de celle-ci sur la mobilité à force humaine. En vue d'implications concrètes de la recherche en aménagement urbain, il sera indispensable de diversifier les indicateurs de l'environnement construit pris en compte et de mener des enquêtes longitudinales en mesure de confirmer la nature causale des liens observés.

Préface

L'inspiration pour le sujet de ce mémoire provient de discussions avec le Prof. G. Pini, en décembre 2004. À ce moment-là, un groupe de chercheurs genevois sous la direction de G. Pini développait un projet de recherche sur la question des liens entre l'environnement construit, la marche et la santé. L'objectif consistait à fournir une contribution au Programme national de recherche 54 « Développement durable de l'environnement construit », raison pour laquelle une requête de soutien a été soumise au Fonds national de la recherche scientifique. Dans le cadre du projet de recherche, ce mémoire de licence constituait une sorte de projet-pilote portant sur une ville suisse-alsacienne. C'est ainsi que nous nous sommes engagés dans la préparation d'une enquête empirique dans deux quartiers de la ville de Zurich. Malheureusement, la proposition du groupe de chercheurs de G. Pini n'a pas été retenue par le Fonds national. Cependant, l'objectif de la réalisation d'une enquête à Zurich sur la relation entre l'environnement construit et la marche a été poursuivi. L'équipe genevoise est d'ailleurs actuellement en train de réaliser son projet dans différentes villes françaises et à Genève, grâce à un financement de l'Agence nationale de la recherche en France. Enfin, nous aimerions signaler l'existence d'un deuxième mémoire de licence à l'Institut de Géographie de l'Université de Lausanne qui traite le même domaine de recherche. Il a été récemment élaboré par Francesca Foletti.

L'enquête effectuée dans la ville de Zurich a profité d'un soutien très important de la part de plusieurs personnes et institutions, faute duquel elle n'aurait jamais pu être réalisée sous cette forme.

D'une part, ce travail de mémoire a rencontré un intérêt important de la part de l'Office statistique de la ville de Zurich. Cet intérêt a débouché sur une collaboration extrêmement précieuse: à part la mise à disposition de données spécifiques, l'Office statistique a été prêt à prendre en charge toutes les dépenses liées à l'enquête à l'exception des coûts d'envoi des questionnaires. Par ailleurs, l'Office statistique n'a pas seulement mis à disposition un local pour la préparation de l'envoi, mais a également pris en main l'impression des questionnaires. Nous devons ce soutien très aimable surtout à J. Troxler, directeur adjoint de la division, et nous tenons à l'en remercier infiniment. De plus, J. Troxler nous a fait part de ses conseils professionnels, qui nous ont été très utiles. Nous remercions également le directeur de l'Office, W. Wittmer, ainsi que V. Suter et M. Bosshard pour leur soutien lors de la préparation de l'envoi et de la réception des questionnaires renvoyés. Aussi, nous sommes reconnaissants à l'Office Statistique d'avoir fait connaître notre travail à PD Dr. méd. A. Wettstein, médecin-chef de la Ville de Zurich. A. Wettstein a soutenu l'enquête par une lettre d'accompagnement qui n'a pas manqué de faire son effet sur le taux de participation. Nous remercions par ailleurs A. Wettstein de nous avoir mis à disposition les enveloppes officielles du Service médical de la ville du Zurich.

D'autre part, notre recherche a été soutenue de manière très généreuse par la section « Activité physique, sport et santé » de l'Office fédéral du Sport à Macolin (OFSP). Ayant financé l'envoi postal des questionnaires, l'OFSP a contribué de manière vitale au succès de l'enquête empirique. Nous tenons beaucoup à remercier les personnes concernées, B. Martin, E. Martin-Diener et U. Mäder, de leur intérêt et leur soutien. À part sa contribution financière, l'OFSP a participé lui-même au sondage en conduisant une enquête parallèle ayant pour objectif de compléter les informations issues des questionnaires sur l'activité physique par des mesures objectives. Sous la direction de U. Mäder, une équipe de l'OFSP a ainsi recruté des personnes qui étaient non seulement prêtes à participer à l'enquête principale, mais également à porter pendant une semaine un appareil permettant d'enregistrer leur comportement d'activité physique. Les données ainsi prélevées seront évaluées dans le cadre d'une analyse supplémentaire que nous effectuerons pour l'OFSP en mars / avril 2007.

Enfin, nous aimerions remercier Ch. Kaiser, de l'Institut de Géographie de l'Université de Lausanne, pour son appui indispensable dans les analyses par des logiciels de système d'information géographique.

Jonas Schmid
Lausanne, décembre 2006

Table des matières

1. Introduction	1
1.1 Contexte de l'étude	2
1.2 Objectif et plan de l'étude	4
2. La marche dans une perspective d'activité physique et de promotion de la santé	7
2.1 L'évolution et l'état de l'activité physique en Suisse : des chiffres préoccupants	8
2.2 La mobilité à force humaine : quelle importance pour le comportement d'activité physique en Suisse ?	10
2.3 La marche : une activité physique d'intensité moyenne ?	11
2.4 La marche : tendances et chiffres-clés en Suisse	12
3. La marche, l'activité physique et l'environnement construit	17
3.1 L'environnement construit et la marche : concepts et définitions	18
3.2 Une petite digression : les grandes tendances actuelles affectant l'environnement construit en milieu urbain	20
3.3 Le lien entre l'environnement construit, la marche et l'activité physique : bases théoriques	21
3.3.1 Modèles issus du domaine d'étude du comportement en matière de transports	21
3.3.2 Modèles issus du domaine de la promotion de l'activité physique	23
3.4 Le lien entre l'environnement construit, la marche et l'activité physique : enjeux conceptuels et méthodologiques	25
3.4.1 La question de l'échelle d'étude	25
3.4.2 La question des effets conjoints des différentes dimensions de l'environnement construit	26
3.4.3 La question de la relation causale entre l'environnement construit et le comportement de mobilité	27
3.4.4 La problématique du choix modal	28
3.5 L'influence de l'environnement construit sur la marche et l'activité physique – l'état de la recherche	29
3.5.1 La recherche dans le domaine du comportement en matière de transports	29
3.5.1.1 Etudes comparatives	30
3.5.1.2 Etudes corrélatives	32
3.5.2 La recherche dans le domaine de l'activité physique et de la santé publique	36
3.5.2.1 Etudes se basant principalement sur des mesures objectives de l'environnement construit	36
3.5.2.2 Etudes se basant principalement sur la perception de l'environnement construit	39
3.6 Synthèse et perspectives de recherche	41
4. Dispositif de l'enquête	45
4.1 Le cadre conceptuel : nécessité d'un modèle global et complexe	46
4.2 Approche de l'étude	49
4.3 Les quartiers étudiés	50
4.3.1 Le choix des quartiers : un indicateur de marchabilité	50
4.3.2 Descriptifs des quartiers étudiés	53
4.3.2.1 Seefeld : un quartier urbain traditionnel du 19 ^{ème} siècle à proximité du centre-ville	53
4.3.2.2 Witikon : un quartier périphérique entre urbanité et caractère villageois	55

4.4	Questions et hypothèses de recherche	57
4.5	Méthodologie	59
4.5.1	L'opérationnalisation du cadre conceptuel : un nouveau questionnaire	59
4.5.1.1	Structure du questionnaire	60
4.5.1.2	Validité et fiabilité des items du questionnaire	63
4.5.2	Caractéristiques et déroulement de l'enquête	65
4.5.2.1	Échantillonnage	65
4.5.2.2	Réalisation de l'enquête	66
4.5.2.3	Dépouillement des questionnaires et traitement des données	67
4.5.3	Plan de l'analyse des données	68
5.	Résultats de l'enquête	71
5.1	Caractéristiques sociodémographiques de l'échantillon	72
5.2	Le comportement de mobilité, la marche et l'activité physique : une comparaison des quartiers étudiés	73
5.2.1	Le comportement de mobilité dans une perspective d'activité physique	74
5.2.2	La marche dans le périmètre du quartier	77
5.2.3	Le niveau d'activité physique	80
5.2.4	Discussion des résultats : première étape d'analyse	82
5.3	Le type de quartier et la marche : quelle est la nature du lien ?	84
5.3.1	L'effet de l'appartenance aux quartiers face aux variables sociodémographiques	86
5.3.2	L'effet de l'appartenance aux quartiers face aux variables sociodémographiques, aux préférences de mobilité et aux modes de vie	89
5.3.3	Une analyse de modélisation par équations structurelles : le lien entre la marche et l'environnement construit dans le cadre du modèle conceptuel global	93
5.3.3.1	Fondements théoriques et concepts de base	94
5.3.3.2	Définition et estimation du modèle	95
5.3.3.3	Interprétation des coefficients estimés	97
5.3.4	Discussion des résultats : deuxième étape d'analyse	99
5.4	Le rôle des attributs particuliers de l'environnement construit pour le comportement de marche	101
5.4.1	Les perceptions de l'environnement construit au niveau du voisinage : une comparaison des populations de Witikon et de Seefeld	102
5.4.2	Les liens entre les attributs de l'environnement construit perçus par les habitants et le comportement de marche et de mobilité à force humaine	105
5.4.3	Discussion des résultats : troisième étape d'analyse	110
6.	Conclusions	113
	Bibliographie	119
	Annexe	125

Table des figures

Figure 1.1 :	Modèle schématique des liens entre l'environnement construit, l'activité physique et la santé	5
Figure 4.1 :	Modèle conceptuel global de l'étude	47
Figure 4.2 :	Modèle conceptuel des liens entre l'environnement construit et le comportement de marche	48
Figure 4.3 :	Approche de l'étude	50
Figure 4.4 :	Classement des quartiers de la ville de Zurich en fonction de l'indice de marchabilité	52
Figure 4.5 :	Situation géographique et plan du quartier de Seefeld	54
Figure 4.6 :	Situation géographique et plan du quartier de Witikon	56
Figure 5.1 :	Disponibilité des moyens de transport	74
Figure 5.2 :	Temps de déplacement moyen par jour selon moyen / mode de transport	75
Figure 5.3 :	Temps journalier moyen consacré à la marche	76
Figure 5.4 :	Proportion de personnes qui marchent au moins 30 minutes par jour	76
Figure 5.5 :	Proportion de personnes se déplaçant à pied selon motif / type de déplacement	77
Figure 5.6 :	Nombre moyen de déplacements à pied par semaine selon motif / type de déplacement	78
Figure 5.7 :	Durée moyenne des déplacements à pied selon motif / type de déplacement	78
Figure 5.8 :	Temps moyen consacré à la marche par semaine selon motif / type de déplacement	79
Figure 5.9 :	Temps total moyen consacré à la marche par semaine	79
Figure 5.10 :	Niveau d'activité physique d'intensité moyenne	80
Figure 5.11 :	Niveau global d'activité physique	81
Figure 5.12 :	Indice de masse corporelle	82
Figure 5.13 :	Accessibilité des services, commerces et installations (I)	102
Figure 5.14 :	Accessibilité des services, commerces et installations (II)	103
Figure 5.15 :	Perception de l'attractivité de l'environnement construit	104

Liste des tableaux

Tableau 2.1 :	Le niveau d'activité physique des Suisses en 2002	9
Tableau 2.2 :	Le niveau d'activité physique d'intensité moyenne	10
Tableau 2.3 :	L'activité physique sous forme de mobilité à force humaine	10
Tableau 2.4 :	Equivalents métaboliques (METs) de la marche	11
Tableau 2.5 :	Nombre d'étapes et temps de déplacement à pied journalier selon motif	14
Tableau 2.6 :	Proportion d'étapes effectuées à pied et temps de déplacement à pied selon l'âge, le sexe et le revenu	15
Tableau 4.1 :	Les variables de l'indice de marchabilité selon Frank et al. (2004, 2005)	51
Tableau 4.2 :	Hypothèses "déplacements à pied"	57
Tableau 4.3 :	Hypothèses "activité physique"	58
Tableau 4.4 :	Hypothèses "modèle intégral"	58
Tableau 4.5 :	Hypothèses "niveau de marchabilité, perceptions de l'environnement construit et comportement de marche"	58
Tableau 4.6 :	Les items du questionnaire	61
Tableau 4.7 :	Les items du questionnaire (suite)	62
Tableau 4.8 :	Coefficients de fiabilité test-retest	64
Tableau 4.9 :	Effectifs et proportions de l'échantillonnage stratifié	66
Tableau 5.1 :	Profil sociodémographique de l'échantillon	72
Tableau 5.2 :	Variations indépendantes relatives aux caractéristiques sociodémographiques	86
Tableau 5.3 :	Régression logistique de HPM30 (premier niveau)	87

Tableau 5.4 : Régression multiple de W_TOTAL (premier niveau)	88
Tableau 5.5 : Régression logistique de WALKS30Q (premier niveau)	88
Tableau 5.6 : Variables indépendantes relatives aux attitudes, aux modes de vie et à la disponibilité des moyens de transport	89
Tableau 5.7 : Régression logistique de HPM30 (deuxième niveau)	90
Tableau 5.8 : Régression multiple de W_TOTAL (deuxième niveau)	91
Tableau 5.9 : Régression logistique de WALKS30Q (deuxième niveau)	92
Tableau 5.10 : Spécification du modèle d'équations structurelles – effets postulés	96
Tableau 5.11 : Indices de validité des modèles d'équations structurelles estimés	97
Tableau 5.12 : Effets directs standardisés	98
Tableau 5.13 : Régression logistique de HPM30 (niveau du voisinage)	106
Tableau 5.14 : Régression multiple de WALKUTIL (niveau du voisinage)	107
Tableau 5.15 : Régression multiple de WALKREC (niveau du voisinage)	108
Tableau 5.16 : Régression multiple de TRIPUTIL (niveau du voisinage)	109
Tableau 5.17 : Régression logistique de TRIPREC (niveau du voisinage).....	110

Liste des annexes

Annexe 1 : Choix des quartiers	126
Annexe 1.1 : Scores des indicateurs de marchabilité des quartiers de Zurich	126
Annexe 1.2 : Analyse en composantes principales des indicateurs de marchabilité	126
Annexe 1.3 : Scores des indices de marchabilité des quartiers de Zurich.....	127
Annexe 1.4 : Quartier de Seefeld et de Witikon: profil sociodémographique, types d'habitation et utilisation des surfaces d'étage	128
Annexe 1.5 : Impressions de l'environnement construit du quartier de Seefeld	129
Annexe 1.6 : Impressions de l'environnement construit du quartier de Witikon	131
Annexe 2 : Documents de l'enquête et liste des variables	133
Annexe 2.1 : Le questionnaire de l'enquête	133
Annexe 2.2 : Lettre d'accompagnement de l'Université de Lausanne	141
Annexe 2.3 : Lettre d'accompagnement du PD Dr. méd. Albert Wettstein	142
Annexe 2.4 : Lettre d'accompagnement concernant les mesures par accéléromètre	143
Annexe 2.5 : Rappel de participation de l'enquête	144
Annexe 2.6 : Liste des variables primaires et dérivées du questionnaire	145
Annexe 3 : Tests de la moyenne	148
Annexe 3.1 : Facteurs de pondération pour les analyses statistiques	148
Annexe 3.2 : Disponibilité des moyens de transport	148
Annexe 3.3 : Temps de déplacement moyen par jour selon moyens de transport	149
Annexe 3.4 : Proportion de personnes se déplaçant à pied selon motif / type de déplacement	149
Annexe 3.5 : Nombre moyen de déplacement à pied par semaine selon motif / type de déplacement	150
Annexe 3.6 : Durée moyenne des déplacements à pied selon motif / type de déplacement	150
Annexe 3.7 : Temps moyen consacré à la marche par semaine selon motif / type de déplacement	151
Annexe 3.8 : Le niveau d'activité physique d'intensité moyenne	151
Annexe 3.9 : Le niveau d'activité physique global	152
Annexe 3.10 : Temps moyen consacré à la marche, proportion de personnes qui marchent 30 min. par jour, proportion de personnes pratiquant 30 min. de mobilité à force humaine par jour, temps total moyen consacré à la marche depuis le domicile, nombre de déplacements depuis le domicile et indice de masse corporelle	152

Annexe 3.11 : Marche globale, déplacements effectués depuis le domicile et indice de masse corporelle dans la population sans cyclistes et selon sexe et classe d'âge	153
Annexe 3.12 : Attitudes en matière de transport et modes de vie	156
Annexe 3.13 : Accessibilité des services, commerces et installations (5 min., 10 min., 20 min.)	157
Annexe 3.14 : Perceptions des attributs de l'environnement construit	160
Annexe 4 : Analyses en composantes principales	161
Annexe 4.1 : Attitudes en matière de transport	161
Annexe 4.2 : Modes de vie	162
Annexe 4.3 : Perception des attributs particuliers de l'environnement construit	163
Annexe 5 : Modèles de régression (effet quartier)	164
Annexe 5.1 : Matrice de corrélations des variables dépendantes et indépendantes	164
Annexe 5.2 : Régressions logistiques de HPM30 (premier et deuxième niveau)	165
Annexe 5.3 : Régressions logistiques de WALKS30Q (premier et deuxième niveau)	166
Annexe 5.4 : Régressions multiples de W_TOTAL (premier et deuxième niveau)	166
Annexe 6 : Modélisation par équations structurelles	168
Annexe 6.1 : Matrices B, Γ , Ψ et Φ du modèle A	168
Annexe 6.2 : Commandes d'entrées logiciel LISREL (modèle A et B)	168
Annexe 6.3 : Sorties LISREL (modèle A et B)	169
Annexe 7 : Modèles de régression (attributs particuliers de l'environnement construit)	172
Annexe 7.1 : Matrice de corrélations des variables de l'environnement construit et de la marche	172
Annexe 7.2 : Régressions logistiques de HPM30	173
Annexe 7.3 : Régressions multiples de WALKUTIL	174
Annexe 7.4 : Régressions multiples de WALKREC	175
Annexe 7.5 : Régressions multiples de TRIPUTIL	176
Annexe 7.6 : Régressions logistiques de TRIPREC	177

Chapitre 1:

Introduction



1.1 Contexte de l'étude

La généralisation des modes de vie sédentaires constitue un problème global qui suscite de plus en plus de préoccupations. Dans les pays industrialisés notamment, le manque d'activité physique concerne de vastes couches de population. En raison des effets négatifs sur le fonctionnement de l'organisme et le bien-être général, qui sont aujourd'hui bien connus, les modes de vie sédentaires sont actuellement considérés comme un problème de santé publique majeur. La sédentarité constitue en effet l'un des facteurs de risque principaux pour toute une série de maladies chroniques – maladies cardio-vasculaires, cancer, diabète, maladies pulmonaires obstructives – et constitue ainsi la cause d'une part non négligeable des morts prématurées dans nos sociétés. Ainsi, la sédentarité est un comportement à risque ayant des impacts néfastes sur la santé qui sont comparables à l'importance de ceux liés au tabagisme. Par ailleurs, l'inactivité physique provoque, en combinaison avec une nutrition inappropriée, la surcharge pondérale et l'obésité qui constituent de nouveau des facteurs de risque pour différentes maladies chroniques. Enfin, un degré d'activité physique suffisant peut être un élément essentiel de notre santé psychique et de notre bien-être général.

En Suisse, le lien entre l'activité physique, la santé et le bien-être est bien documenté par les Enquêtes suisses sur la santé effectuées en 1992, 1997 et 2002. En se basant sur ces données, un rapport complémentaire évalue les répercussions économiques du lien entre la santé et l'activité physique en Suisse (OFSPPO et al. : 2001). L'étude montre que dans notre pays, le manque d'activité physique est responsable d'une proportion de 24% des maladies cardio-vasculaires, de 24% des diabètes du type II et de 25% des cas de cancer du côlon. En soulignant le caractère prudent des estimations, les auteurs de l'étude chiffrent les cas de maladies totaux imputables à l'inactivité physique à 1,4 million et affirment que celle-ci est responsable de près de 2000 décès chaque année. Les répercussions économiques du manque d'activité physique en Suisse sont considérables : selon le rapport, elles s'élèvent à 1,4 milliard de francs de coûts directs (liés aux traitements) et à 0,8 milliard de coûts indirects (perte de productivité). Ces chiffres impressionnants font comprendre pourquoi les mesures visant à augmenter le niveau d'activité physique sont devenues un élément important au sein des politiques de promotion de la santé publique et pourquoi les campagnes de lutte contre la sédentarité se sont multipliées au cours des dernières années.

Depuis longtemps la mise en évidence du lien entre l'activité physique et la santé s'est traduite par la formulation de recommandations concernant le degré d'activité physique minimal requis pour le maintien d'une bonne condition de santé. Parallèlement au progrès de la recherche, ces recommandations ont pourtant été fortement modifiées au cours de la deuxième moitié du 20^{ème} siècle. Cette reformulation des recommandations est liée à un véritable changement de paradigme dans la promotion de l'activité physique. Jusqu'aux années 1970 et 1980, on croyait que seulement des formes d'activité physique intensive pouvaient garantir des bénéfices substantiels pour la santé¹. Dans cette perspective, les experts recommandaient à la population de consacrer au moins trois fois par semaine vingt minutes à des activités sportives intensives (aérobic, jogging, etc.). Au cours des années 1990, de nombreuses études ont montré que l'on peut réaliser des bénéfices significatifs pour la santé non seulement à travers une activité physique intensive, mais également à travers des formes d'activité physique modérée. Alors, nous savons aujourd'hui qu'une demi-heure d'activité physique légèrement essoufflante par jour, par exemple marcher rapidement ou faire du vélo, suffit pour le maintien de la santé corporelle. Pour la promotion de la santé publique, cette constatation est en effet très réjouissante, puisque le public cible principal d'une politique de promotion d'activité physique, les personnes complètement inactives, ont évidemment beaucoup moins de difficultés à mettre un terme à leur sédentarité en s'engageant dans une activité physique moins intensive qu'en commençant à pratiquer un sport qui est physiquement fatigant.

De par ce changement de paradigme, le domaine de l'étude et de la promotion de l'activité physique a porté de plus en plus d'intérêt sur les formes de déplacement à force musculaire. Celles-ci sont ici regroupées sous le terme « mobilité à force humaine » (*human powered mobility*) et concernent les déplacements à pied, les

¹ Dans les pays anglophones, ce point de vue concernant le degré d'activité physique nécessaire se reflétait dans l'expression « no pain – no gain », cf. Frank et al., 2003 : 39.

déplacements à vélo ainsi que les déplacements en patins et planche à roulettes². Ces formes de déplacement répondent en effet parfaitement aux recommandations en termes d'activité physique modérée. Par ailleurs, le potentiel considérable de la mobilité à force humaine découle du fait qu'elle peut être facilement intégrée dans notre vie quotidienne par le biais des parcours que nous effectuons pour nous déplacer à nos lieux de travail et de loisirs. La promotion de la mobilité à force humaine dans une perspective du niveau d'activité physique recommandé est une solution d'autant plus prometteuse que le manque de temps pourrait constituer un obstacle important à l'engagement dans une activité physique suffisante pour de nombreuses personnes. La marche joue un rôle central parmi les différentes formes de mobilité à force humaine : contrairement aux autres moyens de transport, elle est accessible à la quasi-totalité de la population et fait, d'une manière ou d'une autre, partie de chaque déplacement que nous effectuons dans notre quotidien. De ce fait, la promotion de la marche constitue une stratégie particulièrement efficace afin d'augmenter le niveau d'activité physique d'un maximum de personnes sédentaires.

La formulation de stratégies visant à promouvoir les déplacements à pied dans notre quotidien demande des connaissances approfondies sur notre comportement en tant que piéton. Pourquoi choisissons-nous de nous déplacer à pied pour un certain parcours ? Quelles sont les expériences que nous faisons en marchant ? Comment percevons-nous l'environnement que nous traversons à pied ? En général, le comportement en matière de transports peut être associé à une multitude de facteurs. Il peut dépendre du profil socioéconomique, des habitudes, des attitudes vis-à-vis des moyens de transport, de l'offre de transport ainsi que du contexte spatial et social de la personne. En ce qui concerne la marche, le véritable rôle de ces facteurs est toujours mal connu, ce qui s'explique notamment par le fait que la recherche dans le domaine des transports a été très longtemps dominée par les questions relatives aux moyens de transport motorisés.

Le rôle du contexte spatial dans le comportement et les choix en matière de transports a été mis en évidence depuis longtemps par les études dans le domaine des transports. Quant aux déplacements à pied, la configuration et la qualité de l'environnement construit peuvent avoir un effet très important sur notre comportement. Pour que nous choisissons de marcher pour arriver à une certaine destination et pour que nous ressentions du plaisir en marchant, l'environnement que nous traversons doit être approprié aux déplacements à pied. En étant en contact immédiat avec ses alentours et en percevant son environnement avec tous les sens, le piéton en milieu urbain est en effet beaucoup plus sensible à des caractéristiques favorables ou défavorables de l'environnement urbain que tous les autres usagers de la route.

Si l'environnement construit influence l'importance des déplacements qui sont effectués à pied, le type de quartier ou de ville dans lequel nous habitons peut donc avoir un impact sur notre niveau d'activité physique et donc sur notre état de santé. Ainsi, la création d'un environnement construit favorable à la marche devient un vecteur intéressant pour la promotion de la santé publique. C'est ainsi que depuis quelques temps, la recherche dans le domaine de l'activité physique porte de plus en plus d'intérêt aux questions ayant trait aux liens entre l'espace urbain et les formes de mobilité à force humaine. Cet intérêt croissant se fonde sur l'idée selon laquelle les stratégies visant à modifier les modes de vie à travers des interventions au niveau de l'environnement physique peuvent avoir plus de succès à long terme que les interventions basées sur des programmes d'activités structurées, comme par exemple les cours d'aérobic ou de gymnastique (cf. Frank et al., 2003 : 50 ; Frank et Engelke, 1999 : 11). Les limites des modèles d'activité physique centrés sur les facteurs individuels et sociaux de l'explication de la sédentarité de vastes couches de population ainsi que la mise en évidence des bénéfices de la mobilité à force humaine pour la santé a fait émerger des modèles d'activité physique plus globaux. Complétée par la dimension de l'environnement physique, cette nouvelle génération de modèles a provoqué une revitalisation de la recherche des liens entre les déplacements à pied et l'environnement construit.

L'environnement construit définit le caractère des villes et des quartiers dans lesquels nous habitons et travaillons. Il détermine la forme urbaine, se manifeste à travers différents degrés de compacité du bâti et une certaine répartition des services et des infrastructures. Il se compose d'un ensemble infini de lieux, de rues et de bâtiments

² Selon la définition utilisée ici, les déplacements partiellement motorisés (vélo électrique, etc.), l'équitation, le sport nautique et hivernal ne font pas partie de la mobilité à force humaine. Cette définition correspond à celle utilisée par l'Office fédéral des routes qui préfère pourtant parler de « moyens de locomotion douce » (cf. OFROU, 2002). Nous utilisons dans ce travail les termes « mobilité à force humaine » et « locomotion douce » de manière synonyme.

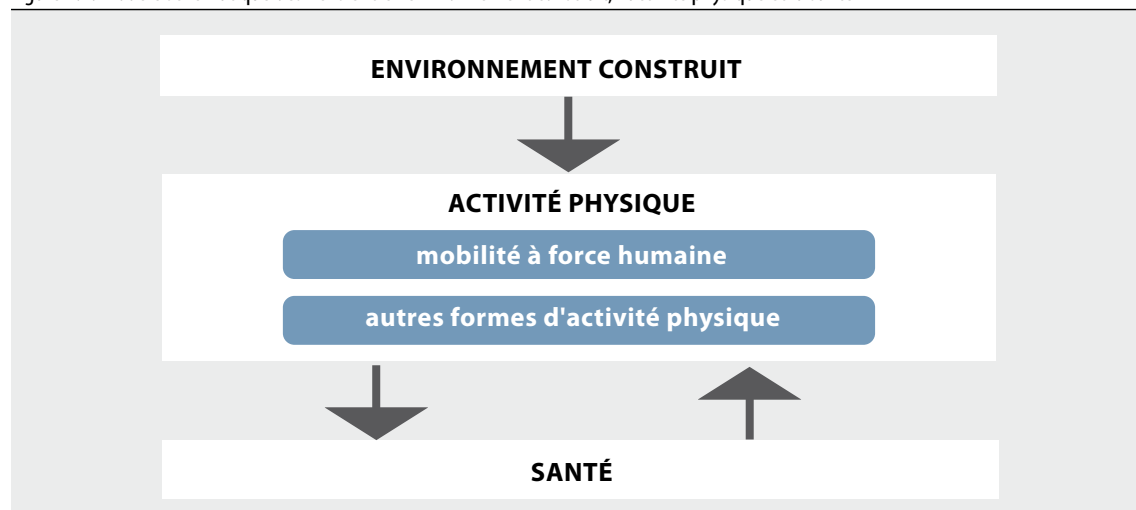
qui se différencient par leur architecture et la manière dont ils sont aménagés. L'influence de ces éléments sur nos comportements en termes de déplacements à pied est complexe et se manifeste à différentes échelles. À l'échelle de la ville entière et du quartier, l'arrangement spatial des commerces et des services détermine les distances à franchir et joue ainsi un rôle crucial dans les processus de choix modal. Plus une destination est proche, plus les chances que nous nous déplaçons à pied sont grandes. Selon le maillage du réseau routier, nous pouvons atteindre les destinations de manière directe ou nous sommes obligés de faire de longs détours qui défavorisent la marche. À l'échelle du quartier ou d'un certain tronçon de route, l'aménagement de l'espace public (espace attribué aux piétons, gestion du trafic, design et éléments architecturaux) a une influence sur la perception de l'environnement construit. Selon la configuration de ces attributs, l'environnement peut être perçu comme favorable ou au contraire défavorable à la marche.

Une meilleure connaissance des liens entre les éléments de l'environnement construit en milieu urbain, la marche et l'activité physique s'impose afin de pouvoir répondre à la question de savoir comment les politiques d'aménagement, la planification des systèmes de transport et une politique de promotion de santé basée sur les formes d'activité physique modérée peuvent être concertées. Étant l'objet de transformations constantes, provoquées par l'emprise spatiale de l'évolution démographique et des mutations de la réalité sociale et économiques, nos villes constituent des organismes très dynamiques. L'environnement construit subit des réaménagements à différentes échelles qui se manifestent par le développement des friches urbaines, par la rénovation de zones entières ou encore par la construction de nouveaux quartiers dans les zones périphériques. Étant donné l'ampleur du phénomène de l'inactivité physique, la question de la configuration idéale des éléments construits favorisant un mode de vie actif gagnera sans doute de plus en plus d'importance dans la planification de tels projets. Par ailleurs, les interventions au niveau de l'environnement construit visant à promouvoir l'activité physique à travers la mobilité à force humaine s'inscrivent profondément dans le cadre du concept du développement urbain durable : une ville de courtes distances, favorisant les formes de mobilité à force humaine et se caractérisant par des espaces publics attractifs pour les piétons, coïncide en effet parfaitement avec les objectifs du développement durable concernant la gestion économe des ressources (énergie, sol, investissements) et la création d'un cadre de vie attrayant et équitable.

1.2 Objectif et plan de l'étude

Les réflexions sur l'impact de l'environnement construit sur la santé publique dans une perspective d'activité physique se fondent sur les relations simples du modèle présenté par la figure 1.1. L'environnement construit favorise ou défavorise l'activité physique à travers la configuration de ses attributs plus ou moins appropriée à la mobilité à force humaine, mais également à travers la présence et la répartition des installations destinées au sport et à d'autres types d'activité physique. L'activité physique a un effet bénéfique sur l'état de santé qui peut de nouveau faciliter ou aggraver le maintien d'un degré d'activité physique suffisant. Tandis que les bénéfices d'une activité physique intensive et modérée sur la santé sont aujourd'hui clairement démontrés (cf. Sallis et al., 2004 : 250, Hanson et al. 2005 : 44), l'influence de l'environnement construit sur l'activité physique quotidienne suscite encore certaines incertitudes. Si beaucoup d'études ont pu mettre en évidence des liens entre l'environnement construit et l'activité physique, la recherche dans le domaine n'est pas encore suffisamment avancée pour confirmer la présence de véritables associations causales. Par ailleurs, le rôle des différents attributs de l'environnement construit pour l'activité physique n'est pas clair. Ainsi, la question de savoir quels types d'interventions sur l'environnement construit auront le plus de répercussions sur le niveau d'activité physique n'est pas répondue de manière suffisante. D'autres incertitudes sont à signaler quant à la question des couches de populations touchées par une certaine intervention au niveau de l'environnement construit visant à promouvoir l'activité physique. L'étude des liens entre l'environnement construit et l'activité physique constitue un domaine de recherche relativement jeune qui ne fournit pas encore les bases nécessaires pour la formulation des principes au niveau de l'aménagement du territoire et les autres domaines touchés. Ces lacunes sont notamment liées au manque d'études longitudinales, à l'absence d'un cadre théorique vigoureux, ainsi qu'à la disponibilité limitée des données empiriques (Hanson et al., 2005 : 22).

Figure 1.1: Modèle schématique des liens entre l'environnement construit, l'activité physique et la santé



L'objectif de cette étude consiste à contribuer à une meilleure connaissance des liens entre l'environnement construit et l'activité physique quotidienne en mettant l'accent sur les déplacements effectués à pied. Le travail est guidé par l'hypothèse de base suivante :

L'environnement construit a un impact sur la santé publique en favorisant ou en défavorisant l'activité physique sous forme de marche.

Cette hypothèse centrale, formulée de manière très générale, nous conduira à toute une série de sous-hypothèses au cours du travail qui seront testées à l'aide d'une enquête empirique et des analyses quantitatives. Le travail poursuit un double objectif : il s'agira d'une part de mettre en évidence l'éventuel lien entre l'environnement et l'activité physique sous forme de marche et de discuter la nature de ce lien, et, d'autre part, d'analyser l'importance des différentes dimensions qui font partie de l'environnement construit en milieu urbain. La structure générale du travail s'oriente selon les trois points suivants :

1. Mettre en lumière les tendances en matière d'activité physique et de marche à pied en Suisse et discuter les bénéfices de la marche pour la santé.
2. Présenter l'état de recherche et formuler un modèle conceptuel pour l'étude des liens entre l'environnement construit et l'activité physique sous forme de marche.
3. Étudier le lien entre l'environnement construit et les déplacements à pied à l'aide de données empiriques issues d'une enquête dans deux quartiers de la ville de Zurich.

Afin de souligner l'actualité et la pertinence du thème de ce travail, le chapitre 2 présentera les chiffres-clés de la situation de l'activité physique en Suisse. Mis à part l'évolution du niveau d'activité physique, nous nous intéresserons aussi à l'importance des différents types d'activité physique, ainsi qu'aux principales différences liées aux facteurs sociodémographiques, socioéconomiques et géographiques. En discutant ensuite le rôle de la marche dans une perspective d'activité physique, nous allons vérifier l'un des liens postulés par l'hypothèse de base, à savoir les bénéfices des déplacements à pied pour l'état de santé. Le chapitre se terminera enfin par une analyse de l'importance et des caractéristiques des déplacements à pied en Suisse, ce qui permettra de mettre en évidence le rôle actuel et les potentialités de la marche en matière de la promotion de l'activité physique et de la santé publique.

Le chapitre 3 présentera l'état de recherche de l'étude des liens entre l'environnement construit et l'activité physique sous forme de déplacements quotidiens. D'abord, il s'agira de définir le concept de l'environnement construit et de discuter son influence potentielle sur le comportement de marche. Puis, nous présenterons les modèles qui sont couramment utilisés pour étudier le lien entre l'environnement construit, le comportement de mobilité et l'activité physique dans les principaux domaines concernés, à savoir le domaine des transports et

le domaine de la promotion de l'activité physique. Ensuite, nous discuterons de manière détaillée les résultats d'études effectuées jusqu'à présent. Ce survol débouchera sur une analyse critique des modèles conceptuels et des méthodes utilisées ainsi que sur une identification des lacunes et des perspectives de recherches.

La discussion de l'état de recherche constituera la base pour la formulation du dispositif de l'enquête empirique présenté au chapitre 4. Le chapitre comprendra une définition du cadre conceptuel et une description de l'approche de l'étude, une présentation des unités géographiques étudiées, les questions et les hypothèses de recherche, ainsi qu'une présentation du déroulement de l'enquête et des méthodes utilisées.

La suite du travail sera consacrée à l'analyse des données empiriques issues de l'enquête que nous avons menée dans deux quartiers de la ville de Zurich. L'étude du comportement de marche des personnes interrogées en fonction de leur lieu d'habitation constituera le centre des analyses. Une remise en contexte des déplacements à pied avec le comportement de mobilité général et le comportement en matière d'activité physique permettra d'obtenir une vue d'ensemble sur les liens entre l'environnement construit, la mobilité à force humaine, les déplacements à pied et l'activité physique. Une attention particulière sera également portée à la nature du lien entre l'environnement construit et les déplacements à pied en contrôlant d'autres variables qui exercent une influence sur l'importance de ce lien. Une deuxième partie de l'analyse s'intéressera finalement à la question de savoir si et comment les différences au niveau du comportement de marche peuvent être imputées à des attributs particuliers de l'environnement construit qui caractérise le lieu de résidence des personnes interrogées.

Chapitre 2: **La marche dans une perspective d'activité physique et de promotion de la santé**



2.1 L'évolution et l'état de l'activité physique en Suisse : des chiffres préoccupants

Selon l'Organisation Mondiale de la Santé, l'activité physique peut être définie de la manière suivante : « *Physical activity is all movements in everyday life, including work, recreation, exercise, and sporting activities* » (OMS, 1997)¹. Elle comprend ainsi toutes les activités qui se caractérisent par des mouvements corporels, issus de la contraction des muscles, et entraînant une dépense d'énergie qui se situe en-dessus de l'état de repos du corps (cf. Hanson et al., 2005 : 16). Conformément aux nouvelles connaissances concernant les bénéfices de l'activité physique modérée, les autorités suisses conseillent d'exercer au moins 30 minutes d'activité physique d'intensité moyenne par jour :

Quel que soit l'âge ou le sexe, il est recommandé de pratiquer un sport d'intensité moyenne ou, plus simplement, d'exercer une activité physique au moins une demi-heure quotidiennement (...). La pratique d'une activité physique d'intensité moyenne essouffle légèrement sans toutefois faire transpirer. Marche d'un bon pas, faire du vélo, déblayer de la neige et jardiner sont de bons exemples. De nombreuses autres activités plus ou moins « sportives » sont aussi considérées comme étant d'intensité moyenne².

Par ailleurs, ces recommandations soulignent la possibilité de fractionner les 30 minutes d'activité physique quotidienne en des périodes minimales de 10 minutes. Pour les personnes remplissant déjà ces recommandations de base, on propose d'améliorer additionnellement la condition physique en effectuant un entraînement spécifique de l'endurance, de la capacité musculaire et de la souplesse. Pour les sportifs habitués à de tels entraînements, d'autres formes d'activités physiques supplémentaires peuvent encore augmenter les bénéfices pour la santé. Il est important de signaler que les bénéfices pour la santé n'augmentent pas de manière linéaire avec ces différents degrés d'activité physique (cf. Frank et al., 2003 : 41). Une personne inactive qui adopte les recommandations de base peut en effet s'attendre à des bénéfices relatifs beaucoup plus importants qu'une personne entraînée qui intensifie additionnellement son niveau d'activité physique. Dans une perspective de promotion de la santé publique, ce sont donc les recommandations de base, destinées aux personnes complètement ou partiellement inactives, qui sont les plus importantes³.

Depuis 2002, l'Enquête suisse sur la santé (ESS) contient des indicateurs permettant de confronter les nouvelles recommandations au niveau d'activité physique des Suisses. Tandis que, conformément aux anciennes recommandations, l'évaluation de l'activité physique des enquêtes précédentes était basée sur l'indicateur des épisodes de transpiration dans les loisirs, l'indicateur principal issu de l'ESS 2002 résume l'activité à moyenne et à forte intensité et tient également compte de la régularité des épisodes effectués. Par ailleurs, les données permettent de distinguer les différentes formes d'activité physique, à savoir les activités sportives, l'activité physique sous forme de mobilité à force humaine et l'activité physique au travail. Les principaux résultats de l'ESS 2002 en matière d'activité physique sont résumés dans le rapport de Lamprecht et Stamm (2006), sur lequel les informations des paragraphes suivants se basent.

Selon l'ESS 2002, 27% des Suisses sont entraînés (3 jours avec des épisodes de transpirations) et 8.9% atteignent les recommandations concernant la demi-heure d'activité physique d'intensité moyenne par jour (voir tableau 2.1). En présentant la même durée totale d'activité d'intensité moyenne mais répartie de manière irrégulière sur les jours de la semaine ou en s'engageant dans une activité physique intensive pendant 2 jours, un autre quart de la population est qualifié d'irrégulièrement actif. Une part d'environ 20% de la population est partiellement active (au moins 30 min. d'activité physique modérée par semaine ou un seul épisode de transpiration). Une autre part de 20% des Suisses doivent être qualifiés de complètement inactifs. En résumant ces catégories, on constate qu'une proportion de 36% remplit soit l'une soit l'autre recommandation, tandis qu'une proportion considérable de deux tiers de la population suisse n'est pas assez active afin de profiter entièrement de l'effet bénéfique de l'activité physique pour la santé.

¹ Source : http://www.who.int/topics/physical_activity/en [consulté le 4.6.2006]

² Source : http://www.lasuissebouge.ch/cmsfiles/downloads/Sport_Santé_Recommandations.pdf [consulté le 4.6.2006]

³ L'augmentation de la part de la population active figure d'ailleurs sur le premier rang des objectifs dans le Concept du Conseil fédéral pour une politique du sport en Suisse de 2000. Pour atteindre ce but, le concept propose entre autre la réalisation de projet encourageants l'activité physique sous forme de mobilité à force humaine.

Tableau 2.1 : Le niveau d'activité physique des Suisses en 2002

Indicateur à 5 niveaux		Indicateur à 3 niveaux	
entraîné: au moins 3 jours par semaine avec épisodes de transpiration	27,0%	actif: suit au moins une recommandation en matière d'activité physique	35,9%
actif régulier: au moins 5 jours par semaine, comportant au moins 30 min. d'activité d'intensité moyenne (provoquant un essoufflement)	8,9%		
actif irrégulier: au moins 150 min. d'activité physique d'intensité moyenne par semaine ou 2 jours avec épisodes de transpiration	25,6%	actif partiel: actif, mais ne suit pas les recommandations en matière d'activité physique	44,7%
actif partiel: au moins 30 min. d'activité physique d'intensité moyenne par semaine ou 1 jour avec épisodes de transpiration	19,1%		
inactif	19,4%	inactif	19,4%

Source: Lamprecht et Stamm (2006)

En faisant recours à l'indicateur des épisodes de transpiration, il est possible d'analyser l'évolution du niveau d'activité physique depuis 1992. La comparaison des données issues des ESS 1992 et 1997 montre que le manque d'activité physique s'est accentué pendant cette période : la part des inactifs (les personnes ne transpirant jamais dans leurs loisirs) a augmenté de 36% à 40%. Entre 1997 et 2002 pourtant, la proportion de personnes inactives a diminué et se situe avec 36,8% en 2002 légèrement au-dessus du niveau de 1992.

Globalement, le niveau d'activité physique diminue avec l'âge. Les reculs d'activité les plus marqués se situent entre 20 et 30 ans et après l'âge de 74 ans. Si l'on distingue le comportement entre les sexes, on remarque par ailleurs que les jeunes hommes sont nettement plus actifs que les jeunes femmes. Ces différences sont pourtant de plus en plus nivelées avec l'âge ce qui fait qu'on observe un niveau d'activité physique semblable entre les femmes et les hommes âgés de 35 à 65 ans. Chez les hommes, on peut observer une remontée du niveau d'activité physique vers 65 ans avant que l'activité physique diminue sensiblement à partir de 74 ans. En se limitant aux catégories des personnes régulièrement actives, on constate également une augmentation de l'activité physique chez les femmes plus âgées. Ce regain d'activité physique avec l'âge est pourtant beaucoup moins marqué et a déjà lieu entre 55 et 64 ans.

Le niveau d'activité physique présente également des différences notables entre les régions linguistiques. Au Tessin, la part des personnes inactives est deux fois plus grande qu'en Suisse alémanique. De plus au Tessin et en Suisse romande, seulement 30% de la population remplit les recommandations tandis que cette proportion se situe autour de 40% en Suisse allemande. Ces disparités sont valables pour toutes les différentes formes d'activités physique mesurées et ne peuvent pas être expliquées par les différences au niveau du profil sociodémographique entre les régions linguistiques. Celles-ci présentent également des différences significatives quant à l'évolution du niveau de l'activité physique entre 1992 et 2002 : alors que la Suisse allemande présente en 2002 pour la première fois une diminution de l'inactivité après qu'elle a sensiblement augmenté dans toutes les régions linguistiques entre 1992 et 1997, on peut observer un niveau constant du niveau d'activité physique dans le Tessin et la Suisse romande depuis 1997.

À part les variations liées à l'âge, au sexe et aux régions linguistiques, le niveau d'activité physique diffère également selon la nationalité et le statut socioéconomique. La population étrangère présente une part de 30% d'inactifs qui se situe sensiblement au-dessus de la moyenne nationale. En général, les personnes ayant un statut socioéconomique plus élevé ont un meilleur comportement en matière d'activité physique. Les différences les plus nettes apparaissent si l'on se concentre sur le revenu des ménages : la part des inactifs diminue de manière constante avec l'importance des revenus et atteint une valeur minimale d'environ 13% dans le groupe de population qui gagne plus de 6000 francs par mois.

2.2 La mobilité à force humaine : quelle importance pour le comportement d'activité physique en Suisse ?

Les résultats des Enquêtes suisses sur la santé sont en effet alarmants. Ils montrent qu'environ deux tiers de la population présentent un niveau d'activité physique insuffisant dans une perspective de santé publique. Dans certains groupes de population, l'importance de l'inactivité physique est comparable à l'ampleur du phénomène aux Etats-Unis dans lesquels la part des personnes inactives peut être chiffrée à environ 30% (Frank et al., 2003 : 48). L'indicateur global de l'ESS présenté ci-dessous chiffre la proportion des personnes remplissant les recommandations relatives à l'activité physique modérée à 9% uniquement. Cette faible part s'explique par le fait que les personnes satisfaisant les deux types de recommandations sont classées dans la catégorie des entraînés. Si l'on se concentre uniquement sur l'indicateur de l'activité physique d'intensité moyenne (voir tableau 2.2), on peut observer une proportion totale d'environ 18% qui est suffisamment active. Environ la moitié de ces personnes présentent donc déjà un comportement en matière d'activité physique intensive qui remplit les recommandations.

Selon les données présentées par le tableau 2.2, plus de la moitié de la population exerce des activités physiques d'intensité moyenne sans atteindre toutefois le niveau recommandé en raison d'un manque de régularité et / ou d'intensité. Environ un tiers de la population doit être qualifié comme inactif selon cet indicateur. Ces données traduisent clairement le besoin d'action en ce qui a trait à la promotion de l'activité physique d'intensité moyenne et semblent également indiquer des fortes potentialités d'amélioration des comportements. Dans cette perspective, il se pose la question du rôle et de l'apport des formes de mobilité à force humaine. L'ESS 2002 comprend un indicateur sur l'activité physique en termes de déplacements effectués à pied ou à vélo. Environ la moitié des Suisses se déplacent en effet à pied ou à vélo lors des parcours quotidiens (voir tableau 2.3). Une proportion d'environ un quart atteint des épisodes de plus de 30 minutes de mobilité à force humaine par jour.

Tableau 2.2 : Le niveau d'activité physique d'intensité moyenne

remplissent les recommandations : au moins 5 jours d'activité de 30 min.	17,7%
actif de manière irrégulière : au moins 150 min. d'activité par semaine	26,2%
partiellement actif : entre 30 min. et 150 min. d'activité par semaine	25,4%
inactif :	30,7%

Source: Lamprecht et Stamm (2006)

Tableau 2.3 : L'activité physique sous forme de mobilité à force humaine

actif lors de ses déplacements : plus de 30 min. à pied ou à vélo	27,4%
partiellement actif lors de ses déplacements : jusqu'à 30 min. à pied ou à vélo	22,1%
inactif lors de ses déplacements : pas d'activité physique	50,5%

Source: Lamprecht et Stamm (2006)

Le groupe des personnes ayant entre 15 et 24 ans et le groupe des personnes ayant plus de 54 présentent les niveaux les plus élevés d'activité physique sous forme de déplacements quotidiens. Un manque considérable d'activité de ce type s'observe dans la population entre 25 et 54 ans. En ce qui concerne les différences entre hommes et femmes, le rapport s'inverse complètement comparé à ce qu'on a vu au niveau de l'activité physique globale : dans toutes les classes d'âge, les femmes sont plus actives lors de leurs déplacements quotidiens que les hommes. En fait plus de trois quarts des hommes entre 25 et 54 ans n'atteignent pas le niveau de 30 minutes de mobilité à force humaine par jour. Contrairement au niveau d'activité physique globale, l'activité physique liée aux déplacements de tous les jours est moins importante dans les groupes de population à statut socioéconomique élevé. Ainsi les personnes ayant un revenu au-dessous de 4500 francs se déplacent plus à pied ou à vélo que les personnes qui gagnent plus de 4500 francs.

Les Suisses allemands étant plus actifs au niveau de la mobilité quotidienne que les Romands et les Tessinois, les mêmes disparités que celles au niveau de l'activité physique globale apparaissent si l'on compare les trois régions linguistiques. Par ailleurs, l'activité physique en termes de déplacements quotidiens est plus importante dans les centres urbains que dans les régions rurales. Étant donné que les différences ville-campagne au niveau de l'activité physique globale sont négligeables, il semble que la population rurale compense le manque d'activité physique quotidienne par d'autres formes d'activité physique plus intensives. Dans une certaine mesure, les

différences ville-campagne au niveau de la mobilité à force humaine observées par la ESS peuvent également s'expliquer par le fait que l'indicateur tient uniquement compte des déplacements « utilitaires » (travail, courses, sorties), mais pas des déplacements à pied ou à vélo effectués pour se promener ou pour s'entraîner.

Tandis que le niveau d'activité physique globale ne s'est pas dégradé depuis 1997, l'activité physique en termes de déplacements quotidiens a connu un recul sensible. La part des personnes qui ne se déplacent jamais à vélo ou à pied au quotidien a augmenté de 45% à 50% entre 1997 et 2002. La croissance de ce groupe de personnes concerne toutes les classes d'âge et les deux sexes, mais elle est nettement plus prononcée chez les femmes que chez les hommes.

Malgré le fait que la moitié des Suisses se déplacent quotidiennement à vélo ou à pied, on peut affirmer que pour l'instant, la mobilité à force humaine joue globalement un rôle assez marginal pour le niveau d'activité physique générale dans la population. Nous avons vu que seule une personne sur six remplit les recommandations concernant l'activité physique d'intensité moyenne. Le fait que trois quarts de la population suisse n'atteignent pas des épisodes de 30 minutes de déplacements à pied ou à vélo constitue certainement un facteur explicatif important de cette faible proportion. En même temps, Stamm et Lamprecht (2006 : 9) soulignent également que seule la moitié des personnes consacrant une demi-heure par jour à la mobilité à force humaine atteignent une intensité dans ces activités qui peut être considérée comme bénéfique pour la santé. Cette observation soulève la question de savoir dans quelle mesure et sous quelles circonstances la marche et le vélo correspondent véritablement à la classe des activités physiques d'intensité moyenne telles qu'elles sont définies dans le cadre des recommandations.

2.3 La marche : une activité physique d'intensité moyenne ?

Indépendamment du type d'activité physique – sports, ménage, travail, mobilité à force humaine – l'importance des effets bénéfiques sur la santé est liée à l'intensité, la durée et la fréquence qui caractérisent l'engagement dans une forme d'activité physique. Les recommandations actuelles préconisent que le niveau minimal est rempli si une activité d'intensité moyenne est pratiquée quotidiennement pendant une demi-heure. L'intensité d'une activité physique peut être exprimée et mesurée par différents indicateurs : par la fréquence cardiaque, par l'effort perçu, par les équivalents métaboliques ou encore par les calories brûlées⁴. L'indicateur le plus couramment utilisé sont les équivalents métaboliques (*metabolic equivalents, METs*). Cette unité estime le coût métabolique de l'activité physique exprimé en consommation d'oxygène. Un *MET* correspond à un métabolisme de repos et s'élève à 3,5 ml par kilogramme et par minute. Généralement, une activité physique est considérée comme moyennement intensive si elle présente une augmentation du coût métabolique d'un facteur 3 à 6 par rapport au niveau de repos (3-6 *METs*) et comme intensive à partir de 6 *METs* (Ainsworth et al., 2000 : S498). Ainsworth et al. (2000) présentent des estimations des équivalents métaboliques pour un total de 605 différents types d'activité physique parmi lesquels se trouvent également toute une série de formes de déplacements à pied en fonction de la vitesse et de la topographie (voir tableau 2.4).

Tableau 2.4 : Equivalents métaboliques (METs) de la marche

Types d'activité	METs	Intensité
flâner (marcher à moins de 3 km/h), terrain plat	2	faible
marcher à 3 km/h, terrain plat, surface lisse	2,5	faible
marcher à 4 km/h, en descendant	2,8	faible
marcher à 4 km/h, terrain plat, surface lisse	3	moyenne
marcher à 5 km/h, terrain plat, surface lisse	3,3	moyenne
marcher à 5.5 km/h, terrain plat, surface lisse	3,8	moyenne
marcher à 5.5 km/h, en montant	6	forte

Source: Ainsworth et al. (2000)

⁴ Source : U. S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention : Physical Activity for Everyone : Physical Activity Terms, www.cdc.gov/nccdphp/dnpa/physical/terms/index.htm [consulté le 7.6.2006]

En fonction des *METs* calculés par Ainsworth et al., les différents types de marche peuvent être classés selon leur degré d'intensité. Pour qu'un déplacement à pied puisse être considéré comme une activité physique d'intensité moyenne, il doit présenter une vitesse minimale d'environ 4 km/h sur un terrain plat. Évidemment, la vitesse de marche au quotidien dépend de nombreux facteurs parmi lesquels le motif du déplacement est certes central. Une intensité correspondant à 3 *METs* est sans doute atteinte lors de nombreux épisodes de marche. Oja et al. (1998) ont étudié les effets bénéfiques de la marche et du vélo pour aller au travail. Lors de leur expérience, qui consistait à faire marcher au travail des personnes auparavant voyageant par bus ou par voiture, des vitesses moyennes de marche de 5.8 km/h à 6.2 km/h ont été observées. En se basant sur des indicateurs de fréquence cardiaque et de concentration de lipides dans le sang, les chercheurs concluent que la mobilité à force humaine pour aller au travail présente un potentiel significatif dans le maintien ou l'amélioration de la condition physique. Ceci est notamment valable pour les personnes relativement sédentaires.

L'intensité d'une activité physique a évidemment une forte composante subjective. Les recommandations présentées et la classification des activités en fonction des *METs* se basent sur des estimations moyennes. Il est bien clair qu'une activité représentant une intensité moyenne pour un jeune de 20 ans peut constituer une activité physique intensive pour une personne âgée de 70 ans. Les auteurs d'une classification des activités en fonction de leur intensité, qui est publiée par les *Centers for Disease Control et Prevention* aux États-Unis et qui se base sur les estimations de Ainsworth et al. (2000), soulignent que les indications d'intensité se basent en effet sur une personne moyenne de 70 kg et s'appliquent aux hommes de 30 à 50 ans et aux femmes de 20 à 40 ans⁵.

Si un déplacement à pied à une vitesse donnée atteint une intensité qui peut être considérée comme moyenne dépend donc également de l'âge et du poids de la personne. Des données sur le niveau d'intensité de la marche en fonction du poids sont fournies par une étude de Hills et al. (2006). En analysant la fréquence cardiaque, l'effort perçu et la vitesse, l'étude compare la marche « pour le plaisir » d'un groupe de personnes obèses et d'un groupe non obèse. Tandis que les personnes non obèses présentaient des vitesses de marche plus élevées que les obèses, les deux groupes ont qualifié le déplacement comme marche à pas léger. Durant leur parcours de deux kilomètres, les personnes obèses ont atteint des fréquences cardiaques correspondant à la transition de l'intensité moyenne à l'intensité élevée. La fréquence cardiaque observée chez les non obèses se situait autour de la limite inférieure de l'intensité moyenne.

En examinant plusieurs études expérimentales, Shepard (1997) remet en cause l'efficacité de la marche pour tous les groupes de population en ce qui concerne les bénéfices souhaités pour la santé. Tandis qu'il affirme l'importance des effets bénéfiques des déplacements à pied réguliers pour les personnes âgées et pour les personnes sédentaires et obèses, il estime que ces effets sont probablement négligeables pour les jeunes présentant un bon état de santé.

En guise de résumé, nous pouvons retenir que les déplacements à pied correspondent globalement à un niveau d'intensité se situant autour de la limite inférieure de ce qui peut être défini comme moyennement intense. Une jeune personne entraînée n'atteindra probablement pas le seuil d'intensité moyenne lors d'une marche à bon pas de 4 km/h. Pour les personnes âgées, les sédentaires et les obèses, une marche rapide d'une demi-heure peut pourtant constituer une activité physique qui se caractérise par une intensité assez élevée. Étant donné que ces groupes, qui présentent généralement le comportement d'activité physique le plus préoccupant, constituent justement le principal groupe cible des recommandations de base, les potentialités de la marche dans une perspective de promotion de la santé publique sont manifestes.

2.4 La marche : tendances et chiffres-clés en Suisse

À travers les données issues de l'ESS 2002, nous avons pu obtenir une idée sur le rôle de la mobilité à force humaine pour le niveau d'activité physique des Suisses. Si ces données ont permis de mettre en évidence la

⁵ Source: U. S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention: General Physical Activities Defined by Level of Intensity, www.cdc.gov/nccdphp/dnpa/physical/pdf/PA_Intensity_table_2_1.pdf [consulté le 7.6.2006]

proportion des Suisses qui fait régulièrement recours à la marche et au vélo au quotidien, elles ne donnent pourtant pas d'indications sur les caractéristiques spécifiques de ces déplacements et ne tiennent par ailleurs pas compte des déplacements de loisirs qui sont simplement effectués pour « bouger » (promenades, etc.). Toujours dans une perspective d'activité physique, ce chapitre se propose de caractériser tout d'abord les déplacements à pied en Suisse en termes de durée des étapes et de motif, et de mettre en évidence ensuite les différences liées aux principaux facteurs sociodémographiques et géographiques.

Malgré le fait que la marche connaît le plus grand nombre effectif et potentiel d'utilisateurs parmi les moyens de transport, elle a été longtemps négligée dans les statistiques de transport en Suisse et ailleurs. Depuis l'introduction du concept des étapes dans le microrecensement sur le comportement en matière de transports en 1994, des données plus précises et différenciées sur les déplacements à pied en Suisse sont disponibles⁶. Les enquêtes basées sur le nouveau concept ont montré que l'importance de la mobilité à force humaine a été systématiquement sous-estimée (Réseau Piétons-Vélos, 1999 : 15). Les données issues du microrecensement 2000 (ARE et OFS, 2001 et 2002) montrent en effet que presque la moitié des étapes en Suisse sont effectuées par des moyens de transport non motorisés : 40,1% des étapes s'effectuent à pied et 6% des étapes à vélo. En termes de proportion d'étapes, les déplacements à pied en Suisse sont ainsi aussi importants que le trafic motorisé privé qui atteint une proportion de 41% du nombre total d'étapes. Un regard au-delà des frontières suisses montre que la part de la marche dans la répartition modale diffère sensiblement parmi les pays industrialisés. Alors que d'autres pays européens comme la France, l'Autriche et le Danemark présentent des valeurs comparables à l'importance de la marche en Suisse, les déplacements à pied jouent un rôle beaucoup plus marginal sur le continent nord-américain (Frank et al., 2003 : 70). Les différences entre l'Amérique du Nord et les pays européens semblent être liées à plusieurs facteurs : l'orientation de la politique en matière de promotion des moyens de transport, le prix de l'essence, l'importance des modes de vie basés sur l'utilisation de la voiture, etc. Une autre raison importante de la faible proportion de la marche aux Etats-Unis et de la popularité du transport non motorisé dans certains pays de l'Europe pourrait résider dans les différences qu'on peut observer au niveau de la forme urbaine et de l'environnement construit. Ces relations seront abordées au cours du chapitre suivant.

L'évolution de la marche documentée par les microrecensements de 1994 et 2000 ne confirme en général pas la tendance négative enregistrée par les Enquêtes suisses de 1997 et 2002 sur la santé (en termes de diminution de la proportion de personnes ne se déplaçant jamais à pied ou à vélo). Le microrecensement dresse une image plus encourageante en indiquant une augmentation de 11% de la distance moyenne parcourue à pied par jour entre 1994 et 2000. La distance moyenne franchie à vélo est restée plus ou moins constante. Évidemment, la comparaison des indicateurs des deux enquêtes est très difficile, d'autant plus que les enquêtes ne sont pas effectuées durant les mêmes années. La raison pour les tendances contradictoires signalées pourrait en effet résider en partie dans la nature différente des indicateurs. On pourrait en outre penser que le recul de l'importance de la mobilité à force humaine, signalée par l'augmentation des personnes qui ne se déplacent jamais à pied ou à vélo, a été compensé par une augmentation des distances parcourues par les groupes les plus actifs.

Les données issues du Microrecensement 2000 permettent de caractériser les déplacements à pied en Suisse de manière assez précise en termes de distance, de durée et de vitesse. Ainsi la vitesse moyenne des déplacements effectués à pied est estimée à 4,2 km/h. Si l'on compare cette vitesse au tableau 2.4 de la classification de la marche en fonction de l'intensité, on peut émettre l'hypothèse qu'un grand nombre de déplacements correspondent effectivement à une activité physique d'intensité moyenne. Dans le contexte des recommandations minimales concernant l'activité physique modérée, il est également intéressant d'étudier plus précisément les durées et distances des étapes effectuées à pied. Au total, la distance journalière moyenne franchie à pied est de 1,7 km et le temps moyen consacré à la marche s'élève à 28,9 min. par jour. Si l'on additionne donc toutes les étapes effectuées durant une journée, les Suisses se déplacent en moyenne bel et bien presque une demi-heure à pied. En général, les étapes effectuées sont pourtant assez courtes : 66% sont inférieures à 500 m et 85% des étapes sont inférieures à 1 km (ARE et BFS, 2002). Si l'on analyse les durées des étapes effectuées à pied, on peut constater que seule une proportion de 25% de toutes les étapes dépasse une durée de 10 minutes (idem), durée qui

⁶ Pendant les années 1980, le microrecensement était basé sur le concept des déplacements qui ne permettait de considérer que le moyen de transport principal utilisé pour un déplacement donné. En subdivisant chaque déplacement en ses étapes, le nouvel concept permet de tenir compte de l'ensemble des moyens de transport utilisés lors d'un déplacement. Actuellement, le microrecensement saisit des étapes à partir de 25 m.

correspondrait à un épisode minimal selon les recommandations en matière d'activité physique. Actuellement, la grande majorité des étapes à pied semble donc trop courtes pour jouer un rôle significatif dans une optique d'activité physique. Un comportement de marche permettant de réaliser des effets substantiels pour la santé se composerait typiquement de plusieurs étapes d'au moins 700 à 1000 m ou d'une seule étape de 2 km ou plus par jour. La part de ces dernières ne s'élève selon le microrecensement qu'à 8% de l'ensemble des étapes effectuées à pied au quotidien.

Si l'on examine les distances des étapes effectuées en voiture ou en transports publics, on peut estimer que le potentiel de transfert modal vers la marche est assez considérable. En effet 23% des étapes effectuées en voiture et 41% des étapes en transport public présentent des distances inférieures à 2 km et pourraient donc être franchies par une marche d'une demi-heure. Par ailleurs, une étude suisse (Büro für Mobilität und Häberli, 2002) montre que parmi les piétons, l'acceptation pour des itinéraires plus longs est généralement assez élevée. En effet, les 625 personnes interrogées à Berthoud et à Kirchberg déclarent être prêtes à franchir des parcours qui s'élèvent en moyenne au double des distances effectivement parcourues.

Les données du microrecensement 2000 permettent également d'éclaircir la question de savoir quels sont les motifs les plus importants des étapes effectuées à pied. Pour ce faire, nous avons calculé les pourcentages des étapes par motif sur la base du nombre total d'étapes de marche par jour (voir figure 2.5). On peut constater que la grande majorité (40,9%) des étapes effectuées à pied s'inscrivent dans le cadre d'activités de loisirs. 21,2% des étapes quotidiennes sont effectuées pour faire des achats. Le motif du travail et de la formation constitue 19,1% respectivement 12,1% des étapes totales effectuées à pied par jour.

Tableau 2.5 : Nombre d'étapes et temps de déplacement à pied journalier selon motif

Motif	étapes	prop. étapes	temps journalier	prop. temps j.
travail	0,39	19,1%	2,71	9,4%
formation	0,24	12,1%	2,21	7,6%
achats	0,42	21,2%	4,11	14,2%
service / accompagnement	0,05	2,5%	0,45	1,6%
professionnel / service	0,04	2,0%	0,5	1,7%
loisirs	0,81	40,9%	17,59	60,8%
autres	0,03	1,5%	1,37	4,7%
total	1,98	100,0%	28,94	100,0%

Source: ARE et OFS (2002)

L'importance du motif des loisirs est encore plus marquée quand on analyse le temps de déplacement à pied quotidien par motif : environ 61% des 29 minutes de marche (ou 17,6 minutes) sont consacrés à des déplacements dans les loisirs. La durée journalière des déplacements à pied pour faire des achats s'élève en moyenne à 4 minutes seulement. Les déplacements au travail et pour la formation jouent encore un rôle plus négligeable.

Les étapes liées aux déplacements des motifs du travail, de la formation et des achats sont donc en règle générale plus courtes que les étapes effectuées pour le motif des loisirs. Lors des déplacements en dehors du temps des loisirs, il semble donc que les Suisses choisissent, en raison d'un manque de temps, des moyens de transport plus rapides que la marche. On peut également émettre l'hypothèse que la part des déplacements entièrement effectués à pied est plus importante parmi les déplacements de loisirs que parmi les déplacements utilitaires, où la marche constitue souvent un moyen de transport secondaire auquel on fait recours pour franchir des distances moins importantes. Malheureusement, les rapports du microrecensement ne fournissent pas d'indications sur l'importance de la marche selon les différentes activités de loisirs. Le temps de déplacement à pied quotidien devrait être particulièrement élevé dans la catégorie appelée « activités extérieures non sportives » qui comprend les promenades à pied. L'importance des loisirs en termes de durée des déplacements à pied se manifeste également par la variation du temps consacré à la marche selon le jour de la semaine : avec 34 minutes, le temps de déplacement à pied journalier atteint en effet son maximum le dimanche, jour qui présente également la proportion la plus importante de déplacements liés aux loisirs.

Les données issues de l'ESS 2002 ont déjà montré que l'importance du recours à la mobilité à force humaine

diffère de manière significative entre les différents groupes de population. Le microrecensement nous permet d'explicitier ces observations en ce qui concerne les déplacements effectués à pied. En général, les différences mises en évidence par l'ESS, à l'aide de l'indicateur de la mobilité à force humaine, sont vérifiées, si on les compare au temps de déplacement à pied selon l'âge, le sexe et le revenu.

La figure 2.6 montre que les personnes jusqu'à 17 ans et les personnes ayant plus de 66 ans consacrent le plus de temps à la marche par jour. Ces deux groupes de population présentent en effet une moyenne journalière qui dépasse 30 minutes. Le temps de déplacement à pied atteint un minimum entre 18 et 45 ans et commence à remonter à partir de 46 ans. Les différences en termes d'activité physique quotidienne sont également confirmées en ce qui concerne les sexes : en moyenne, les femmes se déplacent environ 3 minutes de plus à pied que les hommes. Comme pour l'importance générale de la mobilité à force humaine, le temps consacré à la marche présente aussi une relation inverse avec les revenus. Tandis qu'il se situe autour de 30 minutes quotidiennes parmi les personnes gagnant jusqu'à 6000 francs, le temps de déplacement à pied diminue progressivement avec le revenu et atteint un minimum de 25 minutes dans la classe des personnes gagnant plus que 14'000 francs.

Tableau 2.6 : Proportion d'étapes effectuées à pied et temps de déplacement à pied selon l'âge, le sexe et le revenu

	prop. d'étapes effectuées à pied	temps de déplacement à pied journalier
Age		
< 17	49,2%	34,2
18 - 25	38,5%	23,8
26 - 45	34,7%	25,2
46 - 65	37,9%	29,5
> 66	51,5%	34,2
Sexe		
Hommes	35,9%	27,5
Femmes	44,5%	30,3
Revenu (CHF)		
< 2'000	52,8%	30,6
2'000 - 6'000	42,3%	31,0
6'001 - 10'000	37,7%	28,6
10'001 - 14'000	38,1%	27,2
> 14'000	34,4%	25,1

Source: ARE et OFS (2002)

Selon l'indicateur de mobilité à force humaine de l'ESS, la proportion de personnes se déplaçant à pied ou à vélo au quotidien est plus importante dans les centres urbains que dans les régions rurales. Le microrecensement permet de distinguer le comportement de mobilité selon trois catégories d'urbanisation : les centres des villes, les agglomérations (sans noyaux) et la campagne. En considérant la part des étapes effectuées à pied, la marche est clairement plus populaire aux centres des villes (51% des étapes vs. 43% des étapes dans les agglomérations et régions rurales). En termes de temps de déplacements, les différences sont pourtant moins marquées et s'élèvent seulement à 3 minutes entre les catégories d'urbanisation. Cet écart est bien inférieur aux différences de temps de déplacement observées entre les classes d'âge et les catégories de revenus. Il semble que les étapes de marche soient en règle générale plus courtes dans les centres que dans les agglomérations et à la campagne. La différence de 3 minutes est par ailleurs imputable aux déplacements pour les motifs du travail et des achats. En ce qui concerne les déplacements de loisirs, on consacre le même temps à la marche dans les centres, dans les agglomérations et dans les régions rurales. Pour le motif de la formation, les personnes habitant à la campagne se déplacent même une minute de plus par jour à pied que les personnes dans les centres et les agglomérations.

Des différences beaucoup plus prononcées existent entre les régions linguistiques. Les Suisses allemands consacrent en effet 6 minutes respectivement 10 minutes de plus par jour aux déplacements à pied que les Romands et les Tessinois.

Les données étudiées ici montrent que les Suisses atteignent en moyenne presque une demi-heure de marche par jour, ce qui semble encourageant au niveau des recommandations en matière d'activité physique d'intensité moyenne. En réalité, ce temps moyen de 30 minutes se divise pourtant le plus souvent en un grand nombre d'étapes de très courte durée. Nous avons vu que seulement une proportion de 25% des étapes effectuées à pied présentent une durée supérieure à 10 minutes. Avec des durées journalières de seulement quelques minutes, ce sont notamment les déplacements liés aux motifs du travail et des achats qui présentent actuellement des temps de marche assez négligeables. En permettant une intégration simple de l'activité physique dans la routine journalière, ces types de déplacements constituent justement des champs intéressants pour la promotion de la santé publique.

Chapitre 3: **La marche, l'activité physique et l'environnement construit**



3.1 L'environnement construit et la marche : concepts et définitions

Les données de l'ESS 2002 ont montré que le niveau d'activité physique est en partie fonction de facteurs sociodémographiques comme l'âge, le sexe et le statut socioéconomique. Par ailleurs, il a été montré que le comportement en matière d'activité physique peut différer en fonction du contexte spatial (communes rurales vs. communes d'agglomération). Notre hypothèse de base stipule que la pratique d'un niveau d'activité physique suffisant peut être encouragée par un environnement favorable. La configuration de l'environnement construit peut être plus ou moins appropriée à différents types d'activité physique. Il peut favoriser les activités physiques intensives (le jogging, les sports, la remise en forme, etc.) par la présence d'installations correspondantes et de surfaces vertes de bonne qualité et accessibles à un maximum de personnes. Le rôle de l'environnement construit est pourtant encore plus central pour les formes d'activité physique d'intensité moyenne au quotidien et en particulier pour la marche, qui constitue l'activité physique modérée la plus courante.

Nos déplacements quotidiens peuvent être caractérisés selon leurs motifs et le moyen de transport qui est choisi pour franchir une distance. D'une part, les parcours quotidiens sont effectués pour accéder à une ressource. En l'occurrence, la mobilité constitue une demande dérivée qui découle de la nécessité de franchir des distances pour atteindre les endroits où l'on effectue des activités : aller au travail, aller faire des courses, se déplacer pour faire des activités de loisirs. D'autre part, un déplacement peut également représenter une fin en soi. Tandis que ce genre de déplacement est généralement négligé dans les modèles de comportement de mobilité, il devient plus important, si l'on étudie la mobilité sous l'angle de l'activité physique et de la santé, étant donné que les déplacements s'inscrivant dans une logique de demande primaire sont souvent associés à un moyen de locomotion douce. En incluant les déplacements à pied et à vélo effectués pour se promener ou pour s'entraîner, le désir d'être actif constitue certes un motif principal pour ce type de mobilité. La discussion du rôle de l'environnement construit est pertinente au niveau des déplacements utilitaires (travail, courses, loisirs) et des déplacements effectués pour le plaisir (promenades), mais s'articule évidemment différemment en fonction de la nature de la demande qui engendre la mobilité.

Désignant l'ensemble des éléments matériels et artificiels de la ville, l'environnement construit est un concept multidimensionnel qui se manifeste à différentes échelles de l'aire urbanisée. L'environnement construit peut être analysé en fonction de sa morphologie, c'est-à-dire en fonction de l'arrangement spatial du réseau des voies de transport, des constructions et des places, selon les fonctions des espaces urbains ou encore, à une échelle plus petite, en fonction de l'aménagement et des caractéristiques architecturales des rues, des bâtiments, des places et des parcs. Toutes ces différentes dimensions de l'environnement construit affectent les déplacements à pied et peuvent déterminer dans quelle mesure une rue, un quartier ou une ville entière est favorable à la marche.

L'arrangement spatial des éléments physiques d'une aire urbanisée donnée détermine la distance ou la proximité entre les destinations quotidiennes. Un indicateur clé de la forme urbaine, qui détermine les distances entre les origines et destinations et influence ainsi le comportement en matière de transport, est la densité du tissu urbain. Le plus souvent, la densité d'une aire urbanisée est définie en termes de nombre de résidents, de ménages ou d'employés par unité spatiale. On peut admettre qu'une densité de population élevée est également associée à une densité élevée des structures physiques (constructions, immeubles) et provoque par conséquent une diminution de la longueur des distances à parcourir et diversifie par là les options de choix modal (Frank, 2000 : 10). Une concentration de population élevée est par ailleurs une condition essentielle pour une exploitation profitable des transports publics, moyen de transport parfaitement complémentaire aux déplacements à pied. L'hypothèse générale du lien entre la densité et les distances parcourues est soutenue par les données du microrecensement : tandis que la distance journalière parcourue dans les villes-centres s'élève à 32 km, on parcourt environ 40 km par jour dans les communes d'agglomération et dans les zones rurales.

Un autre facteur qui peut déterminer la proximité entre les origines et les destinations des parcours quotidiens est la répartition spatiale des activités au sein d'une aire urbanisée. On parle de mixité fonctionnelle ou mixité des affectations pour décrire à quel point une unité spatiale accueille différents types d'utilisation du sol (commerces, unités résidentielles, postes de travail). Une zone dite monofonctionnelle se caractérise par la domination d'un seul type d'affectation du sol et implique des déplacements plus ou moins importants afin de pouvoir accéder à d'autres types d'infrastructures et de services. Une zone présentant une forte mixité fonctionnelle par contre

peut réduire les distances à parcourir puisque des activités différentes (mais compatibles) sont situées à proximité l'une de l'autre.

L'accessibilité d'un lieu ne dépend pas uniquement de la proximité qui est fonction de sa localisation dans l'espace. Elle peut être définie comme « *la plus ou moins grande facilité avec laquelle ce lieu peut être atteint à partir d'un ou de plusieurs autres lieux, à l'aide de tout ou partie des moyens de transport existants* » (Bavoux et al., 2005 : 41). Selon la problématique étudiée, l'accessibilité peut se mesurer par la distance entre les lieux, par la durée ou encore par le coût du trajet. Mesuré par la distance-temps, l'indicateur de l'accessibilité tient compte d'un grand nombre de facteurs qui influence les conditions de déplacement (idem : 49). Parmi ces facteurs, la qualité du réseau qui relie les destinations constitue un élément déterminant. Au sens large, un réseau de transport « *comprend l'ensemble des techniques, moyens et processus permettant l'acheminement des personnes et des marchandises d'un lieu à un autre (...)* » (idem : 82). En s'intéressant aux déplacements à pied, nous allons nous concentrer sur ce que Bavoux (ibidem) appelle le réseau support ou réseau d'infrastructure. Le réseau servant comme support à la marche comprend généralement l'ensemble des rues et des routes ouvertes aux piétons. Par secteur, ce réseau, que nous appellerons par la suite réseau routier, peut être partagé avec d'autres moyens de transport ou au contraire être exclusivement réservé aux déplacements à pied (zones piétonnes, chemins pédestres)¹. La qualité du réseau routier en termes d'accessibilité pour les piétons dépend notamment de la morphologie du réseau qui peut être décrit par la notion de la connectivité. La connectivité « *est la propriété d'un réseau d'offrir des itinéraires alternatifs entre les nœuds* » (idem : 88)². Le degré de connectivité se traduit par des indices mathématiques issus de la théorie des graphes, mais également, de manière assez intuitive, par le maillage du réseau qui résulte de l'agencement des liens permettant la formation de cycles (idem : 89). Plus un réseau est maillé, plus l'offre d'itinéraires alternatifs est importante et plus les liaisons entre deux points dans l'espace sont directes.

La décision de se déplacer à pied pour un trajet donné ne dépend pas uniquement de l'accessibilité du lieu de destination, mais aussi de l'attrait de l'environnement construit, tel qu'il est perçu au cours d'un parcours. Un environnement favorable à la marche doit être sûr et attractif. Ces qualités plus subjectives renvoient notamment à ce que nous appelons le domaine du design urbain. L'importance du design et de l'aménagement de l'espace urbain pour l'attractivité d'un déplacement à pied est liée au fait que le piéton, contrairement aux utilisateurs des modes de transport motorisés, perçoit l'environnement avec tous ses sens. Grâce à sa vitesse de déplacement relativement lente, le piéton a la capacité de s'apercevoir d'un grand nombre de détails visuels et architecturaux. Par ailleurs, l'attractivité d'un cheminement piétonnier dépend de la qualité des infrastructures spécifiques à la marche (trottoirs, passages piétons) et du mobilier urbain, à savoir d'éléments comme la présence de bancs, d'arbres et de verdure dans les rues. En fonction de l'emprise des voies par le trafic motorisé, en fonction de sa vitesse et la disposition des passages piétons, l'espace traversé peut permettre un cheminement sûr ou au contraire être perçu comme hostile aux déplacements à pied en étant dominé par le transport motorisé.

En survolant les différentes dimensions de l'environnement construit ayant une influence sur le comportement piétonnier, l'on constate que la marche peut être affectée par un ensemble complexe de facteurs. La création d'environnements favorables à la marche nécessite des interrogations au niveau d'une multitude de domaines : architecture, aménagement de l'espace public, gestion de trafic, aménagement du territoire et développement urbain. On peut également se rendre compte que la problématique du lien entre la marche et l'environnement construit s'inscrit parfaitement dans les questionnements du développement durable autour des notions de l'étalement urbain, de la ségrégation spatiale des activités et du mode d'urbanisation orienté vers le transport motorisé privé. Par un petit survol des tendances majeures des régimes d'urbanisation, le prochain sous-chapitre montre que très souvent, le développement de l'environnement construit en milieu urbain va actuellement à l'encontre des principes centraux de la réalisation de villes et de quartiers plus favorables aux déplacements à pied.

¹ Au sens strict, le réseau support des déplacements à pied est formé par les infrastructures qui sont destinées spécifiquement à la marche (trottoirs, passages piétons, chemins piétons). En mettant l'accent sur le rôle de la forme urbaine et non sur des infrastructures spécifiques à l'échelle locale, nous allons nous concentrer sur la morphologie globale du réseau routier dans le cadre de ce travail.

² Il faut distinguer le concept de la connectivité de celui de la connexité. Un réseau connexe est un réseau qui « *permet de relier l'ensemble des nœuds à partir de l'un, quelconque, des autres nœuds* » (Bavoux, 2005 : 85).

3.2 Une petite digression : les grandes tendances actuelles affectant l'environnement construit en milieu urbain

Au cours de la deuxième moitié du 20^{ème} siècle, les villes européennes ont subi des métamorphoses fondamentales tant au niveau de leur morphologie, qu'au niveau de leurs structures internes. Ces métamorphoses sont liées à une dynamique d'urbanisation forte et rapide, provoquées par la croissance démographique et les mutations dans le système économique et social. Si le développement urbain se différencie d'une ville à une autre en fonction des conditions locales, on peut néanmoins discerner plusieurs régimes d'urbanisation généraux qui se sont greffés successivement sur les villes traditionnelles marquées par ce qu'on peut appeler une urbanisation intensive (Both, 2005 : 17) à partir de l'ère industrielle. Dès 1950, ce ne sont plus les villes-centres qui présentent la croissance la plus importante, mais leurs communes adjacentes ce qui provoque la formation d'une multitude d'agglomérations se caractérisant par une morphologie continue entre les différentes unités spatiales administratives. Cette phase entraîne le renforcement de la première couronne des villes-centres, c'est-à-dire des communes suburbaines. Ensuite, à partir des années 70, les agglomérations sont affectées par la mise en place d'un nouveau régime d'urbanisation qui renvoie au concept de la périurbanisation. Durant cette phase, l'urbanisation affecte de plus en plus des zones plus éloignées du centre des agglomérations. Dans ces zones rurales entourant les centres, on assiste à une urbanisation diffuse qui ne présente plus une continuité du bâti (Rérat, 2005 : 42). Cette extension de l'aire urbanisée est accompagnée par la ségrégation spatiale d'activités économiques et sociales auparavant concentrées. Dans les zones périphériques se développent d'importantes zones monofonctionnelles dominées par l'habitat qui engendrent une très forte croissance des flux pendulaires entre les communes d'agglomérations et les villes-centres. Par ailleurs, de nombreuses activités économiques commencent à quitter le centre et se regroupent dans des zones périphériques plus éloignées.

Parmi d'autres facteurs, la généralisation de la voiture individuelle à partir des années 70 joue un rôle primordial dans le processus de périurbanisation. Wiel (1999 : 21) exprime le lien entre la démocratisation de la voiture et l'étalement urbain de la manière suivante :

La mobilité facilitée a ouvert un vaste territoire à l'urbanisation en permettant d'être encore lié de diverses façons à la ville agglomérée sans y habiter. L'élargissement rapide de la motorisation des ménages fournissait les clients potentiels à une vaste offre foncière dont le périmètre permettait d'accéder aux emplois et services de la ville agglomérée en moins d'une demi-heure environ.

La motorisation ne constitue pas seulement la prémisse de l'attractivité croissante des zones périphériques pour les ménages, mais a également permis la délocalisation de certaines activités économiques par l'augmentation de l'accessibilité des régions éloignées des villes-centres. À titre d'exemple, on peut citer la forte expansion de grandes surfaces commerciales en périphérie destinées en premier lieu à une clientèle qui fait ses achats en voiture.

En utilisant la terminologie de Wiel (1999), on peut affirmer que l'étalement des aires urbaines a transformé les villes pédestres en des villes motorisées. La marche, autrefois moyen de transport dominant en ville, se retrouve en effet marginalisée et défavorisée dans plusieurs dimensions. Souvent, dans les zones périphériques denses et monofonctionnelles, les services et les infrastructures ne sont pas accessibles à pied. Faute d'un potentiel de clientèle suffisante, les zones de résidence à faible densité souffrent d'un sous-équipement en commerces de détail (Bonanomi, 2000 : 16), ce qui renforce la dépendance de la voiture et discrimine les personnes à mobilité limitée (personnes âgées, enfants, handicapés). De plus, la faible densité de population empêche une desserte de bonne qualité par les transports publics, partenaire modal le plus important de la marche, et engendre ainsi un grand nombre de personnes captives de la voiture.

La dominance de l'automobile dans les zones périurbaines situées à l'écart des grands axes de transport public a également des conséquences lourdes pour les centres des agglomérations. Les importants flux pendulaires et les personnes se déplaçant en voiture au centre pour faire des achats y provoquent quotidiennement des embouteillages sur les infrastructures routières. Par les émissions de bruits et de polluants ainsi que par sa demande importante en espace, le trafic individuel motorisé dégrade la qualité de vie dans les centres et entrave l'attractivité de la mobilité à force humaine et celle des transports publics. À travers le développement de grandes

surfaces commerciales à la périphérie qui lui est associé, la périurbanisation peut également avoir un impact sur les commerces de proximité dans les centres. Ceux-ci se retrouvent dans une situation concurrentielle face aux grands centres implantés dans les zones périphériques. Certains commerces et services ont tendance à se délocaliser vers les zones plus éloignées des centres et le long des axes du transport routier. Certains groupes de produit – le bricolage, la construction, les meubles – ont déjà pratiquement disparu des centres-villes (Bonanomi, 2000 : 16) et se sont implantés à des endroits qui sont souvent mal accessibles à pied et en transport public. Bien qu'une offre de commerce de proximité persiste dans le centre, on assiste donc à de nouvelles formes d'organisation de la structure commerciale généralement défavorables aux déplacements à pied.

3.3 Le lien entre l'environnement construit, la marche et l'activité physique : bases théoriques

Les sous-chapitres précédents ont mis en évidence comment l'environnement construit peut affecter le comportement d'activité physique sous forme de marche. Les chapitres suivants se proposent de discuter en détail les liens entre l'environnement physique en milieu urbain et le comportement piétonnier. Avant de présenter l'état actuel de la recherche dans le domaine, nous nous attardons sur les modèles sous-tendant l'étude du lien entre l'environnement construit et la marche et discuterons leurs implications méthodologiques et conceptuelles.

L'étude du lien entre l'environnement construit, l'activité physique et la marche constitue un domaine de recherche assez jeune dont l'une des déficiences principales concerne justement le manque d'un cadre théorique solide généralement reconnu. Les deux domaines de recherche concernés, l'étude du comportement en matière de transport et la promotion de l'activité physique, fournissent en effet des modèles conceptuels divergents. L'intérêt croissant pour la mobilité à force humaine dans une perspective de promotion de santé a pourtant récemment provoqué un rapprochement des deux disciplines et a ouvert les voies pour une collaboration scientifique dont l'importance est soulignée par des chercheurs issus des deux domaines (cf. Sallis et al., 2004 ; Hoehner et al., 2003 ; King et al., 2002).

3.3.1 Modèles issus du domaine d'étude du comportement en matière de transports

Le domaine des transports connaît une longue tradition de modélisation des flux de transport et du comportement de mobilité individuel. À partir des années 1970, des modèles qui permettaient de prédire les flux de transport pour une région donnée ont été développés, afin de pouvoir adapter la capacité des réseaux aux demandes futures. Cette première génération des modèles de transport, centrés sur le trafic motorisé individuel, se comprend donc avant tout dans le contexte de la motorisation générale et des grands investissements qu'elle demandait dans le réseau routier. Puis, suite à la prise de conscience des problèmes croissants liés au trafic motorisé, les études dans le domaine du transport se sont de plus en plus intéressées aux autres modes de transports et aux facteurs qui déterminent les choix des individus en matière de mobilité. La dominance de l'automobile dans la répartition modale a également relevé la question du rôle de l'environnement construit qui est devenu l'objet d'étude d'une multitude de recherches à partir des années 1990. Ces études se basent sur différentes approches qui se distinguent par le niveau de complexité avec lequel les variables indépendantes (les facteurs socioéconomiques, les caractéristiques de l'environnement construit) et les variables dépendantes (le comportement de transport) sont prises en compte (Handy, 1996 : 152). Selon Handy (ibidem et 2002 : 70), on peut distinguer trois différentes catégories d'études : les études de simulation, les études utilisant des données agrégées et les études utilisant des données désagrégées.

L'objectif des études de simulation n'est en général pas de tester de manière empirique des liens entre l'environnement construit et le comportement de transport, mais de prédire le comportement de transport en fonction de différentes configurations de l'environnement construit à l'aide de certaines relations hypothétiques. Le plus souvent, ces simulations font recours à des modèles traditionnels de planification de transport (Handy, 1996 : 153). Handy (ibidem) souligne que l'apport des études de simulation quant à l'explication des relations entre la forme urbaine et le comportement de mobilité est très limité, bien qu'elles permettent dans une certaine

mesure d'évaluer l'effet de différents types de développement urbain sur les transports : « *for the most part, these studies provide some general insights into the potential effect on travel patterns of different types of development, but do not contribute to an understanding of the relationship between urban form and travel behavior* ». Dans la perspective des déplacements à pied, les études de simulations présentent par ailleurs des fortes limitations qui découlent des larges échelles d'analyse qui sont généralement adoptées.

Parmi les recherches empiriques sur le lien entre l'environnement construit et les transports, on trouve de nombreuses études qui se basent sur des données agrégées. Les données analysées (variables relatives à l'environnement construit et au transport) constituent des valeurs moyennes à l'échelle de villes entières ou de secteurs et quartiers. En fonction de leurs caractéristiques (densité, mixité, systèmes de transports, etc.), les unités spatiales étudiées sont comparées en termes de répartition modale, de fréquence des déplacements par moyen de transport ou encore en termes de distance moyenne des déplacements. Certaines études prennent également en compte le profil socioéconomique et démographique moyen des zones étudiées. Aux États-Unis, un certain nombre d'études récentes a mis en évidence des différences significatives en termes de transport motorisé privé entre des quartiers traditionnels présentant une densité élevée et des quartiers périphériques étalés. D'autres études, qui seront présentées au sous-chapitre 3.5, démontrent l'existence d'un lien entre la forme urbaine et la fréquence des déplacements à pied. Si l'analyse des données agrégées permet d'établir le lien entre l'environnement construit et les transports, elle est pourtant limitée quant à l'explication de ce lien en ce qui concerne l'importance des différentes caractéristiques de l'environnement construit. Par ailleurs, certains chercheurs soulignent l'incapacité de telles études à confirmer la relation causale entre le type d'environnement construit et les transports (cf. Handy, 2002 : 70).

Le troisième groupe d'études, les études utilisant des données désagrégées, ne comparent pas des indicateurs de transport moyennés, mais le comportement de mobilité d'individus ou de ménages en fonction de différentes caractéristiques de l'environnement construit. L'analyse des données désagrégées sur le comportement de mobilité permet d'intégrer des mesures détaillées de l'environnement construit captant aussi les variations à l'échelle locale de celui-ci. Pensons par exemples à l'accessibilité de différentes destinations au sein d'un même quartier qui peut jouer un rôle crucial pour le comportement de marche. Les mesures locales des dimensions de l'environnement construit sont d'autant plus intéressantes quand les données sur le comportement individuel peuvent être localisés précisément dans l'espace³. Par ailleurs, une analyse au niveau de l'individu ou du ménage permet d'évaluer l'importance de l'influence de l'environnement construit en tenant compte des facteurs démographiques et socioéconomiques potentiellement corrélés avec le comportement de transport. Comme nous le verrons, les modèles de comportement de mobilité, qui sous-tendent la majorité des études basées sur des données désagrégées, s'appuient sur un cadre théorique qui se distingue fondamentalement de celui qui constitue la base des modèles de comportement d'activité physique. Les modèles de comportement de mobilité considèrent les transports comme une demande dérivée permettant aux individus d'accéder à certaines ressources et services. Selon les théories microéconomiques, on admet que les choix en matière de transport se font en fonction de préférences individuelles, des coûts associés aux déplacements, ainsi qu'en fonction des ressources disponibles. Généralement, on peut distinguer deux modèles de base qui s'inscrivent dans ce cadre théorique : les modèles de génération de déplacements et les modèles de choix modal.

Selon le premier type de modèle, le nombre de déplacements effectués par moyen de transport est fonction du coût de transport (monétaire et temporel), du revenu et encore d'autres facteurs socioéconomiques de l'individu. Dans ces modèles, les indicateurs de forme urbaine, notamment la densité, sont souvent traités de manière indirecte à travers leurs effets sur les distances et les temps de déplacements. Une diversification des variables de l'environnement construit peut pourtant impliquer une modélisation autonome de cette dimension. Un tel modèle est présenté par Handy (2002 : 71). Par une intégration de plusieurs variables de l'environnement construit, le modèle permet d'évaluer l'importance des caractéristiques de l'environnement l'une par rapport à l'autre et de comparer l'influence globale de l'environnement construit face au pouvoir explicatif des facteurs socioéconomiques. Dans le domaine des transports, le modèle de génération de déplacements a été notamment appliqué au mode du transport individuel motorisé. Certains chercheurs (Greenwald et Boarnet, 2001) montrent

³ Nous discuterons cette méthodologie, s'appuyant sur les outils offerts par les systèmes d'information géographique (SIG), dans le sous-chapitre 3.4.1 qui traite de la question de l'échelle d'analyse.

pourtant comment le modèle peut être adapté à l'analyse des déplacements à pied.

Les théories microéconomiques constituent également la base pour les modèles de choix modal. Elles admettent que l'individu choisit de manière rationnelle le moyen qui lui permet de maximiser ses bénéfices. Les bénéfices (ou utilité) d'un moyen de transport dans une situation de choix donnée dépendent de ses avantages en termes de coûts généralisés par rapport aux moyens de transport alternatifs ainsi que des caractéristiques socioéconomiques de l'individu. Le modèle, le plus souvent sous forme d'une régression logistique, estime alors la probabilité de choisir un certain moyen de transport en fonction de son utilité. Dans la pratique, le modèle de choix modal a souvent été appliqué au transport motorisé privé et aux transports publics. Plus récemment, les études faisant recours au modèle de choix modal dans le contexte de la mobilité à force humaine se sont pourtant multipliées. Cependant, les variables utilisées pour caractériser les choix de ces moyens de transport sont habituellement limitées au temps de déplacement et ne tiennent pas compte d'autres caractéristiques des déplacements qui peuvent être influencées par la configuration de l'environnement construit (cf. Handy, 2002 : 71). Cervero (2002 : 269) affirme que les paramètres de l'environnement construit exercent un effet potentiel direct sur le choix modal et développe un modèle général, qui intègre des termes spécifiques à l'environnement construit. La fonction d'utilité de son modèle est de la forme $f(T, SE, BE_o, BE_d)$, où T représente les coûts généralisés du déplacement (monétaires et temporels) ; SE représente les variables socioéconomiques ; et finalement BE_o et BE_d représentent les caractéristiques de l'environnement construit à l'origine, respectivement à la destination du déplacement. En appliquant le modèle à des données issues de Maryland, États-Unis, Cervero tient compte de la dimension de la densité, de la mixité et du design. La variable du design est opérationnalisée par un indicateur mesurant la disponibilité des trottoirs.

En tenant compte de manière plus explicite des facteurs centraux, le modèle de Cervero constitue une extension prometteuse de modèle de choix modal en vue d'un cadre conceptuel solide pour l'étude du lien entre l'environnement construit et la marche. Il néglige pourtant d'autres facteurs qui peuvent influencer le comportement piétonnier. Ainsi, il se pose la question de savoir dans quelle mesure et comment la dimension de l'attractivité, de la sécurité ou encore du confort est susceptible d'influencer l'utilité associée au choix de se déplacer à pied. Une autre limitation plus fondamentale du modèle de choix modal concerne la notion de demande dérivée qui implique que les choix se font en fonction de la minimisation du temps de déplacement. Cette conception est en effet totalement aberrante si le fait de se déplacer à pied constitue un objectif en soi. Si les déplacements suivant une logique de demande primaire sont moins importants dans le cadre du transport motorisé privé et du transport public, leur importance parmi les déplacements non motorisés n'est pas négligeable. Le choix d'effectuer ce genre de déplacements ne suit évidemment pas une logique de choix entre des moyens de transport concurrents, mais dépend avant tout des attitudes et des motivations personnelles ainsi que de la présence d'un environnement favorable et attractif. Dans ce contexte, les modèles issus de la promotion de l'activité physique fournissent des concepts intéressants.

3.3.2 Modèles issus du domaine de la promotion de l'activité physique

La recherche dans le domaine de l'activité physique est largement influencée par des notions et des théories issues du domaine de la psychologie. C'est notamment la théorie sociale cognitive de Bandura (1986) qui a fourni un cadre conceptuel important pour expliquer les comportements en matière d'activité physique. Cette théorie considère le comportement individuel comme le résultat de l'interaction entre l'individu, son comportement et l'environnement dans lequel le comportement s'inscrit. Dans ce système d'interaction interviennent des facteurs cognitifs qui influencent comment l'environnement est perçu. Une notion importante dans l'étude du comportement d'activité physique sont les barrières ou contraintes qui découlent des perceptions de l'environnement et qui influencent à leur tour la motivation et les attitudes d'une personne. Afin d'opérationnaliser ces attitudes, on fait souvent recours à un concept-clé de la théorie sociale cognitive qui est le sentiment d'efficacité personnelle. Celui-ci traduit la confiance d'une personne en ses capacités à accomplir certaines tâches. Au niveau du comportement individuel, le sentiment d'efficacité personnelle est probablement l'un des facteurs explicatifs de l'activité physique le plus cité (Satariano et McAuley, 2003 : 187) et a souvent constitué une base pour la formulation de stratégies de promotion d'activité physique.

L'intérêt croissant pour les formes d'activité physique à moyenne intensité (et notamment les formes de mobilité à force humaine) ainsi que la prise de conscience des limites d'une promotion d'activité physique axée sur le niveau individuel, a provoqué une extension des modèles basés sur la théorie sociale cognitive par la dimension de l'environnement physique. Cette extension a donné naissance aux modèles écologiques de l'activité physique. Le terme « écologique » renvoie aux interactions des individus avec leurs environnements. Les modèles écologiques représentent un cadre conceptuel assez vaste qui classe les niveaux d'influence sur l'activité physique en des facteurs individuels et des facteurs environnementaux. Le premier niveau comprend les caractéristiques socioéconomiques, biologiques et les attitudes de l'individu, tandis que le deuxième niveau regroupe les attributs de l'environnement physique, social et politique. Selon l'une des hypothèses principales des modèles écologiques, l'environnement limite les comportements possibles en promouvant ou en demandant certaines actions, tout en décourageant ou empêchant d'autres comportements (Sallis et al., 1998 : 380). Les modèles écologiques suggèrent également qu'une interaction positive et fructueuse entre l'environnement et les facteurs individuels puisse engendrer des effets sur le comportement qui vont au-delà de la simple somme des effets de l'ensemble des facteurs en jeu (Spence et Lee, 2003 : 9). Pour Spence et Lee (2003 : 16), l'environnement peut avoir des influences directes et indirectes sur le comportement d'activité physique ce qui s'oppose aux modèles basés sur la théorie sociale cognitive qui admet que ces influences passent toujours par le filtre des facteurs cognitifs comme le sentiment d'efficacité personnelle par exemple. Spence et Lee (ibidem) illustrent les deux types d'effets à travers l'exemple de la présence et de l'attractivité des escaliers dans un immeuble de bureau. Si les escaliers sont le seul moyen d'accéder au bureau, ce facteur environnemental augmenterait de façon directe le degré d'activité physique des utilisateurs de l'immeuble. Si les escaliers sont en plus aménagés d'une façon attractive, ils pourraient aussi avoir une influence sur des facteurs psychologiques en provoquant une attitude plus favorable aux escaliers en général, ce qui pourrait également stimuler leur utilisation dans d'autres types d'environnement.

Si les modèles écologiques reprennent en partie les concepts plus ou moins solides de la théorie sociale cognitive pour opérationnaliser les dimensions individuelles expliquant l'activité physique, ils présentent des faiblesses importantes quant à la conceptualisation de la dimension de l'environnement, et en particulier de l'environnement construit. La question de savoir quels facteurs influencent véritablement le comportement d'activité physique et de comment ces facteurs peuvent être regroupés et opérationnalisés dans le cadre des modèles écologiques suscite encore beaucoup d'interrogations. Ces incertitudes s'expliquent entre autres par la complexité des liens, la nature multiscalaire de l'environnement construit et par le fait que les facteurs influençant le comportement varient d'un type d'activité physique à l'autre.

La majorité des études récentes focalisées sur le lien entre l'environnement construit et l'activité physique se basent sur les perceptions de l'environnement à l'échelle du voisinage et du quartier. Comme nous le verrons plus tard, certaines études intègrent de manière explicite des mesures d'activité physique sous forme de marche. Au niveau de la dimension de l'environnement construit, les études se concentrent notamment sur la présence et l'accessibilité d'infrastructures destinées à l'activité physique (parcs, pistes cyclables, chemins pédestres, terrains de sports) ainsi que sur les attributs esthétiques liés à l'attrait des quartiers (Hoehner et al., 2003 : 18). Alors que le domaine de la promotion de l'activité physique s'est traditionnellement penché sur les formes d'activité physique effectuées dans les loisirs, on retrouve, en plus des recherches sur les formes de marche effectuée pour le plaisir, de plus en plus d'études qui tiennent également compte de déplacements utilitaires.

Dans le souci de développer un cadre plus solide pour étudier les liens entre l'environnement construit et le transport non motorisé dans une perspective d'activité physique, Pikora et al. (2003), un groupe de chercheurs australiens, proposent un regroupement et une pondération de différents facteurs de l'environnement construit en fonction de quatre dimensions : le fonctionnel (*functional*), la sécurité (*safety*), l'esthétique (*aesthetic*) et l'accessibilité des destinations (*destinations*). L'ensemble du modèle contient 41 facteurs qui sont classés dans des sous-groupes appelés « trafic », « perméabilité », « paysage routier », etc. Par un groupe d'experts issus de différentes disciplines, l'importance de ces facteurs a été pondérée selon le motif (plaisir vs. utilitaire) des déplacements à pied et à vélo. Pikora et al. (2002) ont testé de manière empirique cet outil, appelé *SPACES* (*Systematic Pedestrian and Cycling Environmental Scan*) en l'appliquant à 1987 km de route dans la région de Perth, Australie. L'évaluation de l'environnement en fonction des facteurs définis a été effectuée par des observations sur le terrain, par des données statistiques disponibles, ainsi qu'à l'aide de systèmes d'information géographique (SIG). Le *SPACES* constitue en effet l'un des premiers instruments d'évaluation de l'environnement

construit dans une perspective d'activité physique qui a été rigoureusement testé au niveau de sa fiabilité. Le grand nombre d'aspects pris en compte le rend assez complet, certes, mais font également que l'usage de l'outil demande un investissement important de main d'œuvre et de temps. Nous estimons aussi qu'une autre faiblesse du grand nombre de facteurs considérés réside dans la difficulté potentielle d'évaluer l'influence spécifique de chaque attribut en particulier⁴. Notons enfin que le *SPACES* constitue avant tout un instrument d'évaluation et non un véritable modèle capable d'expliquer la nature des relations entre environnement et comportement d'activité physique.

En autre instrument d'évaluation des attributs de l'environnement construit est le questionnaire *Neighborhood Environmental Walkability Scale (NEWS)* développé E. Saelens et F. Sallis (cf. Saelens et al., 2003). Celui-ci contient des items sur la densité résidentielle, la proximité des commerces et services, la connectivité du réseau routier, les infrastructures piétonnières et cyclables, l'attrait esthétique du quartier ainsi que des questions sur des aspects de sécurité. Le *NEWS*, qui se caractérise par son caractère simple, a constitué une référence précieuse pour le développement de notre propre questionnaire.

3.4 Le lien entre l'environnement construit, la marche et l'activité physique : enjeux conceptuels et méthodologiques

Le domaine de l'étude du comportement en matière de transports et le domaine de l'activité physique sont influencés par des modèles conceptuels assez divergents mais aussi complémentaires. En utilisant les mots de Hoehner et al. (2003 : 17), l'on pourrait résumer ces divergences en opposant la notion de la maximisation de l'utilité du domaine des transports à la notion de maximisation de la santé qui constitue le cadre général du domaine de l'activité physique. Alors que les deux domaines se caractérisent par une forte domination des études transversales, on peut distinguer différentes méthodologies et mesures de la marche et de l'environnement construit, développées en fonction du cadre conceptuel respectif. Indépendamment du cadre conceptuel sous-jacent, l'étude du lien entre l'environnement et la marche soulève une série de défis conceptuels et méthodologiques qui seront discutés ci-après. D'abord, la mesure de différents facteurs de l'environnement construit et leur mise en relation avec les comportements relève la question de l'échelle d'analyse appropriée et se heurte à des difficultés liées à la covariance spatiale de certains attributs de l'environnement construit (sous-chapitres 3.4.1 et 3.4.2). Un autre défi concerne les difficultés de démontrer la nature causale des liens observés (sous-chapitre 3.4.3). Enfin, plus spécifiquement aux modèles du comportement de mobilité, il se pose la question de l'effet d'interventions au niveau de l'environnement construit sur la répartition globale et le choix de marcher dans le contexte de l'usage des autres moyens de transport (sous-chapitre 3.4.4).

3.4.1 La question de l'échelle d'étude

Evidemment, l'environnement construit peut influencer les choix en matière de déplacements à pied à différentes échelles : la répartition des commerces et des services à l'échelle de la ville affecte le comportement de mobilité général, y compris l'utilisation des transports publics qui est liée à l'importance des déplacements à pied ; la configuration des quartiers (en termes de densité, de mixité et de connectivité) détermine l'accessibilité des destinations depuis les lieux de résidence et de travail ; et enfin, à une échelle très locale, l'attractivité des segments de voie et des places influence l'expérience du cheminement piétonnier. Les données issues du microrecensement ont montré que les déplacements à pied sont habituellement très courts s'inscrivant donc dans un contexte très local. Par ailleurs, certains attributs de l'environnement construit peuvent varier de manière importante d'un secteur urbain à l'autre. Des zones à faible densité de maisons individuelles peuvent par exemple directement avoisiner des secteurs d'immeubles résidentiels à forte densité. La mise en relation causale des mesures de l'environnement construit avec le comportement individuel présuppose donc la disponibilité de données à une échelle assez micro, capables de capter ces variations et de refléter l'environnement local qui constitue le

⁴ Ce problème est lié à la présence d'effets collectifs des facteurs de l'environnement construit et à ce qu'on peut appeler la covariance spatiale. Il sera discuté en détail dans le sous-chapitre 3.4.2.

réel support des activités. En ce qui concerne le comportement d'activité physique global, certains chercheurs soulignent de même le rôle prépondérant de l'échelle de l'environnement local et du quartier (cf. Boarnet, 2003 : 8 ; Sallis et al., 2004 : 260, Ewing et al., 2003 : 56). Ces considérations expliquent le fait que l'approche d'une comparaison du comportement de marche en fonction de différents types de quartier est très répandue dans la littérature scientifique.

Si l'évaluation de nombreux facteurs de l'environnement construit à l'échelle du quartier, d'ailleurs facilitée par la disponibilité des données statistiques, semble généralement pertinente, cette approche présente néanmoins certaines limites. Une première limite est liée aux caractéristiques des déplacements à pied. Nous avons vu qu'en Suisse, la majorité des étapes présentent des distances inférieures à 500 mètres. Les quartiers des villes suisses, qui s'étendent sur des superficies très variables, pourraient ainsi représenter dans certains cas des unités d'analyse trop larges en vue d'une mise en relation de l'environnement construit avec les comportements. Par ailleurs, les limites administratives des quartiers constituent évidemment des structures artificielles qui ne correspondent généralement pas au support des pratiques de marche, tel qu'il est vécu et perçu par les habitants. Enfin, une analyse à l'échelle d'un quartier pose certains problèmes si celui-ci se caractérise lui-même par une hétérogénéité plus ou moins importante des attributs d'environnement construit.

Les outils des systèmes d'information géographique (SIG), qui se généralisent de plus en plus dans le domaine de l'étude des transports notamment, constituent un instrument prometteur face à ces problèmes d'échelle. Les SIG permettent en effet de dépasser les biais potentiels liés à des données de l'environnement construit agrégées à l'échelle du quartier. Ils sont capables de fournir des mesures objectives à l'échelle du domicile des personnes ou encore à l'échelle d'un certain périmètre autour de l'origine et de la destination d'un déplacement à pied. Dans ce contexte, les caractéristiques de l'environnement construit sont le plus souvent mesurées à l'échelle d'un cercle concentrique (*buffer* dans le jargon SIG) de quelques centaines de mètres de diamètre autour de l'endroit qui est associé aux activités (cf. Crane et Crepeau, 1998 ; Reilly et Landis, 2002 ; Frank et al., 2004 et 2005). La mise en relation des mesures SIG avec le comportement individuel demande évidemment que ce dernier puisse également être localisé précisément dans l'espace. En Suisse, la base de données GEODATA constitue une source d'information assez riche sur l'environnement construit. Elle se base sur l'échelle de carrés hectométriques et fournit par exemple les données nécessaires pour créer des indicateurs de densité ou de mixité. En revanche, le comportement en matière de transport ou d'activité physique n'est pas prélevé d'une manière qui permettait un géocodage, ce qui s'explique notamment par certaines réserves quant à la protection de données ainsi que par le manque d'intérêt porté à l'étude des relations entre l'environnement, les transports et l'activité physique jusqu'à présent. Dans ce contexte, le microrecensement 2005, non publié jusqu'à présent, ouvrira des perspectives très intéressantes, puisqu'il fournira pour la première fois un géocodage de l'origine et de la destination de l'ensemble des étapes recensées.

3.4.2 La question des effets conjoints des différentes dimensions de l'environnement construit

Un autre défi méthodologique de l'étude du lien entre l'environnement construit et le comportement piétonnier et d'activité physique découle du fait que l'environnement construit en milieu urbain a tendance à être organisé et structuré (Frank et al., 2003 : 106). Ainsi, on peut souvent observer un regroupement spatial des attributs qui sont censés être favorables aux déplacements à pied. Ceci dit, les zones urbaines compactes ont également tendance à présenter une mixité fonctionnelle élevée et un réseau routier bien connecté et se caractérisent souvent par un design favorable aux déplacements à pied. Ce phénomène, que l'on peut appeler covariance spatiale, s'explique par le fait que les différentes dimensions qui sont favorables aux déplacements non motorisés sont en réalité complémentaires (idem : 107). Dans une analyse multivariée destinée à expliquer le comportement piétonnier ou le comportement d'activité physique, le phénomène de la covariance spatiale se traduit typiquement par une colinéarité des prédicteurs qui représentent les différents facteurs de l'environnement construit. C'est la raison pour laquelle l'interprétation de l'importance relative de facteurs particuliers peut être extrêmement difficile.

Dans la pratique, différentes approches sont concevables pour tenir compte des effets conjoints d'éléments de l'environnement construit qui présentent des covariances spatiales (cf. Frank et al., 2003 : 106). Une stratégie

possible est de se concentrer uniquement sur une seule variable de l'environnement construit. Alors qu'on peut créditer à ce genre d'analyse une certaine spécificité, l'omission de variables ayant également une influence potentielle peut entraîner des biais plus ou moins importants.

Face à plusieurs variables de l'environnement construit étroitement corrélées, d'autres chercheurs développent de nouveaux indicateurs composites. Un bon exemple pour cette démarche est l'indice de « marchabilité » (angl. : *walkability index*) utilisé par Frank et al. (2005), qui résume les variables de densité, de mixité et de connectivité. Une telle démarche permet de traiter les effets conjoints de manière pertinente selon un point de vue méthodologique, mais n'est évidemment pas en mesure de donner des renseignements relatifs à l'importance des variables particulières. Selon la même logique, on peut envisager de créer des typologies de quartier et comparer les comportements individuels de leurs résidents. Cette démarche permet aussi de créer des groupes de quartiers qui se ressemblent au niveau de l'une des variables de l'environnement construit, mais se distinguent par rapport à une autre. Dans ce cas, une évaluation de l'effet particulier de la variable qui distingue les quartiers est théoriquement possible.

3.4.3 La question de la relation causale entre l'environnement construit et le comportement de mobilité

Il a déjà été dit que la causalité du lien entre le niveau d'activité physique et les bénéfices pour la santé est bel et bien démontré aujourd'hui. En revanche, l'étude du lien entre l'environnement construit et l'activité physique pourtant n'est pas encore au stade qui permettrait de parler d'une véritable relation causale. Les problèmes de la mise en évidence de la nature causale renvoient notamment à la question de la disposition des études et à leur capacité d'isoler l'effet de l'environnement construit par rapport au grand nombre d'autres facteurs qui déterminent le comportement de mobilité et d'activité physique.

L'établissement de liens causaux est un problème courant dans les sciences sociales et humaines, où il n'est souvent pas possible d'effectuer des études expérimentales qui permettraient de contrôler et d'isoler tous les facteurs pouvant influencer le phénomène étudié. La recherche doit alors se concentrer sur une observation et une interprétation attentive de l'objet d'étude. Parmi les études dites non expérimentales, on distingue en général les recherches transversales et les recherches longitudinales. Comme c'est le cas dans nombreux autres domaines, la recherche du lien entre l'environnement construit et l'activité physique est dominée par des études transversales. Cette disposition d'étude correspond à une analyse des relations à un moment précis dans le temps. En ne tenant pas compte de la dimension temporelle, une interprétation en termes de causalités est assez délicate dans ce cadre et l'on préfère parler de liens ou de corrélations entre les variables étudiées. Les études longitudinales, généralement plus appropriées à une interprétation causale, sont assez rares dans notre domaine d'étude. Alors que ce genre d'étude est intéressant et adapté à l'étude des effets d'interventions ponctuelles au niveau de l'environnement construit, comme la mise en œuvre de nouvelles pistes cyclables ou de chemins pédestres, il présente certaines limites quant à l'étude des effets plus globaux liés à la transformation de la morphologie urbaine, puisqu'il s'agit là de processus s'inscrivant généralement dans des laps de temps très importants. Une autre approche longitudinale alternative tout à fait pertinente consiste à ne pas se focaliser sur la transformation de l'environnement construit dans un contexte spatial donné, mais sur l'évolution du comportement de personnes suite à un changement du lieu de résidence.

Dans le cadre des études transversales, une interprétation en termes de causalités présuppose que l'effet de l'environnement construit puisse être isolé des effets liés à des variables représentant les caractéristiques individuelles des personnes et des populations étudiées. Le deuxième chapitre de notre travail a en effet montré que le comportement d'activité physique et le comportement de mobilité varient de façon plus ou moins importante selon le statut socioéconomique, selon l'âge et le sexe. D'autres déterminants sociodémographiques potentiels sont la nationalité et la structure du ménage. Étant donné que ces variables peuvent, elles aussi, varier d'un type d'environnement construit à l'autre, leur omission dans les analyses entraînerait le risque d'un biais significatif de l'estimation de l'effet de l'environnement construit. Dans le cadre de la recherche comparative basée sur des données agrégées, un certain nombre d'études tiennent compte de ce problème en comparant des quartiers qui se distinguent par rapport aux facteurs de l'environnement construit, tout en se ressemblant au niveau du profil

sociodémographique de leurs résidents. Cette disposition d'étude peut être qualifiée de « quasi-expérimentale », puisqu'il tente d'isoler l'effet de l'environnement par une neutralisation d'autres influences potentielles.

Le comportement de mobilité et d'activité physique ne dépend pas seulement des caractéristiques sociodémographiques, mais corrèle également avec les attitudes et les préférences des individus. Dans le contexte du comportement de mobilité, ce sont notamment les attitudes vis-à-vis des moyens de transport et encore la sensibilité écologique qui peuvent jouer un rôle dans les choix en matière de mobilité. Dans le domaine de l'activité physique, l'influence de certains facteurs psychologiques est mise en évidence par la théorie sociale cognitive. Or, il est très bien concevable que ces facteurs n'influencent pas seulement le comportement de mobilité et d'activité physique, mais également le choix du lieu de résidence. Selon cette hypothèse, on pourrait par exemple admettre que quelqu'un qui préfère la marche pour se déplacer au quotidien aurait tendance à choisir un quartier qui lui semble favorable à ces pratiques. Dans ce cas, le lien observé entre l'environnement construit et le comportement représenterait davantage le choix résidentiel qu'un véritable effet de la configuration de l'environnement construit (Boarnet, 2003 : 3). Cette hypothèse, qui semble tout à fait légitime, complique les analyses en suggérant l'existence de plusieurs directions de causalité. Le problème du choix résidentiel en fonction des préférences individuelles⁵ suscite un certain nombre de débats dans la communauté scientifique. Frank et al. (2003 : 112) par exemple, avancent plusieurs réserves vis-à-vis de cette hypothèse qui renvoient notamment à l'écart entre la demande et l'offre du marché résidentiel, ainsi qu'à l'hypothèse selon laquelle les préférences en matière de transports seraient elles-mêmes marquées par la dominance d'environnements orientés vers l'usage de la voiture. Boarnet (2003 : 4) propose plusieurs approches d'ordre conceptuel et statistique susceptibles d'éviter des biais dus à cette problématique.

3.4.4 La problématique du choix modal

Une autre problématique conceptuelle de l'étude du lien entre l'environnement construit, l'activité physique et la marche découle des implications des modèles issus du domaine du comportement en matière de transports. Nous abordons ce point ici de manière assez condensée et référons à Frank et al. (2003 : 107) pour une discussion plus détaillée. L'étude du lien entre la forme urbaine et la mobilité à force humaine se base généralement sur l'hypothèse selon laquelle une proximité et une connectivité plus élevées provoquent une augmentation des déplacements effectués à pied et à vélo et diminuent les déplacements motorisés. Certains chercheurs, comme Crane (1995), remettent en cause cette hypothèse fondamentale en se référant aux théories microéconomiques concernant l'utilité des déplacements effectués par un certain moyen de transport. Selon eux, la diminution des distances entre les origines et les destinations n'augmente pas forcément l'importance des déplacements non motorisés et peut même, sous certaines circonstances, provoquer une augmentation des déplacements effectués en voiture. L'argument sous-tendant ce point de vue concerne l'effet d'une modification de l'environnement construit sur le coût généralisé associé à un déplacement par un moyen de transport particulier. Dans ce contexte, Crane (1995 : 10) utilise les modèles basés sur les théories microéconomiques pour démontrer qu'une meilleure connectivité augmente la demande en termes de déplacements non motorisés et motorisés. Selon lui, une urbanisation plus favorable aux modes non motorisés peut en même temps provoquer une hausse du trafic individuel motorisé, si les coûts associés aux déplacements en voiture diminuent plus rapidement que ceux qui sont liés aux moyens de transport alternatifs.

Dans une perspective de promotion d'activité physique, il est important de rappeler qu'une augmentation des déplacements non motorisés provoquera des bénéfices indépendamment de l'évolution des modes de transport motorisés⁶. Comme Frank et al. (2003 : 109) soulignent, la question de la répartition et du choix modal demeure toutefois pertinente. Il est en général très difficile de savoir si et dans quelle mesure une augmentation de la demande de transport, suite à une transformation de l'environnement construit, débouchera sur un transfert entre les modes ou engendra au contraire des déplacements supplémentaires. Il est théoriquement possible qu'une augmentation des déplacements en voiture s'effectue aux dépens des déplacements non motorisés. Ce

⁵ Cette hypothèse est traitée dans la littérature anglophone sous le terme « residential self-selection ».

⁶ Si cet énoncé est vrai dans une pure perspective d'activité physique, il est évidemment contestable si l'on pense aux effets de la pollution due au transport motorisé auxquels les usagers des moyens de locomotion douce sont également exposés.

point de vue est d'ailleurs soutenu par la théorie du budget de temps constant consacré aux transports avancé par le travail de Zahawi et Tavitie (1980).

Évidemment, ces considérations se relativisent si l'on sort du cadre de la demande dérivée. Les déplacements à pied, réalisés pour le plaisir et les bénéfiques pour la santé, ne sont en effet pas exposés à la concurrence entre moyens de transport due au temps limité disponible pour la mobilité. Toutefois, les théories de la demande dérivée et du budget de temps constant nous apprennent que les interventions au niveau de l'environnement construit touchant les distances des déplacements ne sont pas suffisantes. Celles-ci devraient être accompagnées d'autres stratégies susceptibles d'augmenter l'attractivité de la marche tout en diminuant l'utilité de l'usage de la voiture.

3.5 L'influence de l'environnement construit sur la marche et l'activité physique – l'état de la recherche

Depuis quelques années, les études sur le lien entre l'environnement construit et la marche et / ou l'activité physique se sont multipliées dans le domaine des transports et dans le domaine de l'activité physique. En tenant compte des différences parmi ces études – au niveau des cadres théoriques, des mesures de l'activité physique, de la marche et de l'environnement construit – nous présentons ici les résultats de ces recherches de manière séparée en fonction des deux domaines. Le point commun des études, et donc le critère selon lequel elles ont été retenues, constitue la présence de variables dépendantes représentant le comportement piétonnier ou le degré d'activité physique ainsi que la présence de variables indépendantes représentant, d'une manière ou d'une autre, des caractéristiques de l'environnement construit. Les résultats seront discutés dans le contexte de la disposition des études en gardant à l'esprit les enjeux conceptuels et méthodologiques présentés ci-dessus. Alors que la comparabilité des études issues des deux domaines scientifiques n'est pas toujours facile, notamment en raison des différentes conceptualisations de l'environnement construit, nous tentons toutefois de dresser une synthèse à la fin de ce sous-chapitre. Étant donné que certaines études se basent sur des indicateurs globaux de l'environnement construit, tandis que d'autres comprennent plusieurs indicateurs simultanément, il est difficile de présenter les résultats de recherche de manière systématique en fonction des différentes dimensions de l'environnement construit discutées. Il s'agira néanmoins de tirer un bilan de l'importance relative des différents facteurs dans le cadre de la synthèse qui succède la présentation des études.

3.5.1 La recherche dans le domaine du comportement en matière de transports

Alors que la plupart des recherches dans le domaine des transports se concentrent sur l'impact de l'environnement construit et de la forme urbaine sur le transport individuel motorisé et les transports publics, on peut néanmoins identifier certaines études qui mettent l'accent, de manière exclusive ou dans le contexte de l'ensemble des choix de transport, sur les déplacements à pied. Typiquement, ces études se basent sur une évaluation objective de l'environnement construit à l'aide de mesures par des SIG ou de données statistiques. En faisant recours aux indicateurs de densité, de mixité fonctionnelle et de connectivité, l'environnement construit est le plus souvent caractérisé par sa morphologie. Seulement quelques-unes des études présentées tiennent également compte de la dimension du design des rues en prenant en considération la disponibilité et la qualité des infrastructures piétonnières.

En fonction des différentes approches méthodologiques de l'opérationnalisation des indicateurs de l'environnement construit, nous classifions les études en deux groupes. Le premier groupe comprend les recherches comparatives qui se basent sur des typologies de quartiers. Le deuxième groupe englobe les études qui tiennent compte de plusieurs indicateurs de l'environnement construit par des analyses de régression multiples et que nous appelons ainsi « études corrélatives » (cf. Handy, 2005 : 20).

3.5.1.1 Etudes comparatives

Les études de type comparatif ont pour objectif d'établir un lien entre l'environnement construit et le comportement de mobilité en comparant différents types de quartiers ou de secteurs. Les typologies des quartiers sont effectuées en tenant compte de facteurs comme la densité, la mixité, la connectivité ou encore l'accès aux transports publics. En fonction de ces caractéristiques, les quartiers sont qualifiés comme favorables à la marche et aux transports publics ou, au contraire, comme orientés vers l'usage de la voiture. Si l'analyse porte sur l'échelle de l'individu ou du ménage, cette approche permet en outre d'évaluer l'importance du type de quartier par rapport à des variables sociodémographiques qui ont une influence potentielle sur la mobilité. Il devient ainsi possible de tester les liens par des régressions multiples qui se distinguent pourtant des analyses multivariées des études du deuxième groupe par le fait que l'environnement construit y est généralement représenté par des indicateurs dichotomiques et non par des indicateurs mesurant des attributs spécifiques de l'environnement construit de manière continue.

En comparant la répartition modale des déplacements au travail parmi des groupes de quartiers, ainsi qu'en fonction de secteurs de recensement, Cervero et Gorham (1995) proposent une étude à deux échelles. Les treize quartiers analysés se situent dans la région de Los Angeles et de San Francisco et sont regroupés en quartiers orientés vers les transports publics et en quartiers orientés vers la voiture. Les quartiers orientés vers les transports publics sont des secteurs qui ont été développés le long des lignes de tram ou autour d'une station de train régional. Ils présentent une forte connectivité et ont généralement été construits avant 1945. Les quartiers qualifiés d'être orientés vers la voiture sont des zones qui ne résultent pas d'un développement coordonné avec les moyens de transport public, leur réseau routier est faiblement connecté et elles se sont développées après la Deuxième Guerre Mondiale. Entre ces deux catégories, Cervero et Gorham créent des paires de quartiers qui se ressemblent par rapport au niveau des revenus et des caractéristiques topographiques. La comparaison de ces paires montre qu'à l'exception d'un seul cas, les quartiers orientés vers les transports publics présentent des proportions de déplacements à pied plus importantes que les quartiers correspondants orientés vers la voiture. En se basant sur l'échelle des secteurs de recensement, qu'ils caractérisent en termes de densité de population et de type de quartier auxquels ils appartiennent, Cervero et Gorham effectuent également des analyses par régressions multiples. Celles-ci se basent pourtant uniquement sur les proportions de déplacements en transports publics qui présentent un lien positif avec la densité et l'appartenance du secteur à un quartier favorable à ce moyen de transport.

Une des faiblesses principales de l'étude de Cervero et Gorham découle de la nature des données utilisées. Il s'agit en effet des données agrégées, et donc moyennées, qui ne permettent pas de contrôler d'une façon vigoureuse les effets potentiels liés aux variables sociodémographiques. En analysant le nombre de déplacements par moyen de transport et par personne, Cervero et Radisch (1996) ont effectué une étude qui pallie à ce genre de problème. Le jeu de données examiné comprend 990 déplacements effectués par des personnes habitant le quartier de Rockridge et de Lafayette dans la région de San Francisco. En étant plus vieux et en présentant une forte mixité, ainsi qu'un meilleur accès aux transports publics, Rockridge est qualifié de favorable à pied. Lafayette, quartier périphérique construit après la Deuxième Guerre Mondiale, appartient au type de quartier orienté vers l'usage de la voiture en présentant un réseau routier peu connecté et un design des voies de transport plutôt défavorable à la marche. Au niveau des déplacements inférieurs à 1,6 kilomètre (1 *mile*) qui ne sont pas liés au travail, Rockridge présente une part modale de la marche de 28%, tandis que la part des déplacements à pied respectifs à Lafayette s'élève à 6% seulement. Au niveau des déplacements au travail, les deux quartiers présentent des répartitions modales qui ne diffèrent pas de manière importante. Pour tester le rôle du type de quartier pour le choix modal, Cervero et Radisch effectuent des régressions logistiques qui permettent de tenir également compte du type de ménage, du nombre de véhicules à disposition et du revenu des individus. Dans le modèle des déplacements non liés au travail, le type de quartier (sous forme d'une variable dichotomique) est significatif à 1%. Dans le modèle du choix modal pour les déplacements au travail, le type de quartier n'est pas significatif et les auteurs estiment que celui-ci est surtout influencé par les caractéristiques régionales en termes d'offre de transport. En tenant compte de l'ensemble des déplacements observés, Cervero et Radisch concluent enfin que leur recherche semble confirmer l'hypothèse qu'un environnement construit compact, mixte et favorable à la marche encourage des déplacements à pied qui remplacent certains parcours sinon effectués en voiture.

Kitamura et al. (1997) propose une autre étude comparative dans la région de San Francisco. Les cinq quartiers retenus sont censés représenter un maximum de différents types d'environnement construit (en termes de densité, de mixité, de connectivité et d'accès aux lignes de transport public principales). Dans des modèles de base, le nombre de déplacements par moyen de transport et par personne ($n=16'346$) est expliqué en fonction d'un grand nombre de variables sociodémographiques et du nombre de voitures par ménage. Ensuite, différents indicateurs de l'environnement construit sont intégrés dans les modèles. Ces indicateurs représentent l'appartenance aux quartiers, le degré de densité, de mixité et enfin l'accès aux transports publics. Mis à part ces mesures objectives, les modèles contiennent également une évaluation subjective de certains facteurs effectués par les personnes interrogées, qui concerne la présence de trottoirs et de pistes cyclables, la disponibilité de parkings et l'accessibilité locale. En fonction de différentes variables dépendantes, Kitamura et al. essaient de simplifier et d'optimiser les modèles régressifs. Finalement, le modèle pour le nombre de déplacements non motorisés contient uniquement trois variables relatives à l'environnement construit qui contribuent tous de manière significative à l'explication du nombre de déplacements observés : la variable représentant l'appartenance au quartier du Nord de San Francisco, l'accès à la ligne de train de type RER et la présence de trottoirs. Le quartier dense, mixte et très connecté du Nord de San Francisco est d'ailleurs identifié comme étant le quartier favorable à la marche par excellence. Les auteurs montrent également que la part modale des déplacements à pied est positivement corrélée avec la densité résidentielle et négativement corrélée avec les distances au plus proche arrêt de transport public et au plus proche parc. En outre, l'étude de Kitamura et al. se fait remarquer par le fait qu'elle constitue l'une des seules à prendre en considération les attitudes et les préférences vis-à-vis des moyens de transport et les lieux de résidence. Les auteurs montrent que celles-ci varient en effet parmi les habitants des différents types de quartier. Ceci semble soutenir l'hypothèse selon laquelle l'analyse du lien entre l'environnement construit et la mobilité sans prise en compte des facteurs du choix résidentiel court le risque de confondre les influences de l'environnement et des préférences personnelles. Dans les modèles de Kitamura et al., les facteurs représentant les attitudes ont généralement plus de pouvoir explicatif que les variables de l'environnement construit. Dans le modèle du nombre de déplacements non motorisés, ce sont l'attitude favorable aux transports publics et la sensibilité écologique qui contribuent de manière positive à l'explication de la variance, tandis qu'une attitude favorable vis-à-vis de la voiture présente, sans surprises, un coefficient négatif. Les auteurs concluent que le lien entre les attitudes et le comportement de mobilité est globalement plus fort et peut-être plus direct que la relation entre le comportement de mobilité et l'environnement construit. Par conséquent, ils estiment que les interventions au niveau de l'environnement construit ayant pour but de modifier le comportement de mobilité auront probablement peu de succès, si elles ne sont pas accompagnées d'un changement des attitudes individuelles.

Shriver (1997) a effectué une étude comparative dans quatre quartiers d'Austin (Texas). Celle-ci met le comportement de marche non seulement en relation avec des attributs objectifs de l'environnement construit, mais également avec les représentations que les personnes interrogées se font de celui-ci. Shriver choisit deux paires de quartiers qui s'opposent en termes de connectivité, de présence de commerces et services accessibles à pied et de design des rues plus ou moins favorable à la marche. Les deux quartiers plutôt orientés vers la marche à pied sont des quartiers traditionnels, alors que Shriver parle de quartiers récents dans le cas des quartiers orientés vers la voiture. Le comportement de marche de 214 personnes est analysé en fonction de la fréquence, de la distance et du motif des déplacements. Ces variables diffèrent sensiblement entre les deux types de quartier : alors que les quartiers traditionnels présentent davantage de déplacements utilitaires de courte distance, Shriver observe un plus petit nombre de déplacements à pied dans les quartiers récents. Ces déplacements sont pourtant plus longs et sont notamment associés au motif du plaisir et des loisirs. D'un point de vue d'activité physique, ce constat nous semble assez intéressant, puisqu'il soulève la question de savoir si la plus faible fréquence des déplacements à pied, qu'on peut observer dans les quartiers présentant un déficit de destinations « utilitaires », est en réalité compensée par des durées de déplacements plus importantes. Malheureusement, l'étude de Shriver ne donne pas d'indications sur le temps total consacré à la marche et ne fournit donc pas de réponse à cette question. L'étude évalue pourtant également les facteurs dissuasifs pour la marche, tels qu'ils sont perçus par les habitants. Dans chacun des quatre quartiers, les personnes interrogées considèrent les distances trop longues et le manque de temps comme les facteurs les plus importants inhibant le choix de marcher. Les déclarations concernant les attributs importants de l'environnement construit pour la marche diffèrent par contre significativement entre les résidents des deux types de quartier. Pour les habitants des quartiers traditionnels, c'est l'accès aux transports publics, au commerces et services qui est l'élément le plus important. Les résidents des quartiers récents avancent en revanche plutôt des éléments liés au design comme la continuité des chemins pédestres et la présence d'arbres

dans les rues. Cette observation semble bien correspondre aux différents motifs de marche qui dominent dans les deux types de quartier. Nous retenons que l'étude de Shriver a le mérite de se concentrer explicitement sur le comportement piétonnier et nous donne une idée assez détaillée des modalités de celui-ci en fonction du type de quartier. Toutefois, les analyses du lien entre le type du quartier et les déplacements restent au stade de simples corrélations et de comparaisons de moyennes.

Foletti (2005) a étudié le comportement piétonnier et la perception de l'environnement construit des piétons dans deux quartiers de la ville de Lausanne, à savoir le quartier de Sous-Gare/Ouchy et de Chailly. Les deux quartiers s'opposent au niveau de leur densité et de mixité fonctionnelle et présentent en même temps un profil sociodémographique similaire. L'échantillon comprend 50 personnes par quartier, qui ont été interrogées à l'aide d'interviews réalisées devant des commerces et des bureaux de poste. L'étude met en évidence une différence au niveau de la part modale des déplacements à pied pour faire des achats : alors qu'à Chailly, quartier moins dense et mixte, 60% des personnes se sont déplacés à pied, la part des piétons interrogés dans le quartier Sous-Gare/Ouchy s'est élevée à 73%. Foletti identifie aussi le critère principal pour le choix de la marche, qui est en l'occurrence la proximité des services et commerces, ce qui est valable pour les deux quartiers. En ce qui concerne les éléments particulièrement appréciés sur les parcours, des différences importantes entre les quartiers sont mises en évidence. Les piétons de Chailly citent notamment la présence de verdure, tandis que les personnes de Sous-Gare/Ouchy apprécient notamment le fait de voir et de rencontrer d'autres personnes. L'importance du trafic s'avère être l'élément dissuasif le plus important dans les deux quartiers. Enfin, Foletti montre que le différent degré de densité et de mixité des quartiers se reflète dans les déclarations sur l'accessibilité des services et commerces et que les habitants de Sous-Gare/Ouchy estiment avoir davantage de choix au niveau des itinéraires parcourus à pied.

3.5.1.2 Etudes corrélatives

Les études dites corrélatives se distinguent des études comparatives par le fait qu'elles présentent une modélisation de mesures continues de l'environnement construit. Cette approche a l'avantage de tenir compte de la grande variabilité et des différentes combinaisons possibles des indicateurs et permet par ailleurs une prédiction précise du comportement en fonction d'une modification des attributs de l'environnement construit. Parmi les études corrélatives, on peut distinguer différentes approches quant à la manière d'intégrer les mesures de l'environnement construit dans les modèles de choix modal et de fréquence de déplacements. D'autres différences s'observent au niveau de l'échelle de ces mesures. Certaines analyses se contentent d'intégrer un petit nombre d'indicateurs directement observés. Dans d'autres analyses, le type de l'environnement construit est évalué à l'aide d'un grand nombre de variables qui sont, en tenant compte de leur colinéarité plus ou moins importantes, résumées et représentées par la suite dans les modèles par un ou plusieurs facteurs. La factorisation des variables donne souvent naissance à des dimensions plus nuancées que la qualification de l'environnement construit dans les études comparatives. L'échelle d'analyse des études présentées se situe généralement à un niveau local. Aux États-Unis, ce sont notamment les statistiques au niveau des secteurs de recensement comprenant un groupe de blocs qui correspondent le mieux à cette échelle de mesure. Par ailleurs, on peut remarquer de plus en plus d'études faisant recours à des mesures par SIG qui permettent une plus grande flexibilité et la prise en compte d'échelles plus fines censées être plus pertinentes pour les déplacements à pied.

Frank et Pivo (1994) proposent une étude du lien entre la forme urbaine et la part modale des déplacements en voiture (occupée d'une seule personne), en transports publics et à pied. L'analyse comprend le jeu de données impressionnant de 28'955 déplacements utilitaires (travail, achats) dans l'état de Washington. L'analyse comprend trois variables représentant la forme urbaine à l'échelle des secteurs de recensement qui constituent les origines et les destinations des déplacements : la densité de population, la densité d'emplois et la mixité des affectations. Dans les modèles de prédiction des parts modales, qui contiennent également des variables socioéconomiques, tous les indicateurs de forme urbaine sont significatifs. Dans le modèle pour la proportion des déplacements à pied, ces indicateurs montrent le maximum de pouvoir explicatif. En général, les indicateurs de densité contribuent davantage à l'explication des parts modales que l'indicateur de mixité. Un autre constat intéressant et important de l'étude concerne la nature du lien entre le choix modal et la densité de population et d'emplois. Les auteurs montrent qu'il s'agit en effet d'une relation non linéaire suggérant que des transferts modaux notables ne se font

qu'après la densité ait atteint un certain seuil. En ce qui concerne les déplacements au travail, Frank et Pivo en repèrent deux au niveau de la densité d'emplois qui se situent à 50 – 190 emplois par hectare (20 – 75 par acre) et à 300 emplois par hectare (125 par acre). Un transfert modal important dans le contexte des déplacements pour faire des achats est observé à un niveau de densité de population de 32 personnes par hectare (13 par acre).

Cervero et Kockelman (1997) examinent le lien entre l'environnement construit et le comportement de mobilité à l'aide d'un modèle de choix modal. Malheureusement, les déplacements enregistrés dans la région de San Francisco ne présentent pas assez de déplacements à pied afin de les modéliser séparément. C'est la raison pour laquelle Cervero et Kockelman les regroupent avec les déplacements à vélo et en transports publics en modélisant le choix entre l'un de ces moyens transports et la voiture. Les analyses portent sur 3'000 déplacements effectués depuis le domicile et distinguent les déplacements au travail et les déplacements non liés au travail. L'environnement construit est caractérisé en fonction de trois dimensions : la densité, la mixité et le design. Chacune des trois dimensions est opérationnalisée par un grand nombre d'indicateurs que nous ne discutons pas en détail ici. Notons toutefois la prise en compte de la dimension du design qui comprend entre autres des indicateurs représentant la présence de trottoirs et de bandes cyclables, la disposition des parkings et la structure du réseau routier (en termes de sa connectivité). À partir du grand nombre d'indicateurs, qui sont évalués pour les 50 quartiers qui composent la région d'étude, Cervero et Kockelman créent deux facteurs par une analyse en composantes principales. En renvoyant au nombre de commerces, de centres d'activité et de parcs publics, à la densité de population et aux infrastructures et services accessibles à pied, le premier facteur représente l'intensité des affectations du sol. Le deuxième facteur, appelé *walking quality*, tient compte de la dimension du design de l'environnement construit (présence de trottoirs, de plantes, dimension des blocs, etc.). Le rôle de ces facteurs pour le choix modal est testé en contrôlant les effets du revenu, du nombre de personnes actives dans le ménage, du nombre de voitures à disposition et du niveau de l'offre des transports publics. En développant trois différents modèles, Cervero et Kockelman examinent le choix modal des déplacements non liés au travail, des déplacements pour des services personnels (aller à la banque, chez le dentiste, etc.) et des déplacements au travail. Dans les modèles des deux premiers motifs de déplacements, les deux facteurs de l'environnement construit sont significatifs. Dans le cas des déplacements pour les services personnels, la part importante de 10 points de pourcentage de variance expliquée est imputable à l'effet des deux facteurs. En ce qui concerne les déplacements au travail, c'est uniquement le facteur *walking quality* qui joue un rôle significatif pour le choix modal. Les auteurs concluent que l'environnement construit présente un lien significatif mais assez faible avec le choix modal. D'après leurs analyses, les attributs de l'environnement construit jouent généralement un rôle plus important pour les déplacements non liés au travail que pour les déplacements au travail. La méthode de l'analyse en composantes principales est jugée très appropriée afin de faire face aux problèmes de colinéarité.

En mesurant certains attributs par des outils SIG, l'étude de Crane et Crepeau (1998) présente une approche capable de contourner le problème des données trop agrégées négligeant la variabilité des facteurs de l'environnement construit à l'échelle locale. Leur modèle représente le choix modal entre la voiture et la marche et se base sur 4'199 déplacements non liés au travail dans la région de San Diego en Californie. L'analyse comprend les mesures des caractéristiques de l'environnement construit suivantes : le type du réseau routier (mesures SIG), la proportion des surfaces résidentielles, commerciales et non développées ainsi que la distance du lieu de résidence par rapport au centre-ville. Les autres variables indépendantes sont la distance et la vitesse du déplacement, le revenu, l'âge et le sexe. En tenant compte de celles-ci, le type du réseau routier et les indicateurs de mixité ne sont pas significatifs dans les modèles de choix modal. Un effet significatif des indicateurs de l'environnement construit est par contre confirmé quand les modèles ne portent que sur les déplacements qui sont inférieurs à 3,2 kilomètres (2 miles). En effet, la prise en compte de déplacements plus longs nous semble de toute manière assez aberrante dans le cadre de la marche à pied.

Une autre étude du lien entre l'environnement construit et le choix modal basé sur des mesures SIG est proposé par Cervero et Duncan (2003). L'étude se base sur 7889 déplacements (motifs de loisirs et achats) qui ont été retenus en fonction de leur distance (inférieure à 8 km) et certains autres critères. Le modèle porte spécifiquement sur le choix de marcher ou non pour effectuer un déplacement donné. Il correspond au modèle développé par Cervero (2002), que nous avons présenté dans le sous-chapitre 3.3.1. Il comprend à la fois une caractérisation de l'environnement construit à l'origine et à la destination du déplacement. Cette évaluation est effectuée à l'échelle d'un cercle concentrique d'un diamètre de 1,6 km (1 mile). Les variables prises en compte renvoient à

la connectivité du réseau routier (proportions de différents types d'intersection et de culs-de-sac) et à la mixité fonctionnelle. Ces variables sont résumées par une analyse en composantes principales qui débouche sur deux facteurs : design favorable à la marche et au vélo et diversité des affectations. Le seul facteur significatif dans le modèle est la diversité des affectations à l'origine qui correspond dans la plupart des cas au lieu de résidence des personnes. La densité des emplois à l'origine du déplacement, une variable supplémentaire dans le modèle, est significative à 10%. En guise de conclusion, les auteurs affirment que leur étude confirme que la densité (ici : densité des emplois) et surtout la diversité des affectations jouent un rôle plus important pour le choix de marcher que le design urbain (ici : structure du réseau routier). Concernant les recherches futures, ils proposent de compléter le modèle par des mesures complémentaires à l'échelle locale renvoyant à l'attractivité des cheminements piétonniers.

Le rôle de l'environnement construit sur le choix modal est également mis en évidence par Reilly et Landis (2002), qui le qualifient pourtant comme assez faible. Leur étude se base également sur des mesures SIG assez sophistiquées. Les variables de l'environnement construit renvoient à un très grand nombre de caractéristiques autour des lieux de résidence : densité de population, proximité des commerces, proportion de surfaces commerciales, mixité des affectations, type d'unités résidentielles, densité d'intersections, etc. Selon les modèles proposés, l'importance de ces variables pour le choix de marcher diffère sensiblement en fonction du motif de déplacement. Alors que la densité de population et la proximité des commerces expliquent une part significative dans le modèle qui ne distingue pas les motifs, elles ne sont pas significatives dans le modèle spécifique aux déplacements pour faire des achats. La densité ne joue pas de rôle non plus dans le choix de marcher lors des déplacements de loisirs. Ceux-ci sont pourtant liés à la connectivité du réseau routier et à la mixité. Outre la présence de liens assez faibles entre les éléments de l'environnement construit et le choix modal, l'étude met également en évidence la nature non linéaire de ces relations, qui a déjà été suggérée par Frank et Pivo (1994).

Rodriguez et Joo (2004), deux chercheurs de l'Université de Chapel Hill dans l'État de la Caroline du Nord, étudient l'influence de l'environnement construit et naturel sur le choix modal des étudiants et du personnel de l'Université lors de leurs trajets au campus. L'évaluation de l'environnement construit comprend une mesure de forme urbaine, à savoir la densité de population au niveau du lieu de résidence ainsi que des indicateurs représentant la présence de trottoirs, de chemins pédestres et de bandes cyclables le long des parcours. Par ailleurs, l'étude tient compte du rôle de la topographie. Celle-ci est intégrée de manière indirecte par une variable représentant ses effets sur la durée des déplacements. Dans le contexte des déplacements analysés, ayant tous la même destination et le même motif (travail et formation), la densité de population à l'origine du déplacement ne constitue pas un prédicteur significatif du choix de marcher. La variable représentant la disponibilité des chemins pédestres n'est pas significative non plus. Le choix de marcher à l'Université dépend par contre, tout comme le choix d'emprunter les transports publics, de la disponibilité de trottoirs. Globalement, les auteurs concluent que la contribution de l'ensemble des variables de l'environnement est plutôt modérée, constat qui coïncide avec les résultats des autres recherches présentées.

Dans le cadre d'un projet de recherche sur le lien entre l'utilisation du sol, les transports et la qualité de l'air dans la région métropolitaine de Portland, Oregon, les chercheurs de Parsons Brinckerhoff Quade and Douglas (1993) ont développé un indicateur représentant la qualité de l'environnement piétonnier en milieu urbain (*PEF, Pedestrian Environmental Factor*). Cet indicateur se compose de quatre critères : la qualité des passages piétons, la continuité des trottoirs, la connectivité du réseau routier et la topographie. L'indicateur, qui a été évalué à l'échelle des zones d'analyse de trafic, peut prendre une valeur entre 4 et 12, ce qui correspond à la somme des points attribués aux quatre critères qui sont jugés sur une échelle de 1 à 3. Une comparaison du nombre de déplacements par mode en fonction des zones regroupées selon leur score sur le *PEF* montre que dans les zones présentant un *PEF* élevé (9-12) on se déplace quatre fois plus à pied que dans les zones avec un *PEF* faible (4-8). À part ces statistiques descriptives, l'étude propose des modèles de comportement afin d'évaluer l'importance du *PEF* en tenant compte d'autres variables. Les modèles se basent sur 15'000 déplacements, parmi lesquels les déplacements à pied sont pourtant fortement sous-représentés selon les auteurs, car l'étude ne considère que les déplacements présentant une distance supérieure à 6 blocs. C'est la raison pour laquelle les chercheurs se concentrent exclusivement sur le nombre de déplacements en voiture et le nombre de kilomètres parcourus en voiture. Dans ces modèles, qui contrôlent l'effet de l'offre des transports publics et la densité des ménages, l'indicateur *PEF* contribue de manière significative à l'explication des variables dépendantes. Les auteurs montrent

qu'une augmentation du *PEF* d'un niveau faible à élevé entraîne en effet une diminution de 10% des kilomètres voyagés en voiture. Le nombre de déplacements en voiture s'avère également très sensible à l'indicateur *PEF*.

Greenwald et Boarnet (2001) reprennent l'indicateur *PEF* afin d'évaluer son influence sur la marche non liée au travail, à l'aide d'un modèle qui porte sur la fréquence de déplacements. Le modèle est complété par une mesure de la connectivité (densité d'intersections), de la densité de population et de commerces à l'échelle régionale (*zip code areas*), ainsi qu'une mesure de la densité à l'échelle des blocs. Greenwald et Boarnet sont très attentifs au problème du choix résidentiel en fonction de certaines préférences et présentent une approche statistique susceptible d'éviter les biais éventuels qui y sont liés. Techniquement, l'hypothèse d'un choix résidentiel lié aux préférences de transports peut provoquer une violation de l'hypothèse de la non-corrélation des variables indépendantes avec le terme résiduel dans les modèles de régression : si une personne choisit son lieu de résidence en fonction de facteurs qui sont également liés à son comportement de mobilité, les variables indépendantes représentant l'environnement construit peuvent présenter des liens avec les résidus de la régression. Afin de corriger un éventuel biais, Greenwald et Boarnet utilisent des variables dites instrumentales. Celles-ci sont censées être liées au choix résidentiel et en même temps être indépendantes du comportement de mobilité. L'effet de l'intégration des variables instrumentales n'est pas le même pour les différentes variables de l'environnement construit. La densité au niveau des blocs et l'indicateur *PEF* sont significatifs dans les modèles de régression ordinaires et instrumentales. Le coefficient de la mesure de la connectivité perd sa significativité quand les variables instrumentales sont intégrées. Les mesures de densité de population et de commerces au niveau régional ne contribuent pas à expliquer le nombre de déplacements à pied, ce qui conduit Greenwald et Boarnet à souligner l'importance de l'échelle locale. Face aux problèmes de colinéarité entre les variables de l'environnement construit, les auteurs signalent par ailleurs des difficultés quant à l'évaluation de l'importance relative des différentes variables du modèle.

Bagley et Mokhtarian (2002) proposent une autre approche statistique afin d'évaluer l'influence de l'environnement construit sur le comportement de mobilité tout en tenant compte de l'hypothèse d'un choix résidentiel lié aux préférences de mobilité. L'étude porte sur 505 individus des cinq quartiers de la région de San Francisco qui ont déjà été étudiés par Kitamura et al. (1997). Bagley et Mokhtarian reprennent également les variables représentant les attitudes qui ont été développées par Kitamura et tiennent compte des modes de vie des individus (en termes d'activités pendant les loisirs). L'environnement construit est opérationnalisé à travers deux facteurs continus qui renvoient d'une part au degré de traditionnalité (*traditional factor*) des quartiers et d'autre part au degré de leur périphéricité (*suburban factor*). Ces facteurs se basent sur des données récoltées par un questionnaire et sur des mesures objectives à l'échelle du quartier. Les liens entre le comportement de mobilité (en termes de kilomètres parcourus par moyen de transport), les facteurs de l'environnement construit, les attitudes et les modes de vie sont estimés par un modèle d'équations structurelles. En l'occurrence, un avantage de cette méthode découle du fait qu'elle permet de modéliser le comportement de mobilité et le choix résidentiel de manière simultanée à travers plusieurs systèmes de régression. En outre, la méthode permet aux chercheurs de tester différentes directions de causalité et d'évaluer d'éventuels effets indirects passant par des variables intermédiaires. L'estimation du modèle confirme l'hypothèse selon laquelle les variables sociodémographiques, les attitudes et les modes de vie affectant le comportement de mobilité ont également une certaine influence sur le choix résidentiel. Mis à part l'effet positif du facteur « périphéricité » sur les kilomètres voyagés en transports publics, que les chercheurs expliquent par l'utilisation plus importante du système de RER dans la périphérie, les facteurs de l'environnement construit n'ont pas d'influence sur la demande de transport. Étant donné la plus grande importance des attitudes pour le comportement de mobilité, les auteurs de l'étude estiment que le lien entre l'environnement construit et la mobilité n'est pas une causalité directe, mais résulte plutôt de corrélations communes de ces variables avec d'autres phénomènes. Pour conclure, Bagley et Mokhtarian soulignent la nécessité d'une meilleure compréhension de la question de savoir si l'environnement construit peut influencer les attitudes et les modes de vie des habitants, qui, quant à eux, ont bel et bien un effet sur la demande de transport qui est confirmé par le modèle développé.

3.5.2 La recherche dans le domaine de l'activité physique et de la santé publique

Longtemps concentrée sur l'influence des facteurs individuels et sociaux, la recherche de la promotion de l'activité physique se penche de plus en plus sur les effets de l'environnement physique. La prise de conscience des potentialités de la marche dans une optique d'activité physique a suscité un intérêt croissant pour les facteurs de l'environnement construit à l'échelle du quartier et du voisinage immédiat des individus. La plupart des études présentées ci-après mesurent le niveau d'activité physique et la marche en termes de fréquence et de durée. À partir de ces données, un certain nombre d'études créent des indicateurs dichotomiques représentant si l'individu atteint ou non le niveau d'activité physique recommandé. Le plus souvent, les liens entre les variables sont examinés en faisant recours à des analyses bivariées et des modèles de régression. De manière plus ou moins explicite, la majorité des études s'inscrivent dans le cadre conceptuel très général des modèles écologiques, qui débouche sur des conceptualisations assez variées de l'environnement construit. Nous distinguons ici deux approches selon lesquelles la présentation des études est effectuée. Plus proche des études issues du domaine des transports, le premier groupe comprend des études qui se basent en premier lieu sur des mesures objectives de l'environnement construit. Le deuxième groupe est constitué par des études examinant le comportement d'activité physique en fonction des perceptions de l'environnement construit.

3.5.2.1 Etudes se basant principalement sur des mesures objectives de l'environnement construit

Van Lenthe et al. (2005) proposent une étude qui se base sur une évaluation de la qualité de l'environnement construit effectuée par des professionnels des services municipaux. L'enquête porte sur 6'767 personnes dans la ville d'Eindhoven aux Pays-Bas et examine l'hypothèse selon laquelle les habitants de quartiers défavorisés consacrent moins de temps à la marche et aux activités sportives en raison d'attributs de l'environnement construit moins favorables. Comme Giles-Corti et Donovan (2002a), dont les résultats seront présentés plus tard, les chercheurs montrent que les personnes dans les quartiers défavorisés effectuent en réalité plus de déplacements utilitaires mais moins de déplacements pour le plaisir. La moindre importance de ces derniers est associée à l'attractivité globale inférieure dans ces zones. Selon les auteurs, les différences au niveau des déplacements utilitaires ne peuvent pas être expliquées par les variables d'accessibilité prises en compte. Une faiblesse importante de cette étude réside, comme c'est le cas de nombreuses autres études dans le domaine de l'activité physique, dans le fait que les déplacements à pied sont traités conjointement avec d'autres types d'activité physique. Dans beaucoup de contextes, cette démarche est critique et peut limiter l'interprétation, car les éléments de l'environnement construit pertinents varient généralement selon le type d'activité.

Dans cette perspective, l'étude de Craig et al. (2002), qui porte sur 27 quartiers d'Ontario et d'Alberta (Canada), est plus pertinente, puisqu'elle se concentre sur les déplacements à pied pour aller au travail. Les attributs de l'environnement construit pris en compte sont multiples : le nombre et la diversité de destinations, les infrastructures piétonnières, les éléments esthétiques, le trafic, la sécurité, etc. L'évaluation de l'environnement construit en fonction de ces dimensions a été effectuée par des observations directes sur le terrain. Les données ainsi récoltées sont résumées par un facteur unique qui constitue un prédicteur significatif pour le pourcentage des personnes se déplaçant à pied au travail. Le modèle contrôle par ailleurs les effets liés au degré d'urbanisation, au niveau de formation et au revenu des quartiers.

Une évaluation des attributs de l'environnement construit qui se base exclusivement sur des mesures objectives par SIG est proposée par Rutt et Coleman (2004). Dans le cadre d'un modèle assez complet, ils prennent non seulement en compte l'accessibilité de différentes installations destinées à l'activité physique et la présence de trottoirs, mais également la mixité fonctionnelle, la densité de population et la connectivité du réseau routier. En ce qui concerne les attributs mesurés, cette étude se rapproche ainsi de la conceptualisation de l'environnement construit dans les études du domaine des transports. En utilisant un modèle d'équations structurelles, Rutt et Coleman examinent les liens entre les éléments de l'environnement construit et le niveau d'activité physique et l'indice de masse corporelle de 452 personnes au Texas. Le modèle tient en outre compte du statut socioéconomique, du nombre d'enfants dans le ménage et de l'âge des individus. Contrairement à l'hypothèse d'une corrélation négative entre la mixité et l'indice de masse corporelle confirmée par l'étude de

Frank et al. (2004), qui est présentée ci-après, Coleman et Rutt trouvent une corrélation positive entre la mixité et l'indice de masse corporelle. Par ailleurs, le modèle ne confirme pas les effets hypothétiques de la présence de trottoirs et de la densité sur l'indice de masse corporelle. Selon les auteurs, ces résultats, qui contrastent avec les observations d'autres études, pourraient s'expliquer par les caractéristiques spécifiques de la population étudiée qui se compose en effet de 78% personnes d'origine mexicaine et de 24% de personnes vivant au-dessous du seuil de pauvreté. Rutt et Coleman observent d'ailleurs aussi un lien positif entre le statut socioéconomique et l'indice de masse corporelle qui est typique des sociétés plus pauvres.

Berrigan et Trojano (2002) étudient le lien entre la forme urbaine et la marche et d'autres formes d'activité physique à partir d'un échantillon très important de 14'827 personnes aux États-Unis. Ces données proviennent d'une enquête nationale sur l'état de santé et l'alimentation (*Third National Health and Nutrition Examination Survey*) et sont représentatives pour l'ensemble de la population américaine. L'indicateur de forme urbaine utilisé, issu de la même enquête, est très simple : l'âge des immeubles. Berrigan et Trojano justifient la pertinence de cet indicateur en se référant à plusieurs études qui ont montré que l'âge des bâtiments présente des corrélations avec les indicateurs courants de la forme urbaine comme la densité, la mixité et le réseau routier. Ils se basent donc sur l'hypothèse que les quartiers comprenant des maisons plus anciennes ont tendance à être plus denses, mixtes, et présentent en général un réseau routier bien connecté avec des trottoirs. En optant pour un indicateur très approximatif, l'objectif de l'étude ne consiste donc pas à identifier des éléments particuliers affectant le comportement, mais de tester l'influence générale de la morphologie urbaine en tenant compte d'un certain nombre de variables sociodémographiques. L'indicateur pour la marche se base sur la fréquence des déplacements à pied de plus de 1,6 km (1 *mile*) durant le mois précédant le moment de l'enquête. Dans les analyses statistiques, cet indicateur est traité sous forme d'une variable dichotomique indiquant si l'individu s'est déplacé à pied plus de 20 fois durant ce laps de temps. Les régressions logistiques effectuées montrent que les habitants des immeubles construits avant 1974 ont plus de chances à effectuer davantage que 20 déplacements à pied par mois. Le lien s'observe pourtant uniquement dans les agglomérations urbaines. Par ailleurs, les auteurs ne trouvent pas de relations entre l'âge des bâtiments et les autres formes d'activité physique. Alors que cette étude n'est pas en mesure d'associer le comportement à des variables particulières, son importance réside dans la mise en évidence de liens valables pour l'ensemble de la population américaine.

Une autre étude qui met l'accent sur la forme urbaine et qui porte sur l'ensemble des États-Unis a été effectuée par Ewing et al. (2003). L'analyse se base sur deux unités géographiques différentes, à savoir sur les 448 *counties* et les 83 régions métropolitaines. L'échantillon important de l'étude comprend 206'992 adultes interrogées dans le cadre d'une enquête nationale sur les comportements à risque (*Behavioral Risk Factor Surveillance System*). À partir de plusieurs indicateurs de densité issus du recensement fédéral, Ewing et al. créent des indices représentant le degré d'étalement (*sprawl index*) à l'échelle des *counties* et des régions métropolitaines à l'aide d'analyses en composantes principales. Le lien entre ces indices et le comportement d'activité physique est testé à travers plusieurs variables dépendantes : l'activité physique dans les loisirs, le temps consacré à la marche dans les loisirs, l'indice de masse corporelle, l'obésité ainsi que certaines maladies associées à l'inactivité physique (hypertension, diabète, maladies cardio-vasculaires). Mis à part les variables sociodémographiques les plus importantes, l'étude tient également compte de l'effet d'autres comportements influençant l'état de santé (fumer, consommer des fruits et des légumes). Les analyses statistiques montrent que le nombre de minutes de marche, l'obésité et l'hypertension présentent des liens faibles mais significatifs avec l'indice d'étalement à l'échelle des *counties* : les personnes dans les *counties* étalées marchent en effet moins, sont plus lourdes et ont plus de chances d'être atteintes d'hypertension que les habitants de *counties* plus compactes. En ce qui concerne l'indice d'étalement au niveau des régions métropolitaines, seul un lien avec le temps consacré à la marche a pu être mis en évidence. Selon Ewing et al., le faible pouvoir explicatif de l'indice au niveau des régions n'est pas surprenant, étant donné que celles-ci se composent en général de plusieurs *counties* centrales et périphériques qui varient passablement au niveau de leur morphologie. Malgré la faiblesse des liens observés, les auteurs estiment que l'étude contribue à confirmer l'idée que la forme urbaine a une influence sur l'état de santé en affectant les comportements en matière d'activité physique. Tout comme Frank et Pivo (1994), ils supposent que la relation entre la forme urbaine et les comportements n'est pas linéaire et qu'un certain niveau de compacité doit être atteint avant que celle-ci ait une véritable influence sur l'activité physique. D'un point de vue méthodologique, Ewing et al. soulignent la nécessité d'études basées sur des échelles plus locales qu'ils considèrent comme plus pertinentes pour l'analyse de l'influence de l'environnement construit sur l'activité physique et sur la marche en particulier.

L'étude de Frank et al. (2004) tient compte de cette remarque en mesurant la forme urbaine par des outils SIG à l'échelle d'un cercle d'un kilomètre de diamètre autour du domicile de 10'878 résidents de la région d'Atlanta, États-Unis. Les mesures de la forme urbaine comprennent un indicateur de la connectivité (densité d'intersections de 4 branches et plus), de la mixité fonctionnelle et de la densité de population. Les analyses examinent le lien entre ces indicateurs et l'obésité, tout en tenant compte de variables sociodémographiques ainsi que du temps consacré aux déplacements en voiture et du nombre de kilomètres marchés en deux jours. Face à un problème de forte colinéarité entre les indicateurs de forme urbaine, les mesures de densité et de connectivité sont supprimées dans les modèles finaux expliquant le phénomène d'obésité. Dans ces modèles, la mixité, le temps consacré aux parcours en voiture et le nombre de kilomètres marchés présentent tous des coefficients significatifs ayant les signes attendus. Mis à part l'effet de la forme urbaine, l'étude met donc également en évidence des liens entre le comportement de mobilité et l'indice de masse corporelle. Frank et al. affirment que le lien entre la mixité et l'indice de masse corporelle est observable à travers tous les groupes de population distingués. Les relations les plus fortes se font toutefois remarquer chez les hommes blancs. Ici, une augmentation de la mixité du premier quartile au dernier quartile entraîne une baisse de l'indice de masse corporelle moyenne de 27,32 à 25,98.

Dans une autre étude, Frank et al. (2005) établissent le lien entre la forme urbaine et l'activité physique globale à partir d'un échantillon de 523 personnes habitant à Atlanta. L'activité physique, mesurée de manière objective par des accéléromètres, est traitée sous forme d'une variable dichotomique indiquant si l'individu atteint 30 minutes d'activité physique d'intensité moyenne par jour. L'analyse comprend les mêmes indicateurs de forme urbaine que l'étude effectuée en 2004. Cette fois, ceux-ci sont pourtant résumés par un facteur appelé indice de « marchabilité » (angl. : *walkability index*). À première vue, la contribution de l'indicateur de marchabilité à l'explication de la variance de l'activité physique semble assez faible : il explique uniquement 2,1% de la variance de l'activité physique. Frank et al. montrent pourtant que l'indicateur est plus important que les variables sociodémographiques du modèle. La pertinence de l'indice de marchabilité est confirmée par une analyse des moyennes selon les quartiles : tandis que 37% des personnes présentant une valeur se situant dans le quartile supérieur de l'indice satisfont les recommandations des 30 minutes, seulement 18% des individus les atteignent dans le premier quartile.

Saelens et al. (2003) reprennent le concept de marchabilité pour effectuer une étude comparative de deux types de quartier. Cette étude ressemble au niveau de sa démarche aux études issues du domaine des transports que nous avons présentées. Les chercheurs examinent le lien entre la marchabilité, les déplacements à pied et l'activité physique en comparant deux quartiers de San Diego qui s'opposent fortement au niveau de leur densité, de la mixité et de la connectivité du réseau routier. Les deux quartiers présentent des profils similaires quant aux revenus et à l'âge de la population. L'activité physique est également mesurée par des accéléromètres, alors que les données relatives aux déplacements à pied correspondent au comportement déclaré par les individus eux-mêmes. Les déplacements à pied sont mesurés en termes de durée selon différents motifs : déplacements au travail et à l'école, déplacements pendant les pauses et à midi, déplacements pour faire des courses, la marche pour s'entraîner et les déplacements aux arrêts de transport public. En ce qui concerne le niveau d'activité physique, les chercheurs observent des différences significatives entre les quartiers pour l'activité physique d'intensité moyenne, mais pas pour l'activité physique intensive. Les différences observées dans le comportement piétonnier se différencient en fonction des motifs. Seule la variable représentant le temps consacré aux déplacements à pied pour faire des courses présente un lien significatif avec le type de quartier après la prise en compte de l'âge et du niveau de formation des individus. Une autre variable pour laquelle une différence significative entre les quartiers est observée est l'excès de poids : dans le quartier à faible marchabilité, ce sont 60,4% qui présentent un indice de masse corporelle correspondant, alors que cette proportion s'élève seulement à 35,2% dans le quartier à marchabilité élevée. Par ailleurs, Saelens et al. utilisent le *Neighborhood Environmental Walkability Scale (NEWS)* afin de connaître les perceptions de l'environnement construit dans les deux quartiers. À partir de cette évaluation subjective par les résidents, ils concluent que la qualification des quartiers en termes de marchabilité se manifeste effectivement dans les représentations des habitants en ce qui concerne la densité, la connectivité, la sécurité face au trafic et l'attrait esthétique du quartier.

3.5.2.2 Etudes se basant principalement sur la perception de l'environnement construit

Les études qui tentent d'évaluer les liens entre les perceptions de l'environnement et le comportement d'activité physique mettent en général l'accent sur des éléments relatifs au design du voisinage (attrait esthétique, éclairage, trottoirs, etc.), sur les dimensions sociales (sécurité, ambiance, présence d'autres personnes) ainsi que sur des éléments de l'environnement naturel. Par ailleurs, l'environnement construit entre en ligne de compte dans plusieurs études en termes d'accès aux installations destinées aux activités physiques.

L'étude de Booth et al. (2000), par exemple, ne s'intéresse pas seulement à l'environnement physique, mais également à l'environnement social des personnes interrogées (présence d'autres personnes étant actives, entourage encourageant l'activité physique). L'échantillon est constitué par 499 Australiens âgés de plus de 60 ans. Mis à part l'environnement social, les analyses tiennent également compte d'autres concepts issus des théories traditionnelles qui ont marqué la recherche dans le domaine de l'activité physique : les motivations personnelles d'être actif et l'auto-efficacité. L'environnement physique est évalué en termes d'équipements d'entraînement à la maison, de sécurité dans les rues et sur les chemins pédestres, ainsi qu'en termes d'accès à des installations destinées à l'activité physique. L'activité physique est opérationnalisée par une variable dichotomique représentant si la personne est suffisamment active ou pas. Les analyses ne montrent pas de différences au niveau des perceptions de la sécurité pour la marche entre les personnes actives et non actives. Par contre, les personnes actives ont un meilleur accès aux centres de loisirs, aux pistes cyclables, aux terrains de golf, aux parcs et aux piscines. D'autres différences sont mises en évidence au niveau de l'auto-efficacité, de la présence d'un entourage encourageant les activités physiques et de la présence de personnes actives dans le quartier. L'importance relative des différentes variables est testée par des régressions logistiques. Dans ces modèles, les prédicteurs significatifs sont la présence de personnes actives, l'auto-efficacité, la sécurité pour la marche dans le quartier et l'accès aux parcs. Confronté à un moins grand nombre de variables significatives de l'environnement physique que dans les analyses bivariées, Booth et al. estiment que celles-ci présentent en réalité des effets qui se confondent (problème de colinéarité). Notons que parmi les indicateurs portant sur les caractéristiques du quartier, seules les variables liées à l'environnement piétonnier restent significatives dans le modèle global, ce qui semble témoigner du rôle important de la marche pour le niveau d'activité physique général.

De Bourdeaudhuij et al. (2003) ont mené une enquête sur le lien entre les perceptions de l'environnement et le comportement d'activité physique dans la ville de Ghent en Belgique. Les perceptions de l'environnement physique sont évaluées par le *NEWS* et comprennent donc également des éléments qui ont trait à la forme urbaine (densité, mixité et connectivité). Par ailleurs, les analyses comprennent, tout comme l'étude de Booth et al. (2000), des informations sur l'équipement d'entraînement à la maison, sur l'accès aux supports d'activité physique, et, de plus, sur l'environnement au poste de travail. Le comportement d'activité physique est traité par des indicateurs représentant le nombre de minutes en position assise, le nombre de minutes de marche, d'activité physique modérée et intensive. Des modèles séparés sont estimés selon le sexe et tiennent compte d'une série de variables sociodémographiques (âge, activité professionnelle, nombre d'enfants dans ménage, niveau de formation). Le nombre de minutes de marche présente des liens significatifs avec la présence de trottoirs (chez les hommes) et avec l'accessibilité des commerces et des services (chez les femmes). Tandis que chez les hommes l'activité physique modérée est notamment fonction de l'équipement à la maison, elle est liée à la présence de magasins accessibles à pied chez les femmes. Dans le modèle de l'activité physique intensive enfin, ce sont les variables environnementales relatives à l'équipement d'entraînement, à l'accès aux installations d'activité physique ainsi que les caractéristiques du poste de travail qui présentent des coefficients significatifs.

Ball et al. (2001) proposent une étude sur les déplacements à pied pour un motif particulier, à savoir la marche pour s'entraîner. L'importance de celle-ci est évaluée auprès de 3'392 Australiens et opérationnalisée dans le modèle par une variable dichotomique indiquant si la personne a effectué de tels déplacements durant les deux semaines précédant le moment de l'enquête. Les perceptions de l'environnement physique des lieux de résidence sont traitées par deux facteurs, dont le premier reflète l'attrait esthétique du quartier et le deuxième l'accès à certaines infrastructures. Le facteur de l'accès comprend des informations sur la présence de magasins et de parcs accessibles à pied ainsi que sur la présence de pistes cyclables (ce qui nous semble assez aberrant, puisque l'étude porte sur la marche). Ball et al. mettent en évidence un lien significatif entre la marche pour s'entraîner et l'attrait esthétique de l'environnement. Les différences en fonction du score de l'attrait esthétique sont assez

impressionnantes : comparé aux personnes qui rapportent un attrait esthétique élevé, les personnes jugeant leur quartier comme moyennement attractif ont 16% de chances en moins de marcher pour s'entraîner, et les personnes déclarant une qualité faible du quartier ont 41% de chances en moins. Des différences similaires s'observent en fonction du facteur d'accès qui est également significatif dans les modèles. Ball et al. montrent que ces liens existent indépendamment de l'état de santé et du sexe des individus. Ils soulignent pourtant que la disposition transversale de l'étude ne permet pas d'exclure que les perceptions de l'environnement ne se font pas en partie en fonction du comportement de marche. Des conclusions définitives sur les liens observés en termes de relations causales ne sont donc pas possibles, ce qui est d'ailleurs également valable pour les autres études discutées ici.

Humpel et al. (2004) examinent la relation entre la perception de l'environnement et le temps consacré à différents types de déplacements à pied à partir d'un échantillon de 399 Australiens. Les catégories de marche à pied étudiées sont la marche générale dans le périmètre du quartier, la marche pour s'entraîner, la marche pour le plaisir et la marche utilitaire. Les attributs de l'environnement sont évalués en faisant en partie recours aux *NEWS*. À partir des réponses aux questionnaires, Humpel et al. identifient quatre facteurs qui regroupent chacun plusieurs items : l'attrait esthétique, l'accessibilité de support pour marcher, la sécurité dans les rues et la météo (en termes d'obstacle perçu pour la marche). Une autre variable dans l'analyse indique si la personne habite dans une zone située au bord de la mer ou pas. L'analyse montre que l'importance des différents attributs de l'environnement varie en fonction du type de déplacement à pied. La marche générale dans le quartier peut être associée à l'attrait esthétique, à l'accessibilité des infrastructures, à la météo et à la situation du quartier par rapport au bord de la mer. Le fait de percevoir la météo comme un obstacle à la marche ainsi que l'attrait esthétique du quartier sont les variables qui jouent un rôle pour les déplacements à pied pour s'entraîner. L'importance de la marche pour le plaisir par contre semble être fonction de la sécurité dans les rues et de l'accessibilité des supports physiques intéressants pour la marche.

Les recherches de Giles-Corti et Donovan (2002a, 2002b) combinent les perceptions de l'environnement piétonnier avec des mesures objectives de l'accès aux installations destinées aux activités physiques. Elles examinent le comportement de 1803 habitants de Perth en fonction du niveau de statut socioéconomique des quartiers et en fonction de différentes dimensions de l'environnement construit et naturel. L'accès aux installations d'activité physique est évalué à l'aide des outils SIG. Les autres attributs des quartiers, tels qu'ils sont perçus par les résidents, sont résumés par les facteurs suivants : l'attractivité, la sécurité et l'importance du trafic local. D'autres variables provenant de l'enquête parmi les habitants portent sur la disponibilité de trottoirs, sur la qualité du revêtement des rues ainsi que sur la présence d'un arrêt de transports publics, d'un parc public et de boutiques accessibles à pied. La marche entre dans les analyses sous forme de trois variables, à savoir la marche utilitaire, la marche pour le plaisir et le niveau de marche selon les recommandations. Une première analyse montre des différences selon le niveau socioéconomique des quartiers. Dans les quartiers à faible niveau socioéconomique, les individus effectuent plus de déplacements utilitaires, mais consacrent moins de temps à la marche pour le plaisir et à l'activité physique en général. Ils ont généralement un meilleur accès aux installations d'activité physique et ils profitent davantage de trottoirs et de boutiques accessibles à pied. En revanche, ils perçoivent leur environnement comme moins sûr et attractif et sont confrontés à plus de trafic que les résidents des quartiers présentant un niveau socioéconomique élevé. À travers des modèles de régression, les auteurs observent certains effets liés aux attributs de l'environnement construit qui sont indépendants du niveau socioéconomique des quartiers. Ainsi, la marche utilitaire est associée à l'accès aux parcs publics, à la présence de trottoirs et de magasins accessibles à pied. Dans le modèle de la marche pour le plaisir, ce sont les variables de l'accès à la plage, de l'attractivité et de la sécurité du quartier qui sont significatives. De nouveau, la présence de trottoirs semble jouer un rôle, malgré le fait que cette variable n'atteint pas tout à fait le niveau de significativité. Mis à part l'accès aux parcs, ce sont également la présence de trottoirs et l'attractivité du quartier qui sont les prédicteurs importants dans le modèle du niveau de marche recommandé. Ces résultats conduisent Giles-Corti et Donovan à affirmer le potentiel d'interventions au niveau de l'environnement construit pour la promotion d'activité physique. Ces chercheurs montrent d'ailleurs que ce sont, en effet, les rues et les parcs qui constituent les supports d'activité physique les plus utilisés et doivent donc être considérés comme des infrastructures importantes dans une perspective d'activité physique globale.

3.6 Synthèse et perspectives de recherche

Le tour d'horizon de la recherche dans le domaine des transports et de l'activité physique montre que la plupart des études confirment un lien entre l'environnement construit, la marche et l'activité physique. Malgré la diversité des approches au niveau des cadres conceptuels, des échelles et des méthodes d'analyses, on peut retenir un certain nombre de résultats communs qui émergent au travers des différents courants de recherche.

Les études comparatives montrent que le comportement de mobilité diffère selon le type de quartier. Les études dans le domaine des transports mettent en évidence des différences significatives au niveau de la part modale de la marche (Cervero et Gorham, 1995; Cervero et Radisch, 1996) et de la mobilité à force humaine (Kitamura et al., 1997). L'étude de Saelens et al. (2003) confirme par ailleurs un lien entre le type de quartier et le niveau d'activité physique d'intensité moyenne dont une explication possible serait le temps plus ou moins important consacré à la marche.

La majorité des études dans le domaine des transports et quelques recherches dans le domaine de l'activité physique mettent l'accent sur une évaluation de l'environnement construit en fonction d'un ou plusieurs indicateurs de forme urbaine. Dans le domaine des transports, la densité de population ou des emplois est l'indicateur le plus souvent étudié dans le contexte du comportement de mobilité (Frank et al., 2003: 137). La densité est censée avoir un effet sur les déplacements à pied en déterminant le degré de proximité entre les destinations. Dans les études présentées, on peut retrouver différents indicateurs de densité. On parle de densité brute si l'on mesure le nombre de résidents par surface totale (Rutt et Coleman, 2004; Ewing et al., 2003; Frank et Pivo, 1994) et de densité nette si l'on ne considère que la surface résidentielle (Frank et al., 2004; Frank et al., 2005). Certaines études tiennent compte de la densité des emplois (Cervero et Duncan, 2003; Frank et Pivo, 1994). Généralement, les études confirment le lien entre la densité et l'importance des déplacements à pied: Frank et Pivo (1994) mettent en évidence un lien significatif avec la part modale globale de la marche, Greenwald et Boarnet (2001) enregistrent des corrélations avec le choix de marcher pour des déplacements non liés au travail et Ewing et al. (2003) enfin confirment par leur étude nationale un lien avec la marche pour le plaisir. Ces derniers montrent par ailleurs que les indicateurs de densité peuvent être associés à l'importance de maladies liées à l'inactivité physique et à l'indice de masse corporelle. Des études récentes (Cervero et Duncan, 2003; Reilly et Landis, 2002) conduisent pourtant au rejet de l'hypothèse du lien entre la densité et le comportement au niveau de certains types de motifs de déplacements. Il semble en effet que les indicateurs de densité peuvent perdre leur pouvoir explicatif quand d'autres indicateurs de proximité et d'accessibilité sont pris en considération dans les modèles (cf. Handy, 2005: 30).

La mixité fonctionnelle est une autre variable de forme urbaine influençant le degré de proximité des destinations quotidiennes et pouvant par conséquent déterminer leur accessibilité pour la marche. On peut retrouver dans la littérature présentée des mesures plus ou moins sophistiquées de la mixité. Rutt et Coleman (2004) et Reilly et Landis (2002) utilisent une mesure assez simple basée sur une seule utilisation du sol, à savoir sur les immeubles résidentiels respectivement sur la proportion de surface commerciale. Un autre indicateur de mixité, pris en compte par Cervero et Duncan (2003), est le rapport entre la population active et le nombre d'emplois dans une unité spatiale donnée. D'autres études (Frank et al., 2004 et 2005) caractérisent le degré de mixité par un indicateur qui représente le degré d'uniformité de la distribution des surfaces attribuées à différents types d'utilisation du sol (résidentiel, commercial, industriel, etc.). Généralement, le lien positif entre la mixité, la marche et les indicateurs d'activité physique est confirmé par les études discutées (Cervero et Duncan, 2003; Reilly et Landis, 2002; Frank et Pivo, 1994; Cervero et Kockelman, 1997; Frank et al., 2004).

La connectivité du réseau routier est une variable de forme urbaine censée influencer les choix en matière de transport en déterminant les distances à franchir entre deux points donnés dans l'espace. Dans les études présentées, la connectivité est évaluée sur la base des intersections du réseau. Certaines études (Frank et al., 2005; Reilly et Landis, 2002) calculent simplement le nombre total d'intersections par unité spatiale, d'autres (Frank et al., 2004; Crane et Crepeau, 1998) évaluent la densité d'intersections caractérisant un réseau fortement connecté, à savoir les intersections à 3 ou à 4 branches. Les résultats sont mitigés: tandis que Crane et Crepeau (1998) ainsi que Reilly et Landis (2002) trouvent un lien significatif entre la connectivité et les déplacements non liés au travail respectivement les déplacements de loisirs, la connectivité n'est pas significative dans le modèle de

Cervero et Duncan (2003) pour la marche non liée au travail et dans le modèle de Greenwald et Boarnet (2001) qui porte sur tous les déplacements à pied.

Dans certaines études issues du domaine de l'activité physique et de la santé, le concept d'accessibilité est pris en compte en termes de présence de certaines installations destinées aux sports et aux activités physiques à proximité du lieu de résidence. Généralement, celle-ci est évaluée par des déclarations de type « installation à proximité, oui/non » par les personnes interrogées. Booth et al. (2000) trouvent un lien positif entre l'accès aux installations d'activité physique et le niveau d'activité physique global. L'importance de l'accessibilité des parcs pour la marche pour le plaisir est mise en évidence par Humpel et al. (2004) et pour les déplacements à pied utilitaires par Giles-Corti et Donovan (2002a).

Un deuxième groupe de variables rencontrées dans la littérature relève de la dimension du design de l'environnement construit. Des variables représentant la présence et la qualité des infrastructures piétonnières se retrouvent parmi les études dans le domaine des transports et les études dans le domaine de l'activité physique. Parmi les premières, retenons l'étude de Cervero et Kockelman (1997) qui tient entre autres compte de la présence et de la largeur des trottoirs ainsi que de la présence d'arbres dans les rues. Ces éléments sont résumés par un facteur qui est significativement lié au choix modal (voiture versus non voiture). Les auteurs de Parsons Brinckerhoff Quade and Douglas (1993) établissent le lien entre la part modale de la marche et la qualité des infrastructures piétonnières à travers le *Pedestrian Environment Factor (PEF)*. Boarnet et Greenwald (2001) enregistre un lien positif entre le *PEF* et la probabilité de choisir la marche pour un déplacement donné. Dans certaines études du domaine de l'activité physique (Giles-Corti et Donovan, 2002a; De Bourdeaudhuij et al., 2003), les infrastructures piétonnières sont prises en considération en termes de présence/absence de trottoirs. L'étude de Giles-Corti et Donovan confirme que la présence de trottoirs est liée au temps consacré à la marche (utilitaire et loisirs) et dans l'étude de De Bourdeaudhuij et al. (2003), la présence de trottoirs est un prédicteur significatif pour le niveau d'activité physique modérée.

Toute une série d'études dans le domaine de l'activité physique analysent le lien entre les comportements individuels et les perceptions de l'environnement construit en termes d'attrait du quartier. Giles-Corti et Donovan (2002a), Humpel et al. (2004) et Ball et al. (2001) posent la question de l'attractivité globale du quartier. Un autre aspect souvent pris en compte par les études présentées est la sécurité du quartier (Giles-Corti et Donovan, 2002a; Booth et al., 2000; De Bourdeaudhuij et al., 2003; Humpel et al., 2004). Les études dirigées par Giles-Corti et De Bourdeaudhuij évaluent par ailleurs l'importance du trafic motorisé dans le quartier. Ces études constatent en général des liens significatifs entre les perceptions de l'environnement construit et les indicateurs de marche. Les liens observés se différencient pourtant selon les motifs de déplacement. Ainsi, l'attractivité du quartier semble avant tout être corrélée avec la marche pour le plaisir et pour l'entraînement et moins avec les déplacements utilitaires.

Si les études présentées confirment en général que l'environnement construit joue un rôle au niveau des comportements en matière de déplacements à pied et d'activité physique, les liens observés sont assez faibles. Dans certaines études, la proportion de variance expliquée par les indicateurs de l'environnement construit s'élève à environ 2% (Cervero et Kockelman, 1997; Frank et al., 2005), ce qui devrait être représentatif pour l'ensemble de la recherche. Les indicateurs de l'environnement construit ont un pouvoir explicatif qui est généralement inférieur à celui des variables de contrôle habituellement prises en compte. Ainsi, le sexe, l'âge, le niveau de formation, la disponibilité d'une voiture ou encore la structure du ménage ont apparemment une plus grande influence sur les choix en termes de mobilité que les caractéristiques de l'environnement construit dans lequel ces choix s'inscrivent. De même, les études dans le domaine de l'activité physique montrent que l'environnement physique est généralement moins important que les dimensions individuelles des modèles écologiques. Ce constat peut être illustré par la conclusion centrale de l'étude de Giles-Corti et Donovan (2002a) : « (...) *Perhaps the most striking finding of this study was that the influence of the physical environment on physical activity levels, generally was relatively weak and secondary to individual and social environment determinants* ». Les auteurs en déduisent qu'un environnement physique favorable ne suffit pas pour augmenter les niveaux d'activité physique. Selon eux, de telles interventions devront être complétées par des stratégies touchant les facteurs individuels et l'environnement social des individus. Dans leur discussion de la littérature scientifique, Owen et Humpel (2004) reconnaissent également les faibles parts expliquées par les variables liées à l'environnement physique. Ils

remarquent pourtant aussi que, dans un point de vue de santé public, ces faibles proportions peuvent devenir substantielles à l'échelle d'une population entière. Par ailleurs, on peut imaginer que la faiblesse des liens observés s'expliquent partiellement par le fait que les études se caractérisent en général par une conceptualisation assez limitée et fragmentaire de l'environnement construit.

Si nous pouvons retenir que les études confirment la présence de liens entre l'environnement construit, la marche et par conséquent le niveau d'activité physique, la question de l'importance des différents éléments de l'environnement construit reste assez ouverte (cf. Handy, 2005 : 30 ; Hanson et al. 2005 : 140). Les études comparatives montrent des différences significatives au niveau des comportements, mais ne permettent pas d'attribuer ces différences à un élément de l'environnement construit précis. Dans les études corrélatives, l'analyse du poids des indicateurs est généralement une tâche très difficile en raison des problèmes de colinéarité. Malgré les incertitudes, quelques tendances émergent après le survol des études disponibles. Certaines études dans le domaine des transports confirment le lien entre les déplacements à pied utilitaires et les indicateurs de forme urbaine. La densité de population, la mixité des affectations du sol ainsi que la connectivité du réseau de transport peuvent jouer un rôle au niveau des déplacements à pied de type utilitaire. Malgré ses avantages au niveau de la simplicité des mesures, de la disponibilité des données et son pouvoir explicatif, la densité de population est toutefois un prédicteur suboptimal. Les recherches futures devraient se pencher davantage sur des indicateurs qui permettent une interprétation plus directe et plus intuitive des mécanismes de l'influence sur le comportement de marche. Dans ce contexte, il serait intéressant de compléter ou de remplacer les indicateurs globaux de la forme urbaine par des mesures plus fines et détaillées de l'accessibilité de certains commerces et services (cf. Handy, 2005 : 30). Par ailleurs, les études montrent que la pertinence des différents éléments de l'environnement construit peut également varier en fonction des motifs des déplacements utilitaires. Des études plus spécifiques distinguant les différents motifs s'imposent donc. Une telle approche se justifie également par les résultats des recherches dans le domaine de l'activité physique. Ceux-ci confirment en général que l'attrait esthétique d'un quartier peut être un élément encourageant les promenades à pied et la marche pour s'entraîner. Malgré leurs limites manifestes, nous estimons que les études transversales pourront contribuer encore davantage à identifier les éléments de l'environnement construit qui sont importants dans une optique de promotion d'activité physique.

Un autre point qui devrait susciter l'attention des recherches futures est la question de la nature causale du lien observé entre l'environnement construit, la marche et l'activité physique. La recherche actuelle, qui se caractérise par la dominance des études transversales, se trouvent encore loin de fournir de véritables preuves de l'existence de relations causales⁷. Selon l'hypothèse d'un choix résidentiel lié aux préférences de mobilité, qui s'inscrit dans un cadre conceptuel plus global tenant aussi compte des choix à long terme, il n'est pas sûr si les corrélations entre l'environnement construit et la marche ne constituent pas, au moins partiellement, des liens artificiels. Nous avons déjà abordé ce problème dans le cadre du chapitre traitant des enjeux conceptuels et méthodologiques. Deux des études transversales présentées tiennent compte du choix résidentiel à l'aide de méthodes statistiques spécifiques. Greenwald et Boarnet (2001) travaillent avec des variables instrumentales pour faire face aux éventuelles corrélations entre les variables indépendantes et les résidus du modèle. Bagley et Mokhtarian (2002) essaient de dévoiler d'éventuels liens artificiels par un modèle d'équations structurelles. Cette étude, qui ne trouve finalement plus d'effet de l'environnement construit sur les déplacements, renforce en effet l'hypothèse selon laquelle le comportement de mobilité serait avant tout fonction d'attitudes et de préférences qui déterminent également le choix du lieu de résidence. Par conséquent, il semble indispensable que les études futures tiennent compte de ces dimensions négligées par la plupart des études qui ont été discutées.

Dans l'avenir, des études longitudinales, qui jouent encore un rôle très marginal dans ce domaine de recherche, seront vitales pour confirmer de manière plus rigoureuse la nature causale des relations étudiées ici. Dans cette perspective, deux études en cours, dont l'une aux États-Unis et l'autre en Australie, semblent particulièrement prometteuses (cf. Handy, 2005 : 36). L'étude américaine, effectuée par S. Handy et P. Mokhtarian, évalue le comportement de mobilité d'un certain nombre de personnes avant et après leur déménagement dans un autre quartier et compare ces données à un groupe de contrôle qui comprend des personnes qui n'ont pas déménagé. À Perth, un groupe de chercheurs, sous la direction de B. Giles-Corti, est en train d'effectuer une

⁷ Voir Handy (2005 : 31-38) pour une discussion détaillée des conditions de base d'une interprétation en termes de causalité et leurs implications pour la recherche dans le domaine

étude simialire qui porte sur 5 ans. Dans le cadre de celle-ci, des personnes, s'installant dans des nouveaux quartiers périphériques qualifiés comme favorable à la marche, sont interrogées sur leur comportement avant et après leur déménagement. Par ailleurs, d'autres études longitudinales plus ponctuelles et plus économes en ressources pourront apporter une contribution importante quant à la quantification de l'effet d'interventions locales au niveau de l'environnement construit (par exemple de l'aménagement d'un chemin pédestre).

Chapitre 4: **Dispositif de l'enquête**



4.1 Le cadre conceptuel : nécessité d'un modèle global et complexe

La recherche présentée dans le chapitre précédent montre que l'étude du lien entre l'environnement construit et l'activité physique sous forme de marche nécessite un modèle conceptuel global qui tient compte de toute une série de dimensions tant au niveau du comportement et des caractéristiques individuelles, qu'au niveau de l'environnement construit. Les théories traditionnelles des disciplines concernées présentent chacune certaines limites et ne sont pas en mesure de fournir un cadre qui recouvre la totalité des concepts et des liens nécessaires à une meilleure compréhension des observations. Si les modèles, exposés au chapitre précédent, se caractérisent par des approches théoriques fort différentes, chacun présente des points forts qui contribuent de manière complémentaire à l'explication des phénomènes observés.

La théorie centrale dans le domaine des transports, celle des choix effectués en fonction de la maximisation de l'utilité individuelle, explique le comportement des individus en fonction de leur rationalité économique. Étant une véritable théorie comportementale, elle ne permet pas seulement de désigner les facteurs interférant dans les processus de choix, mais fournit également une explication des mécanismes de choix que l'individu effectue en matière de transports. C'est justement l'accent sur l'explication de ces mécanismes qui est un point très fort de la théorie de la maximisation de l'utilité. Les théories microéconomiques sous-jacentes présentent pourtant, en même temps, des limites importantes. Dans notre domaine d'étude, ces limites découlent notamment de la conception de la mobilité en termes de demande dérivée. Dans une perspective d'activité physique, qui s'intéresse également aux déplacements effectués pour le plaisir et dans le but d'exercer une activité, ce point de vue semble en effet assez inapproprié. Handy (2005) présente plusieurs extensions possibles de la théorie de la maximisation de l'utilité. Une première extension concerne l'approche qui considère les déplacements eux-mêmes comme des activités et qui distingue ainsi les déplacements représentant une véritable demande dérivée des déplacements qui constituent une fin en soi. La deuxième extension, qui renvoie à la notion de « l'utilité positive » des déplacements, semble particulièrement intéressante pour l'étude de la marche dans une optique d'activité physique. Selon cette notion, on peut admettre que les bénéfices pour l'individu peuvent résulter non seulement des activités pour lesquelles un déplacement est effectué, mais également du déplacement lui-même. Dans cette perspective, la maximisation de l'utilité individuelle ne correspondrait plus à une minimisation du temps de déplacement. En particulier, la marche constitue un moyen de transport qui peut être associé à une utilité positive à plusieurs niveaux : être dehors, percevoir l'environnement et profiter des effets bénéfiques pour la santé et le bien-être.

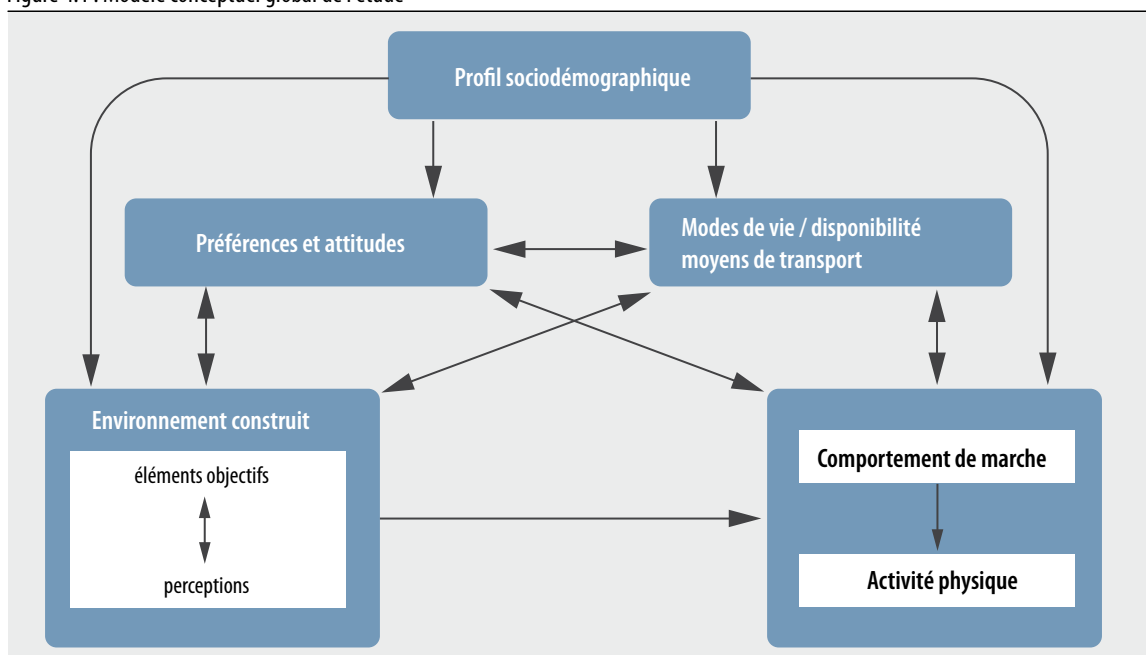
Alors que ces extensions montrent que la théorie de la maximisation de l'utilité peut dans une certaine mesure être adaptée au cadre des déplacements à pied et de l'activité physique, les modèles dans le domaine des transports restent cependant assez limités dans leur conceptualisation des éléments de l'environnement construit qui peuvent avoir un effet sur les déplacements à pied. Il faut pourtant rappeler que des efforts ont été entrepris afin d'intégrer dans les modèles des concepts qui vont au-delà de la simple modélisation de l'environnement en termes de distances. La dimension du design de l'environnement et son influence sur les perceptions des piétons joue toutefois un rôle très marginal dans ce type de recherches.

Le point fort des modèles écologiques couramment utilisés dans la recherche de l'activité physique est leur cadre global qui traite les attributs de l'environnement en tant que dimension parmi de nombreux facteurs individuels et sociaux. Les attributs de l'environnement construit pris en compte recouvrent généralement plusieurs niveaux : indicateurs d'accessibilité, présence de trottoirs et de parcs, attrait esthétique du quartier. En même temps, les théories dans le domaine de l'activité physique ne fournissent que peu de bases pour justifier clairement pourquoi un certain élément serait important pour étudier le comportement. Ceci s'explique par le fait que ces théories, contrairement aux modèles de la maximisation de l'utilité, ne permettent généralement pas d'expliquer le mécanisme de l'influence des facteurs environnementaux (cf. Handy, 2005 : 18).

Sur la base des théories présentées et tout en tenant compte de leurs faiblesses décrites ci-dessus, nous avons développé des modèles conceptuels qui constituent la base de l'enquête empirique et des analyses quantitatives. Le premier modèle constitue le cadre conceptuel global de l'étude et il s'inspire largement de celui qui est proposé par Handy (2005 : 75), que nous avons toutefois détaillé et complété (notamment par la prise en considération explicite du profil sociodémographique et de la dimension des modes de vie). Ce modèle remet le lien entre

l'environnement construit et la marche dans un contexte plus large qui comprend des dimensions qui ne sont souvent pas traitées dans leur ensemble par les études actuelles. Il tient non seulement compte de l'importance des préférences vis-à-vis des moyens de transport et de leur disponibilité, qui est mise en évidence par certaines recherches dans le domaine des transports (cf. Kitamura et al., 1997 ; Bagley et Mokhtarian, 2002), mais également du rôle des perceptions de l'environnement. Ces dimensions font partie d'un système complexe de liens réciproques qui correspondent à des choix et des influences inscrites dans différentes échelles temporelles. Ainsi, le modèle tient compte de l'interaction entre les choix quotidiens et les choix et influences à long terme. L'idée de cette interdépendance est soutenue par les théories du comportement de mobilité qui reconnaissent en général l'influence des choix occasionnels (possession d'une voiture, choix du lieu de travail, choix du lieu de résidence) sur les choix quotidiens en matière de transports (cf. Handy, 2005 : 32). Dans la pratique cependant, Handy (ibidem) l'affirme, on limite souvent les analyses aux processus de choix quotidiens. La question de la relation entre ces niveaux se complique par ailleurs par le fait que les choix occasionnels peuvent à leur tour être influencés par les choix quotidiens.

Figure 4.1 : Modèle conceptuel global de l'étude



Jonas Schmid, 2006, d'après Handy (2005: 75)

Dans le modèle présenté dans la figure 4.1, l'environnement construit est divisé en deux dimensions : les éléments objectifs et les perceptions qui peuvent encourager ou décourager les déplacements à pied au quotidien. La marche présente des liens réciproques avec les attitudes et les préférences en matière de mobilité, les modes de vie et la disponibilité des moyens de transport (notamment d'une voiture). Le comportement de marche n'est donc pas seulement le résultat de ces facteurs, mais peut également avoir une influence sur ceux-ci. Concrètement, nous admettons que les expériences qu'une personne fait au niveau de sa mobilité quotidienne peuvent aussi marquer ses attitudes vis-à-vis des moyens de transport et de l'activité physique. Enfin, la marche peut être liée à toute une série de facteurs faisant partie du profil sociodémographique des individus, qui ont été mis en lumière dans le deuxième chapitre du travail.

Au niveau des choix et des influences à plus long terme, les préférences et le mode de vie d'une personne constituent des facteurs potentiels du choix résidentiel et peuvent par conséquent déterminer les caractéristiques de l'environnement construit dans lequel elle choisit de vivre. En même temps, il est concevable que l'environnement exerce à son tour un effet sur ces dimensions¹. Ce lien réciproque traduit l'hypothèse selon laquelle les caractéristiques du lieu de résidence peuvent marquer à long terme les préférences en matière de mobilité en fonction des expériences de l'individu relatives à l'environnement construit qui l'entoure. Il est par

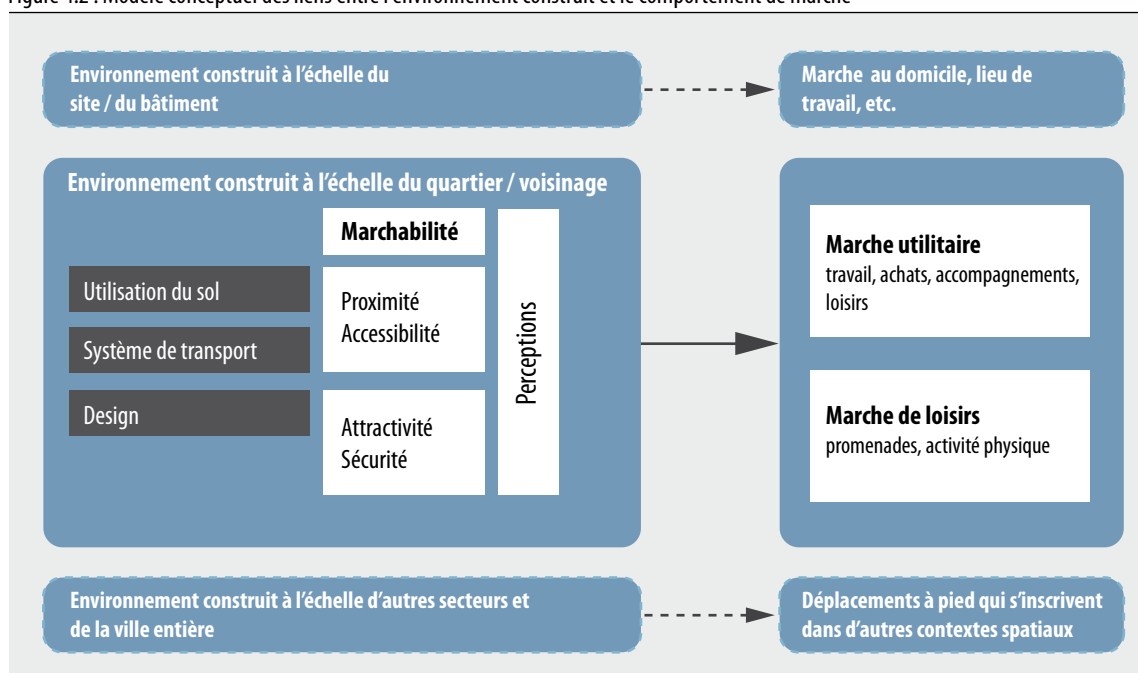
¹ La nécessité d'une meilleure compréhension de ses effets a d'ailleurs été soulignée par Bagley et Mokhtarian (2002).

exemple concevable que des attitudes peu favorables vis-à-vis de la mobilité à force humaine d'une personne ayant effectué un déménagement pourraient se transformer à long terme sous l'influence d'un environnement construit qui encourage la marche.

À part le modèle conceptuel global, nous proposons un modèle conceptuel focalisé sur les liens entre l'environnement construit et la marche, relations qui constituent l'intérêt central de l'étude (voir figure 4.2). Dans une optique d'activité physique de la marche, l'environnement construit peut exercer des influences sur les comportements à plusieurs échelles : à l'échelle du site ou du bâtiment, à l'échelle du quartier et à l'échelle d'une région entière. À l'échelle du site ou du bâtiment, les caractéristiques de l'environnement construit influencent les déplacements à pied effectués à la maison, au travail, ou dans les installations publiques ou privées dans lesquelles les activités quotidiennes ont lieu. Dans une perspective d'activité physique, un élément-clé de cette échelle est la présence, la qualité et l'usage des escaliers. Notre étude ne tient pas compte de ce niveau d'analyse et s'intéresse uniquement à la deuxième échelle d'analyse qui est celle du quartier dans lequel une personne réside. C'est en effet à cette échelle qu'un grand nombre de déplacements (ou étapes) à pied quotidiens s'effectuent. L'accent sur cette échelle d'analyse permettra de mettre en relation une portion limitée de l'environnement construit, plus ou moins facilement mesurable, avec les déplacements à pied qui ont pour origine ou destination le domicile des personnes. Évidemment, une part plus ou moins importante des déplacements à pied quotidiens peut s'inscrire dans d'autres contextes spatiaux, ce dont la troisième échelle du modèle tient compte. En raison de l'approche basée sur le quartier, le rôle de l'environnement construit au niveau de ces déplacements nous échappe. À part des informations assez précises sur les déplacements effectués dans le périmètre du quartier, l'analyse comprendra pourtant aussi des indicateurs simples qui renvoient au comportement de marche global des personnes.

Dans notre définition de l'environnement construit (qui a déjà été utilisée dans les chapitres précédents), nous suivons Handy (2005) et Frank et al. (2003) qui le divisent en trois différentes dimensions : l'utilisation du sol, les systèmes de transports et le design. Les caractéristiques de ces trois composantes ont une influence sur plusieurs facteurs qui déterminent ce que nous appelons le degré de marchabilité d'un quartier ou d'un secteur. Plusieurs concepts sont utilisés pour décrire ces facteurs qui sont importants pour le comportement en matière de déplacement à pied. Un premier concept important est l'accessibilité des services, des commerces et des installations publiques. Elle est notamment liée à l'utilisation du sol et aux caractéristiques du système de transport (en termes de réseau de support pour la marche). La dimension du design détermine l'allure et la qualité des rues et des places au niveau des installations piétonnières, de la présence de verdure dans la rue, et de l'architecture. Les caractéristiques du design de l'environnement construit ont une influence sur l'attrait esthétique du quartier

Figure 4.2 : Modèle conceptuel des liens entre l'environnement construit et le comportement de marche



et déterminent comment celui-ci est perçu en termes de sa qualité pour se déplacer à pied. D'autres éléments qui sont liés au design du quartier sont la sécurité (notamment vis-à-vis du trafic) et l'ambiance dans les rues (présence d'autres piétons). Pour des raisons de simplicité, nous renonçons dans le cadre de ce travail à une discussion plus détaillée des éléments liés au design et admettons que la liste n'est pas exhaustive.

En ce qui concerne la marche, le modèle distingue les déplacements utilitaires, correspondant à une demande dérivée, des déplacements à pied de loisirs qui s'inscrivent dans une logique de demande primaire. Les motifs pour les déplacements utilitaires peuvent être variés : aller au travail, aller faire des courses, aller faire des activités de loisirs, accompagner quelqu'un. Ces déplacements sont effectués entièrement ou par étapes à pied. Les déplacements de loisirs constituant une demande primaire peuvent aussi être liés à différents motifs qui ont pourtant toujours trait à l'utilité de la marche elle-même.

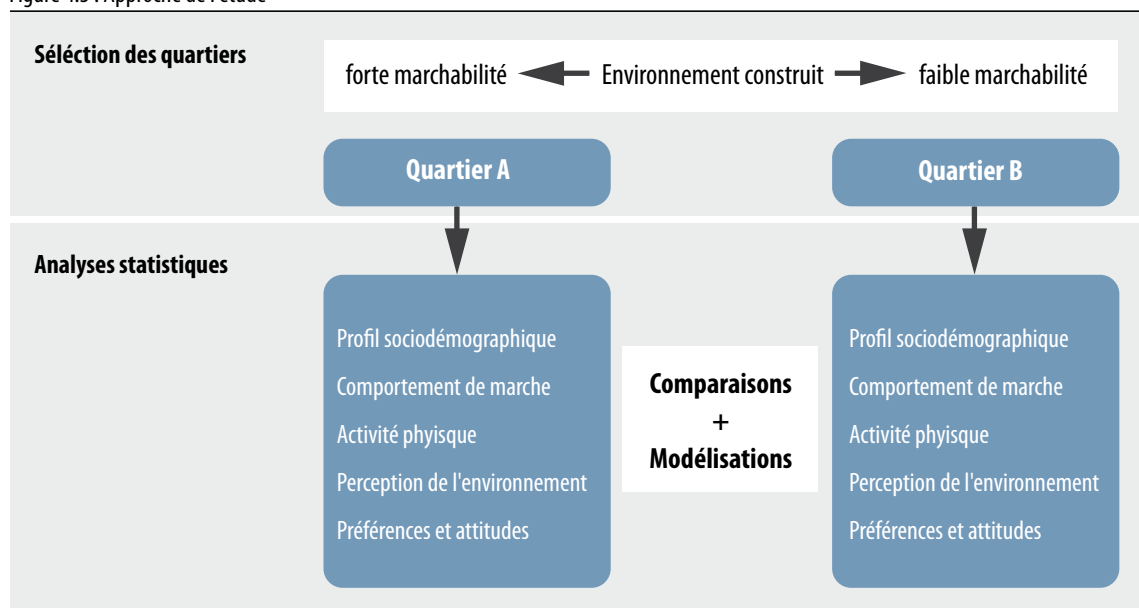
Nous admettons que les mécanismes, en fonction desquels l'environnement construit influence le comportement de marche, peuvent varier selon le type et le motif du déplacement. Pour les déplacements utilitaires, l'accessibilité est un facteur central dont l'influence sur le choix de se déplacer à pied peut être expliquée en faisant recours aux théories traditionnelles du comportement en matière de mobilité. En tenant compte de l'idée de l'utilité positive d'un déplacement à pied, on peut admettre que l'attractivité du design de l'environnement construit peut également avoir un effet sur le choix de marcher pour atteindre un certain endroit. Pour les déplacements à pied de loisirs, l'utilité associée à l'expérience et la perception de l'environnement construit et, par là, à la dimension du design est très centrale. Par ailleurs, le comportement de marche de ce deuxième type peut aussi être influencé par l'accessibilité de ses supports naturels ou construits (espaces naturels, parcs publics, etc.).

4.2 Approche de l'étude

Des données qui permettraient de couvrir le cadre conceptuel exposé dans le sous-chapitre précédent n'existent pas en Suisse. C'est la raison pour laquelle une propre récolte de données s'est imposée. Celle-ci était d'une part liée à un grand investissement en ressources, mais elle permettait d'autre part l'établissement d'une base de données très spécifique par rapport aux objectifs de ce travail. L'enquête que nous avons effectuée s'inscrit largement dans une approche comparative. La spécificité de cette approche réside dans le fait qu'une partie de l'analyse et de l'évaluation de l'environnement construit précède l'échantillonnage et constitue la base de celui-ci. Ainsi, nous avons choisi deux quartiers parmi l'ensemble des quartiers de la ville de Zurich en fonction de critères théoriquement liés au comportement de marche et d'activité physique. Les comportements des individus ont été évalués à travers une enquête écrite qui permettait en même temps de mesurer les autres dimensions du cadre conceptuel exposé. En faisant recours à des méthodes quantitatives, le travail mettra en évidence d'éventuelles différences au niveau du comportement des résidents des deux quartiers. Il se posera ensuite la question de savoir dans quelle mesure ces différences peuvent être mises en relation avec les différences qui distinguent les deux quartiers au niveau de leur environnement construit. Pour ce faire, des analyses statistiques plus poussées seront utilisées, afin de tenir compte de l'ensemble des dimensions et des liens formalisés dans le cadre conceptuel global de l'étude. La démarche relative à cette approche est esquissée dans la figure 4.3.

Un avantage de l'approche comparative de l'étude réside dans la simplicité de l'évaluation objective des éléments de l'environnement construit. Celle-ci se réduit en effet à une analyse et une caractérisation de l'ensemble des quartiers de la ville en fonction de laquelle les quartiers étudiés sont choisis. En grande partie, cette analyse se base sur des données relatives à l'environnement construit qui sont fournies par les statistiques officielles. En revanche, l'approche comparative est fortement limitée quant à la question de l'importance des différents éléments de l'environnement construit. Tout comme les autres études comparatives discutées, nous ne serons dans un premier temps pas en mesure de déterminer les éléments particuliers responsables d'éventuelles différences au niveau du comportement des résidents. Aussi une évaluation objective à l'échelle des quartiers néglige évidemment les variations des éléments de l'environnement construit à l'intérieur de ces unités. Cependant, nous allons tenter de prendre en considération ces questions par une analyse des attributs de l'environnement construit tels qu'ils sont évalués par les personnes interrogées. Cette évaluation subjective nous permettra de passer de l'échelle du quartier à une échelle d'analyse plus micro qui concerne le voisinage immédiat des habitants. Par ailleurs,

Figure 4.3 : Approche de l'étude



Jonas Schmid, 2006

l'évaluation subjective effectuée par les personnes interrogées permettra d'étudier le lien entre les caractéristiques objectives, sur la base desquelles les quartiers ont été choisis, et la manière dont les habitants perçoivent leur quartier dans le contexte de leurs pratiques quotidiennes de marche.

À part les données relatives au comportement des individus, l'enquête dans les deux quartiers a fourni une grande quantité d'informations sur les préférences et les modes de vie des personnes interrogées. En tenant compte de ces dimensions, les analyses porteront une attention particulière à l'hypothèse du choix résidentiel en fonction de préférences en matière de mobilité. Cette hypothèse, nous l'avons vu, remet partiellement en question les corrélations observées par les études actuelles. Nous allons prendre en considération cette problématique en faisant recours à des modélisations statistiques sophistiquées permettant de tester l'ensemble des structures hypothétiques dressées dans le cadre conceptuel global. Ainsi, nous espérons pouvoir contribuer à éclaircir la question de la causalité des relations observées malgré les limitations liées à la nature transversale de l'étude.

4.3 Les quartiers étudiés

4.3.1 Le choix des quartiers : un indice de marchabilité

L'objectif de la sélection des quartiers à étudier consistait à en choisir deux parmi l'ensemble des quartiers de la ville de Zurich qui s'opposent fortement au niveau des éléments de l'environnement construit susceptibles d'avoir une influence sur la marche. Un deuxième critère de sélection concernait le profil sociodémographique en fonction duquel les quartiers ne devaient pas présenter des écarts trop importants. Il s'agissait donc de trouver deux quartiers qui se caractérisent par des populations plus ou moins homogènes en ce qui a trait aux variables qui sont généralement corrélées avec le comportement de marche. Cet argument se fonde sur l'idée de « nettoyer » le lien entre l'environnement construit et la marche d'autres influences par la disposition de l'étude même. Il a été dit de cette approche qu'elle pourrait être qualifiée de quasi-expérimentale. Notons toutefois que l'influence des caractéristiques sociodémographiques est maîtrisable dans les analyses statistiques plus poussées en les intégrant directement sous forme de variables correspondantes issues de l'enquête par les questionnaires.

Afin de caractériser de manière objective les quartiers de Zurich en fonction des attributs de l'environnement construit importants pour la marche, nous avons fait recours à l'indice de « marchabilité » développé par Frank et al. (2004, 2005). Cet indice se compose de trois variables centrales renvoyant à la dimension de l'utilisation du sol et du système de transport (voir cadre conceptuel, page 48), et dont le lien avec la marche a été confirmé par

de nombreuses études : la densité, la mixité de l'utilisation du sol et la connectivité du réseau routier. La troisième dimension de l'environnement construit tel que nous l'avons défini, le design, n'entre donc pas directement en matière lors de la sélection des quartiers, ce qui s'explique notamment par le manque de données relatives. Il est pourtant fort probable que certaines variables liées au design soient corrélées avec les indicateurs de densité, de mixité et de connectivité. Le tableau 4.1 résume les trois variables utilisées et précise comment elles ont été mesurées. L'indicateur de densité et l'indicateur de mixité ont pu être calculés sur la base des statistiques du Recensement fédéral 2000 et des statistiques disponibles de la ville de Zurich. Le calcul de l'indicateur de connectivité a demandé des opérations effectuées par un logiciel de système d'information géographique.

Tableau 4.1 : Les variables de l'indice de marchabilité selon Frank et al. (2004, 2005)

Variable	Indicateur	Mesures	Source
Densité de population	Densité de population nette	Nombre de personnes par hectare de zone résidentielle	a), b)
Mixité de l'utilisation du sol	Entropie de l'utilisation du sol entre surfaces résidentielles, surfaces de production, surfaces de bureau et cabinets et surfaces commerciales	$\text{Entropie de mixité} = -1 * \frac{\sum_{i=1}^k (p_i * \ln p_i)}{\ln k}$ où p = proportion de surface attribuée à l'utilisation i où k = nombre d'utilisations différentes (= 4)	c)
Connectivité	Nombre d'intersections à 4 branches et plus par kilomètre carré	Topologie et comptages SIG	d)

a) Etat recensement fédéral 2000; Source: Office fédéral de la statistique, Recensements fédéraux; Publication: Statistik Stadt Zürich, Vielfältiges Zürich - Die Menschen und ihre Quartiere, Analysen 9, 2004.
 b) Source: Statistik Stadt Zürich; Publication: Jahrbuch 2004, Kapitel 2: Stadtgebiet und Meteorologie.
 c) Source: Statistik Stadt Zürich; Publication: Die Quartiere der Stadt Zürich im Aufriss. Flächennutzung nach Geschoss und Stadtquartier, Daten 3, 2004.
 d) Source: Vector 25, Swisstopo, état 2000; Amtliche Vermessung Stadt Zürich.

La densité des quartiers est mesurée par l'indicateur de la densité de population nette qui correspond au nombre d'habitants par hectare de zone résidentielle (conformément au plan d'affectations BZO 99).

Le calcul de la mixité se base sur les données relatives à l'utilisation du sol selon les surfaces d'étages. Pour créer l'indicateur, la proportion de chaque utilisation par rapport à l'ensemble des surfaces d'étages a été calculée. Les statistiques ont permis de prendre en considération quatre catégories d'utilisation du sol : les surfaces résidentielles, les surfaces de production, les surfaces de bureaux et cabinets ainsi que les surfaces commerciales. L'indicateur de l'entropie de la mixité, proposé par Frank et al. (2004, 2005) et Cervero et Duncan (2003), est utilisé afin de mesurer le degré de mixité des 34 quartiers de la ville (voir formule dans tableau 4.1). Cette formule quantifie le degré de mixité par une valeur se situant entre 0 (une seule utilisation du sol) et 1 (distribution uniforme des parts d'utilisations du sol).

Un indicateur approprié pour caractériser la connectivité d'un réseau routier est la densité des intersections (cf. Frank et al., 2004 et 2005 ; Reilly et Landis, 2002 ; Crane et Crepeau, 1998). Nous considérons ici le nombre d'intersections à 4 ou plus de branches afin d'évaluer le degré de connectivité. La densité de ce type d'intersection est mesurée par rapport à l'ensemble de la superficie sans tenir compte des surfaces de forêt et de lac. Les mesures se basent sur la couche "réseau routier" du modèle vectoriel VECTOR25 qui a été combiné avec des données numériques sur les limites de quartiers et la couverture du sol. L'évaluation du nombre des différents types d'intersections a demandé des opérations de classification topologique des nœuds du réseau et des opérations de comptage qui ont été effectuées par les logiciels ARCINFO et ACCESS.

Les scores des 34 quartiers de Zurich relatifs aux trois variables de marchabilité sont présentés dans l'annexe 1.1, page 126. Deux quartiers du centre de la ville (Lindenhof et Rathaus) ont été exclus des analyses, puisqu'ils ne présentent pas de zones exclusivement résidentielles. À partir des trois indicateurs, l'indice de marchabilité a été calculé par deux méthodes différentes. La première méthode se base sur une analyse en composantes principales qui se justifie par le fait que les indicateurs présentent, ce qui n'est pas surprenant, une forte interdépendance. Les indicateurs de densité et de connectivité présentent les plus fortes corrélations. L'analyse en composantes principales permet de résumer les trois indicateurs par un facteur qui explique 64.5% de la variance totale, ce qui est assez satisfaisant (voir annexe 1.2, page 126). Le classement des quartiers en fonction de ce premier indice, qui correspond aux scores des quartiers sur le facteur obtenu, se retrouve dans l'annexe 1.3, page 127.

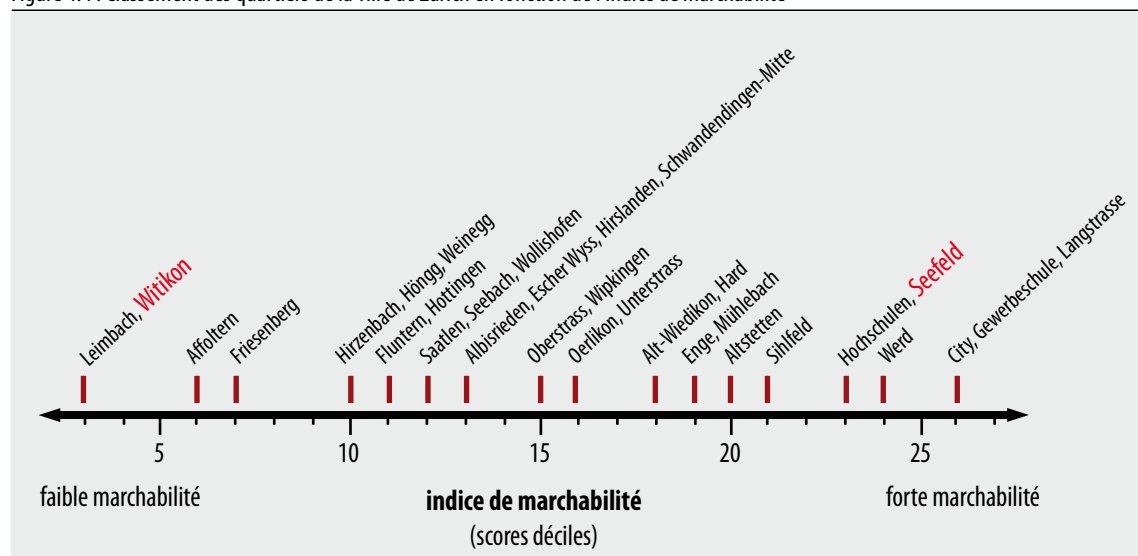
La deuxième méthode utilisée pour créer un indice à partir des trois indicateurs se base sur une addition de leurs scores. Pour que chaque indicateur ait le même poids, les scores ont été recodés selon leur appartenance aux déciles et ont donc pu prendre une valeur entre 1 et 10. Par une addition de ces scores, nous avons obtenu un deuxième indice de marchabilité (voir annexe 1.3, page 127). Malgré certains écarts, le classement général des quartiers selon les deux indices est assez similaire. Pour la suite, nous avons retenu l'indice basé sur l'addition de scores qui a l'avantage de pondérer les trois indicateurs de manière équilibrée. Cette considération semble pertinente puisque nous en savons peu sur l'importance relative des indicateurs de l'environnement construit (voir sous-chapitre 3.6). L'indice qui se fonde sur l'analyse en composantes principales a en effet tendance à pénaliser l'indicateur de mixité qui est moins bien représenté par le facteur obtenu que les autres indicateurs.

La figure 4.4 représente le classement des quartiers selon l'indice de marchabilité retenu. Puisque l'objectif consistait à identifier des quartiers qui s'opposent le plus fortement possible au niveau de leur degré de marchabilité, ce sont en premier lieu les extrémités de l'échelle qui nous intéressent. Tandis qu'au niveau de l'indice de marchabilité un maximum de différence a été cherché, nous avons recherché en même temps deux quartiers qui se ressemblent au niveau de leur structure sociodémographique. Une analyse par Statistik Stadt Zürich (2004), qui établit une classification des quartiers en cinq groupes, constitue une bonne base pour la prise en considération des caractéristiques sociodémographiques de la population. Une sélection basée sur les deux critères conjointement s'est pourtant avérée extrêmement difficile et ne peut que résulter dans une solution suboptimale. En effet, les quartiers appartenant au même groupe sur le plan sociodémographique ont également tendance à se situer proche l'un de l'autre sur l'indice de marchabilité.

Deux quartiers, Witikon et Leimbach, présentent la valeur minimale de 3 sur l'échelle de marchabilité, ce qui signifie que leurs scores se situent dans le premier décile de tous les indicateurs de l'environnement construit. Ces faibles valeurs rendent ces quartiers extrêmement intéressants pour notre analyse. Les deux sont des quartiers résidentiels qui se situent dans la périphérie de la ville. Statistik Stadt Zürich les classe dans le groupe des quartiers familiaux de la classe moyenne (Statistik Stadt Zürich, 2004 : 15).

La valeur maximale de 30 de l'indice n'est atteinte par aucun des quartiers. Les quartiers de City, de Gewerbeschule et de Langstrasse atteignent la valeur 26 qui est la plus élevée que l'on peut observer. Ensuite viennent les quartiers de Werd, de Seefeld et de Hochschulen qui présentent des scores de 24, respectivement 23 sur l'indice de marchabilité. Tous ces quartiers se trouvent dans d'autres groupes sociodémographiques dans les analyses de Statistik Stadt Zürich que les deux quartiers retenus qui présentent un niveau de marchabilité faible. Pour retrouver un quartier faisant partie du même groupe que Witikon et Leimbach, il faut en effet descendre jusqu'à la valeur 13 de l'indice. Face à ce problème, nous avons préféré mettre l'accent sur le critère de la marchabilité et de considérer de manière plus flexible le critère de l'homogénéité sociodémographique. Notre choix est alors

Figure 4.4 : Classement des quartiers de la ville de Zurich en fonction de l'indice de marchabilité



Jonas Schmid, 2006

tombé sur le quartier de Witikon (faible marchabilité) et le quartier de Seefeld (forte marchabilité) et se fonde sur plusieurs considérations.

Une comparaison du quartier de la City à l'un des quartiers résidentiels à faible marchabilité semble peu pertinente en raison de sa situation centrale et de sa fonction résidentielle marginale. Le quartier de Gewerbeschule, de Langstrasse et de Werd constituent des « *quartiers multiculturels présentant une proportion importante de ménages à une seule personne* » (Statistik Stadt Zürich, 2004 : 15). Le quartier de Seefeld se caractérise également par une part relativement élevée de ménages à une seule personne, mais s'approche plus du profil de Witikon et de Leimbach au niveau de la proportion de la population étrangère qui est relativement faible. Celle-ci atteint des parts assez conséquentes dans les quartiers de la Langstrasse, de la Gewerbeschule et de Werd qui se situent entre 33% et 40% (Statistik Stadt Zürich, 2006). Des considérations relatives à des limites de compréhension éventuelles liées à notre questionnaire monolingue expliquent pour une grande partie le choix en défaveur de ces trois quartiers. Le quartier des Hochschulen enfin semble assez problématique pour une analyse comparative de la marche en raison de la majorité de sa superficie qui se trouve en pente sur le versant du Zürichberg. Compte tenu de sa topographie, le quartier de Seefeld, qui se situe sur des terrains plats au bord du lac, s'avère tout à fait intéressant pour notre étude.

Du côté des quartiers à faible marchabilité, le quartier de Witikon a été retenu, puisqu'il montre, notamment en ce qui concerne le niveau de formation, une structure sociodémographique plus similaire à celle du quartier de Seefeld (cf. Statistik Stadt Zürich, 2006). Le profil sociodémographique du quartier de Seefeld et de Witikon présente pourtant, comme le chapitre suivant le montrera, des écarts assez importants en ce qui concerne la structure des ménages.

4.3.2 Descriptifs des quartiers étudiés

4.3.2.1 Seefeld : un quartier urbain traditionnel du 19^{ième} siècle à proximité du centre-ville

Le quartier de Seefeld se situe sur des terrains alluviaux, sur la rive droite de l'extrémité nord du lac de Zurich et avoisine immédiatement la zone centrale de la ville. Il s'étend de l'opéra sur la place du Bellevue au Nord jusqu'à la gare RER de Tiefenbrunnen au Sud. Un rapport de la Société Suisse pour des Études culturelles nous fournit quelques éléments historiques de ce quartier².

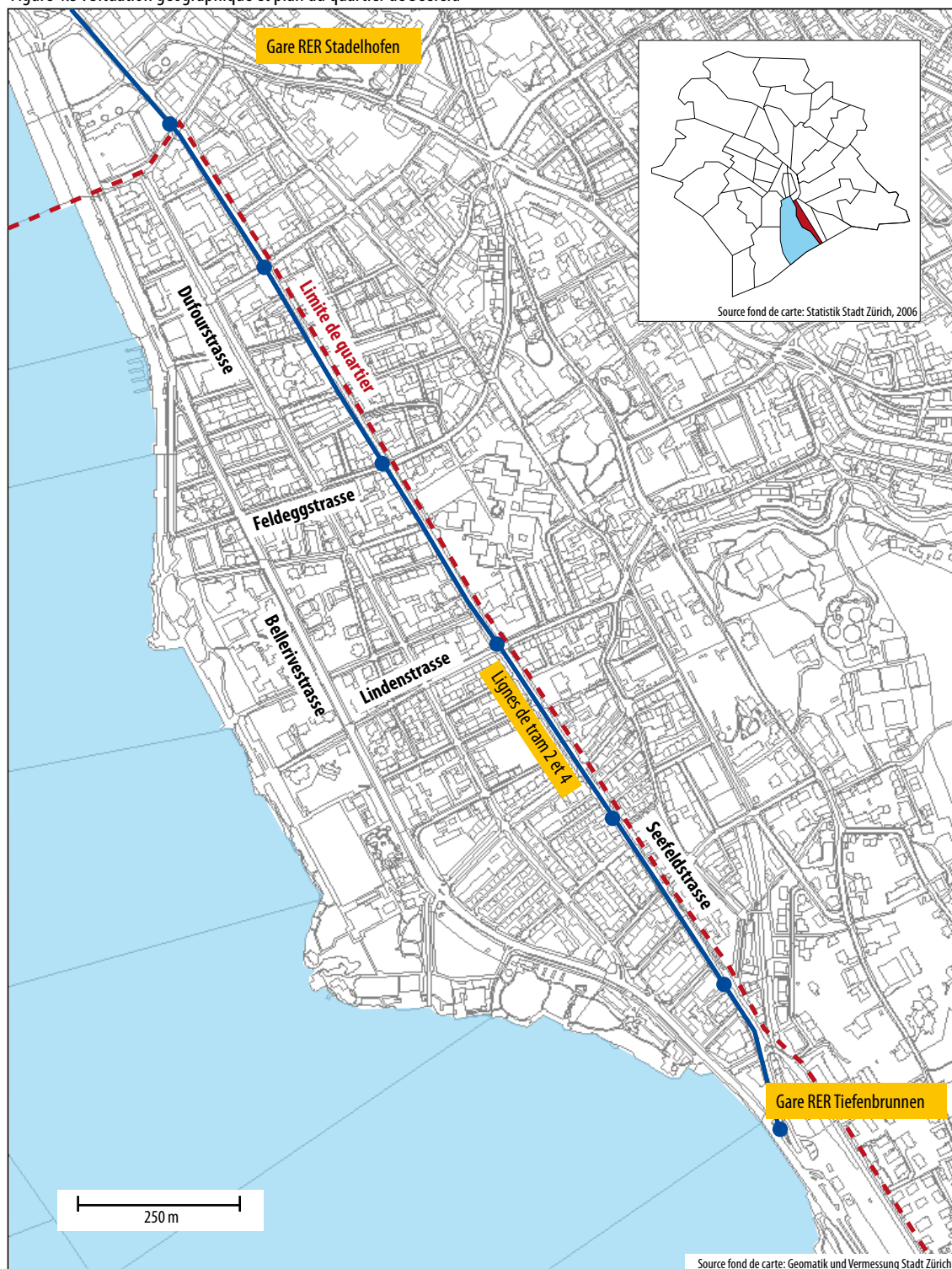
La zone dans laquelle le Seefeld se situe, initialement un terrain marécageux, resta en très grande partie libre de constructions jusqu'au début du 19^{ième} siècle. À partir de ce moment, un petit centre artisanal et industriel commence à se développer dans la partie nord du quartier qui est limitrophe à la vieille ville. Durant les décennies suivantes, le Seefeld connaît une urbanisation progressive qui est notamment caractérisée par la construction d'immeubles collectifs, formant souvent des unités régulières autour d'une cour intérieure. Ces immeubles hébergèrent généralement des commerces et des petits artisans au rez-de-chaussée et offrirent des appartements pour la classe moyenne et les travailleurs sur les étages. Après l'aménagement de la zone des quais, un certain nombre de villas urbaines fut construit dans les zones limitrophes du lac. Durant le 20^{ième} siècle, le processus d'urbanisation se renforça et la structure fonctionnelle et sociodémographique du quartier se modifièrent : transformation en partie en un quartier d'affaire, augmentation de la pression foncière et disparition d'appartements bon marché, développement du secteur tertiaire, implantation de nombreux cabinets médicaux et d'avocats.

Le cadre bâti traditionnel du 19^{ième} siècle a été largement préservé dans le quartier de Seefeld. C'est avant tout la dominance d'immeubles collectifs à 5 étages formant des unités assez régulières de blocs de construction qui marque l'aspect de l'environnement construit. Les immeubles sont construits de manière assez continue sur les marges des blocs. Ainsi, ils forment les façades immédiates des rues qui les séparent et entourent en même temps des cours intérieures plus ou moins verdoyantes. Le réseau routier associé à ce type de construction présente une grande densité d'intersection à 4 branches et se caractérise ainsi par un maillage carré assez régulier. La part des

² Source : www.culturalstudies.ch/pdf/feldbesuchMat_tagung2004.pdf [consulté le 3.9.2006]

maisons individuelles par rapport à l'ensemble des immeubles d'habitation s'élève à 2% et est donc extrêmement faible. Ce sont les immeubles collectifs qui sont la forme d'habitation prépondérante (voir annexe 1.4, page 128). Tandis que l'habitation constitue l'utilisation dominante du sol dans le quartier (36% des surfaces d'étage), l'on peut observer d'autres activités importantes qui font que le quartier de Seefeld présente une mixité fonctionnelle très élevée. Notons par exemple la proportion importante de surface utilisée par les bureaux et les cabinets (voir annexe 1.4). À part de ce type d'affectation, on y trouve un très grand nombre de restaurants, de bars et de boutiques qui se situent notamment le long de la Seefeldstrasse qui constitue l'artère de la vie du quartier. Côté lac, le cadre bâti du quartier avoisine une zone de parc et de quais qui s'étend de manière continue sur plus d'un

Figure 4.5 : Situation géographique et plan du quartier de Seefeld



kilomètre. Cette zone est traversée par un réseau de chemins pédestres et de pistes cyclables et héberge, à part de cafés et de restaurants, un casino, un jardin botanique et un musée.

Le quartier de Seefeld est extrêmement bien desservi par les transports publics. À l'extrémité nord et sud du quartier se trouvent les gares RER de Stadelhofen respectivement de Tiefenbrunnen. À Stadelhofen, les trains RER en direction de la gare centrale ont une cadence de 3 minutes. À partir de la gare de Tiefenbrunnen, un train vers la gare centrale part toutes les 15 minutes. Par ailleurs, le Seefeld est desservi par les lignes de tram 2 et 4 circulant sur la Seefeldstrasse qui forme la limite Est du quartier. Les distances entre les 6 arrêts dans le périmètre du quartier ne dépassent guère les 400 mètres. Le tram numéro 4, qui offre une liaison rapide et directe avec la vieille ville et la gare centrale, a une cadence de 7 minutes. Toutes les rues résidentielles du quartier de Seefeld font partie d'une zone de trafic dans laquelle la vitesse est limitée à 30 km/h. En ce qui concerne le trafic motorisé, le quartier subit notamment des nuisances liées à son grand volume sur la Bellerivestrasse, qui constitue l'axe principal reliant le centre de la ville avec les communes sur la rive droite du lac. Celle-ci coupe la majorité de la zone des immeubles du quartier de la zone de parc au bord du lac.

Le Seefeld constitue aujourd'hui un quartier résidentiel urbain assez prestigieux. Il est habité par des personnes présentant en général un statut socioéconomique relativement élevé (voir annexe 1.4, page 128). Tandis que la proportion de personnes habitant seul y est très importante, la part des ménages habités en couple (avec ou sans enfants) est faible. En ce qui concerne la répartition selon les classes d'âge, on peut observer une proportion relativement importante de personnes d'âge moyen (20 – 64 ans). La proportion d'étrangers se situe proche de la moyenne de l'ensemble de la ville. Le quartier de Seefeld se distingue pourtant d'autres quartiers présentant une part d'étrangers comparable par ses proportions relativement importantes de personnes d'origine des pays membres de l'Union Européenne.

4.3.2.2 Witikon : un quartier périphérique entre urbanité et caractère villageois

Le quartier de Witikon se situe dans la périphérie Est de la ville de Zurich sur un plateau qui se trouve entre l'Adlisberg et l'Oetlisberg. L'éloignement du centre-ville est renforcé par sa situation un peu isolée qui résulte, d'une part, d'un dénivellement de presque 200 mètres et d'autre part, par la présence d'une zone de forêt qui coupe le quartier par rapport aux quartiers limitrophes à l'Ouest. De par son caractère hybride entre l'urbain et le rural, il représente une structure typique des zones et communes périphériques dans les grandes agglomérations du moyen pays. Au début du 20^{ème} siècle encore, Witikon était un village agricole autonome dont la population ne dépassait guère les 500 habitants (Baur et Galle, 1978 : 11/22). En 1934, Witikon devint une partie de la ville et ainsi un quartier de la commune de Zurich. Le processus d'urbanisation resta toutefois faible jusqu'à la deuxième Guerre Mondiale et se manifestait notamment par la construction de maisons individuelles dans la zone Ouest (idem : 11-15). Pendant les années 1950, Witikon connut une première croissance marquée de sa population liée à la construction de plusieurs immeubles collectifs et la mise en place de nouvelles zones de maison individuelles (Angst, 1984 : 133). Un processus d'urbanisation très notable enfin peut être observé à partir des années 1960, qui est liée à la construction de plusieurs zones avec des grands immeubles collectifs présentant jusqu'à 6 étages (ibidem). Une proportion importante de la surface du quartier a toutefois été préservée jusqu'à aujourd'hui en tant que zones agricoles. Celles-ci se situent notamment au centre du quartier et dans les parties limitrophes de la forêt.

Le quartier de Witikon présente aujourd'hui un très grand nombre de maisons individuelles qui constituent une proportion de 38,5% des immeubles d'habitations (voir annexe 1.4, page 128). Les maisons individuelles se trouvent notamment dans la zone Ouest du quartier, qui s'étend partiellement sur la pente de la colline ainsi que dans la zone Nord qui s'appelle Looren. Les zones des immeubles collectifs se situent d'une part au nord de la Witikonerstrasse, qui constitue l'axe principal reliant le quartier au centre-ville, et d'une part autour du noyau des anciennes maisons de paysans qui se trouvent dans la zone appelée Oberdorf. Le réseau routier de Witikon présente un maillage peu connecté et irrégulier. La plupart des rues s'orientent vers l'axe principal du quartier et nombreuses entre elles suivent le tracé des anciennes pistes agricoles. Witikon constitue un quartier essentiellement résidentiel ce qui se manifeste par une proportion de surfaces d'étage destinées à l'habitation de 54,2% (voir annexe 1.4). Les parts des surfaces utilisées à des fins productives, par les bureaux ou cabinets,

ainsi qu'à des fins commerciales sont relativement faibles. L'approvisionnement du quartier est garanti par des succursales de la Migros, de la Coop et de Denner qui se trouvent tous à proximité de la Witikonerstrasse dans la partie centrale du quartier. Par ailleurs, on trouve à Witikon plusieurs écoles primaires et secondaires, trois établissements médico-sociaux, une bibliothèque et un centre médical.

Witikon est desservie par plusieurs lignes de bus qui le relie au terminus des lignes de tram dans le quartier voisin de Hirslanden. Ces bus ont généralement une cadence de 15 minutes durant la journée qui atteint toutefois 7 minutes durant les heures de pointe. La Witikonerstrasse, qui constitue le seul axe pour le transport motorisé reliant le quartier au centre de la ville, est généralement chargée d'un volume de trafic important. La majeure partie des rues résidentielles à Witikon se trouve, tout comme à Seefeld, dans des zones continues de vitesse

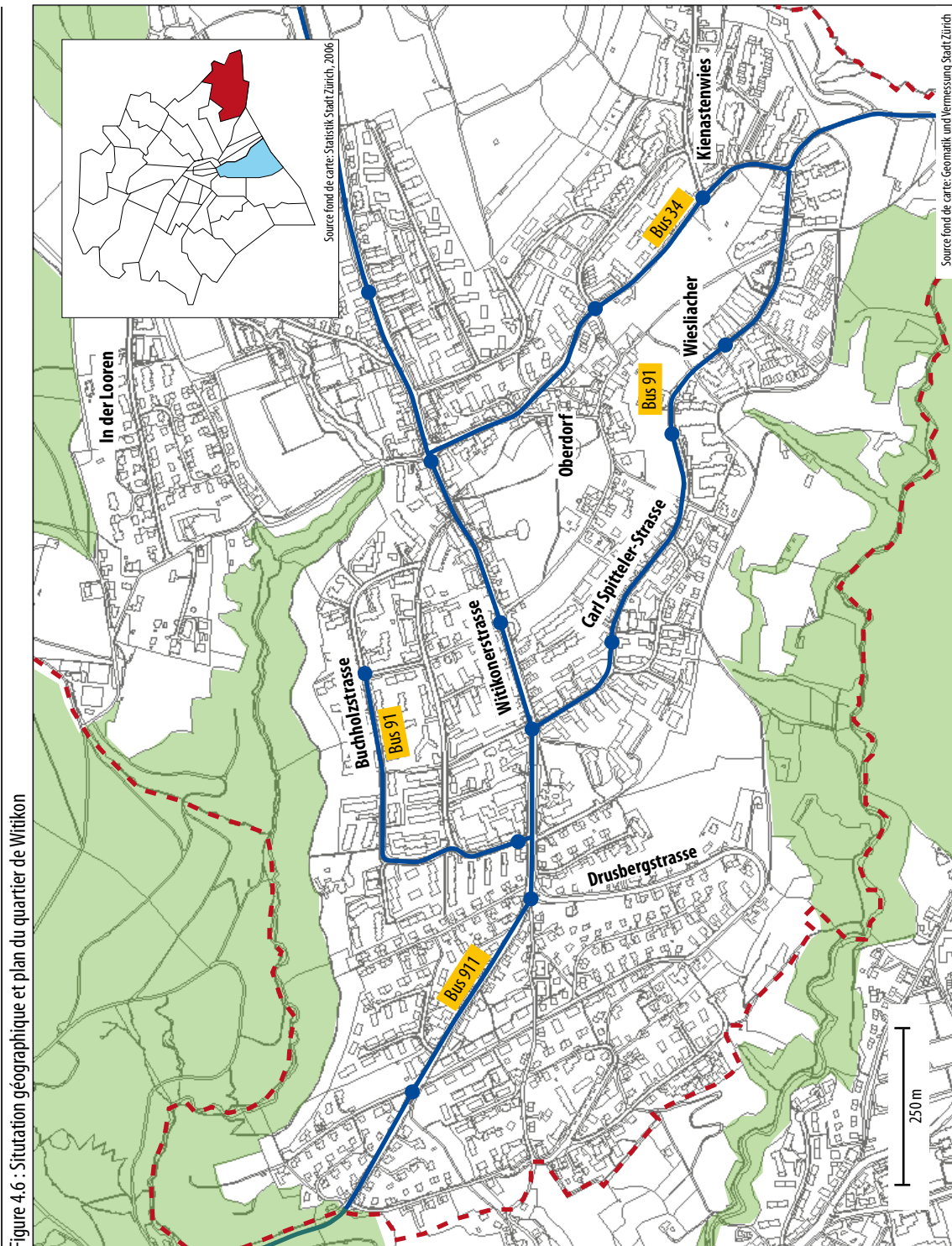


Figure 4.6 : Situation géographique et plan du quartier de Witikon

limitée à 30 km/h.

Witikon peut être qualifié de quartier familial de la moyenne classe. Il présente une proportion relativement importante de personnes ayant moins de 20 ans, mais également une part assez élevée de personnes âgées (voir annexe 1.4, page 128). Le niveau de formation est légèrement inférieur à celui-ci qu'on observe dans le quartier de Seefeld, mais il se situe largement au-dessus de la moyenne générale de la ville (Statistik Stadt Zürich, 2006). La proportion de personnes habitant seules dans leur ménage s'élève à 45,2% (versus 66,1% à Seefeld), tandis que les ménages de couple forment une part de 30,1%. En s'élevant à 17,2%, la proportion des ménages de familles classiques (couple avec enfants) est plus de deux fois supérieure par rapport au quartier de Seefeld. La part d'étrangers à Witikon pourtant est moins élevée qu'à Seefeld, mais se compose d'une structure de nationalités très similaire.

L'annexe 1.5 et 1.6 (page 129 et 131) présentent quelques photos du quartier de Witikon et de Seefeld qui fournissent une certaine impression de leur environnement construit.

4.4 Questions et hypothèses de recherche

Les liens hypothétiques du cadre conceptuel et la disposition comparative de l'étude nous conduisent à la formulation d'une série d'hypothèses qui vont orienter les analyses quantitatives. Toutes ces hypothèses pourront être testées par des méthodes statistiques et se classifient en termes de leur référence aux dimensions du cadre conceptuel et leur degré de complexité. Le lien entre l'environnement construit, la marche et l'activité physique va être testé selon trois étapes d'analyses. Tout d'abord, nous nous intéressons au lien entre l'environnement construit et les comportements en matière de transports, indépendamment des autres dimensions du cadre conceptuel. Ensuite, en recourant à des méthodes plus sophistiquées, nous remettons nos observations dans le contexte de l'ensemble des dimensions du cadre conceptuel global de l'étude. Enfin, une troisième série d'analyses mettra l'accent sur les liens entre les mesures objectives de l'environnement construit et les perceptions des résidents des deux quartiers. Par ailleurs, ces analyses mettront en relation les attributs de l'environnement construit perçus par les habitants avec leur comportement de marche. Ces trois étapes se résument globalement par les questions de recherche suivantes :

1. Existe-il des différences dans le comportement en matière de mobilité à force humaine et en particulier de marche entre les résidents des deux quartiers ?
2. Est-ce que les différences observées sont véritablement liées à une influence de l'environnement construit selon lequel les quartiers se distinguent ?
3. Quels sont précisément les attributs de l'environnement construit qui influencent le comportement de marche dans une optique d'activité physique ?

Lors d'une première analyse comparative des comportements des résidents des deux quartiers, nous nous intéressons au temps consacré aux parcours quotidiennement effectués en différents moyens de transport. Étant donné les différents degrés de marchabilité des quartiers, nous nous attendons notamment à observer une différence par rapport au temps qui est globalement consacré à la marche (hypothèse A1). En même temps, nous nous intéresserons à la disponibilité des moyens de transport motorisés et des bicyclettes.

Tableau 4.2 : Hypothèses "déplacements à pied"

A1	Globalement , les résidents de Seefeld consacrent en moyenne plus de temps à la marche que les résidents de Witikon.
A2	En moyenne, les résidents de Seefeld consacrent plus de temps aux déplacements à pied effectués depuis leur domicile .

Évidemment, une partie du temps total de marche observé sera liée à des déplacements qui s'effectuent en dehors du périmètre des quartiers étudiés et ne peuvent donc pas être mis en relation avec les mesures de l'environnement construit effectuées. Par conséquent, nous spécifierons les analyses suivantes en nous penchant

uniquement sur les déplacements à pied ayant comme origine ou comme destination le domicile des personnes (hypothèse A2). L'hypothèse A2 sera testée en fonction de différents types de marche, puisque nous pouvons nous attendre à des liens plus ou moins forts selon les motifs de déplacement.

L'objectif de la deuxième série d'hypothèses est de mettre les différences entre les quartiers au niveau de l'indice de marchabilité également en lien avec certains indicateurs de l'activité physique. Ainsi, nous nous attendons à ce que l'écart entre le degré de marchabilité de Seefeld et de Witikon se manifeste directement par des différences significatives du niveau d'activité physique globale des résidents (hypothèse B1). Par ailleurs, nous allons tester le lien entre le type d'environnement construit et l'indice de masse corporelle qui a été confirmé par plusieurs études antérieures (hypothèse B2).

Tableau 4.3 : Hypothèses "activité physique"

B1	Les résidents de Seefeld présentent en moyenne un niveau d'activité physique plus élevé que les résidents de Witikon.
B2	Les résidents de Seefeld présentent en moyenne un indice de masse corporelle inférieur à celui des résidents de Witikon.

Les deux premiers groupes d'hypothèses se basent sur une simple analyse comparative des variables centrales de l'étude sans tenir compte de l'ensemble des dimensions du cadre conceptuel global. Les limites d'une telle approche, qui sont liées à la présence d'éventuelles relations artificielles, ont été discutées de manière détaillée dans le chapitre précédent. Par conséquent, il est non seulement indispensable de tenir compte des variables sociodémographiques, dont certaines varient de manière assez importante entre les quartiers, mais également des préférences, des attitudes et des modes de vie des personnes qui peuvent à la fois influencer le comportement de mobilité et le choix résidentiel. Pour ce faire, le lien entre l'appartenance aux quartiers et le comportement des individus sera testé dans le contexte global du système des liens hypothétiques du modèle conceptuel intégral (hypothèse C1).

Tableau 4.4 : Hypothèse "modèle intégral"

C1	Les différences du temps moyen consacré à la marche et du niveau d'activité physique entre les deux populations persistent après la prise en compte des variables sociodémographiques et la disponibilité d'une voiture, ainsi que de l'hypothèse du choix résidentiel en fonction des préférences en matière de transports et des modes de vie.
-----------	--

Par une dernière série d'hypothèses, nous tenterons, dans la mesure du possible, de répondre à la question de savoir quelles dimensions de l'environnement construit dans les deux quartiers jouent véritablement un rôle important pour le comportement de marche. Le cadre conceptuel des liens entre l'environnement construit et la marche présenté sur la page 48 constitue la base de ces analyses. Les variables qui permettront une caractérisation des éléments particuliers de l'environnement construit proviennent de l'évaluation qui a été effectuée par les personnes interrogées. Comme avant, les liens entre les variables représentant l'environnement construit et le comportement de marche seront calculés en contrôlant l'effet des autres dimensions du cadre conceptuel global de l'étude. Une première étape d'analyse se proposera d'étudier en outre la question de savoir dans quelle mesure l'écart entre le degré de marchabilité objectif des quartiers se manifeste également dans la manière dont les résidents perçoivent l'environnement construit (hypothèse D1).

Tableau 4.5 : Hypothèses "niveau de marchabilité, perceptions de l'environnement construit et comportement de marche"

D1	Les différences objectives au niveau du degré de marchabilité des deux quartiers se reflètent dans les perceptions des résidents de Seefeld et de Witikon vis-à-vis de l'environnement construit : Les résidents de Seefeld profitent d'une meilleure accessibilité des services et commerces et évaluent de manière plus positive l'attrait de leur voisinage.
D2	L'accessibilité des services et commerces présente un lien avec le temps consacré à la marche utilitaire effectuée depuis le domicile.
D3	Les perceptions de l'environnement construit au niveau de son attrait esthétique et de l'importance du trafic présentent un lien avec le temps consacré à la marche de loisirs effectuée depuis le domicile.

Étant donné la présence de mesures continues et détaillées de l'environnement construit, les analyses relatives aux hypothèses D2 et D3 s'inscrivent plutôt dans une approche corrélative et ne se base plus sur une comparaison des quartiers. D'un côté, nous nous attendons à pouvoir établir un lien entre les mesures d'accessibilité et le temps consacré aux déplacements à pied de type utilitaire. D'un autre côté, nous admettons qu'il y a une relation

entre la perception de l'environnement au niveau de son attrait esthétique et du trafic motorisé d'une part, et le temps consacré aux déplacements de loisirs d'autre part.

4.5 Méthodologie

Afin de pouvoir tester les hypothèses que nous avons définies, nous avons mené une enquête écrite dans le quartier de Seefeld et de Witikon qui a permis l'établissement d'une base de données assez importante tant au niveau du nombre d'observations qu'au niveau de l'ampleur des informations sur les personnes interrogées. L'enquête se base sur un questionnaire écrit qui a été créé de manière très spécifique en fonction du cadre conceptuel défini. L'ensemble des données analysées se basent sur les déclarations des personnes qui ont dûment rempli et renvoyé le questionnaire. Dans le cadre d'une collaboration avec l'Office fédéral du sport (OFSP), les informations sur le niveau d'activité physique issues des questionnaires ont été complétées par des mesures objectives effectuées avec des accéléromètres³. Celles-ci proviennent d'un certain nombre de personnes, constituant un sous-échantillon de l'échantillon principal, qui ont été prêtes à porter les accéléromètres pendant une semaine et à remplir une deuxième fois le questionnaire écrit. Cependant, les mesures par accéléromètres ne peuvent pas être traitées dans le cadre de cette étude et feront l'objet d'analyses ultérieures. La fiabilité des données issues des questionnaires dépend évidemment du degré de précision et de l'honnêteté avec lesquels ceux-ci ont été remplis. La validité et la fiabilité des items du questionnaire seront discutées en détail dans le sous-chapitre 4.5.1.2. Les analyses effectuées afin de tester les hypothèses se basent sur des méthodes statistiques multivariées classiques (tests de la moyenne, modèles de régression) ainsi que sur des modélisations d'équations structurelles.

4.5.1 L'opérationnalisation du cadre conceptuel : un nouveau questionnaire

Afin de pouvoir traiter l'objet d'étude dans le cadre conceptuel défini, le développement d'un nouveau questionnaire était incontournable. Nous n'avons effectivement pas pu identifier des questionnaires existants couvrant l'ensemble des dimensions dont la prise en compte nous semble indispensable. Certaines parties du questionnaire que nous avons développé s'inspirent pourtant de séries de questions qui ont été utilisées et testées dans le cadre d'études antérieures. Ceci concerne notamment la partie qui porte sur les perceptions de l'environnement construit pour laquelle le *Neighborhood Environmental Walkability Scale (NEWS)*, développé par E. Saelens et F. Sallis (cf. Saelens et al., 2003), constituait une base précieuse.

Après la formulation d'une première version du questionnaire, celui-ci a été testé dans le cadre d'une préenquête auprès de 38 personnes de l'entourage de l'auteur. Ces personnes ont été sélectionnées de manière à ce que l'échantillon présente un maximum de variation au niveau des profils sociodémographiques. Dans une lettre d'accompagnement, les personnes ont été priées de remplir normalement le questionnaire dans une première étape, et dans une deuxième, de commenter les questions en fonction de leur compréhensibilité et de leur degré de difficulté. 31 personnes ont rempli, commenté et retourné le questionnaire. À part la reformulation des items en fonction des commentaires et une phase-test du traitement statistique des données, cette démarche a également permis d'estimer à 20 minutes le temps nécessaire pour remplir le questionnaire. Après la préenquête, le questionnaire a également subi des modifications au niveau de son contenu, qui ne se sont pourtant pas basées sur les commentaires des personnes interrogées, mais sur des considérations conceptuelles et méthodologiques. Ainsi, deux items de la première version portant sur le choix résidentiel et le degré de satisfaction avec le lieu de résidence ont été supprimés et remplacés par des questions relatives aux préférences et aux modes de vie des personnes.

³ Ces appareils, présentant la taille d'une boîte d'allumettes, sont portés au niveau de la hanche et sont capables d'enregistrer toutes les accélérations du corps humain. À partir de ces mesures, il est notamment possible de distinguer les activités physiques en fonction de leur intensité.

4.5.1.1 Structure du questionnaire

Le questionnaire est structuré en fonction des thèmes suivants : chiffres-clés du comportement de mobilité, déplacements à pied, activité physique, perception des attributs de l'environnement construit, préférences en matière de transports, modes de vie et données sociodémographiques. Les tableaux 4.6 et 4.7 résument l'ensemble des items de l'instrument d'enquête. La version intégrale du questionnaire se trouve dans l'annexe 2.1, page 133.

La première série de questions a comme objectif de capter les chiffres-clés du comportement de mobilité. Elle s'intéresse tout d'abord à la possession d'un permis de conduire et d'un abonnement de transports publics, ainsi qu'aux moyens de transport que les personnes ont à leur disposition. Un autre bloc de questions évalue l'utilisation des différents moyens de transport. Selon une optique d'activité physique, celle-ci est mesurée en termes de durée quotidienne de voyage, en distinguant les jours de la semaine et les jours du week-end. Tous les moyens de transport motorisés privés sont résumés dans une seule catégorie, alors que les moyens de locomotion douce sont traités de manière assez détaillée (marche, vélo, roller / trottinette / planche à roulette).

La deuxième partie du questionnaire est destinée à l'évaluation des déplacements à pied ayant comme origine ou destination le lieu de résidence. Les types de déplacements suivants sont distingués : aller au travail / au lieu de formation, aller faire des courses, les déplacements aux arrêts de transport public, les promenades, les marches à pied pour s'entraîner, ainsi qu'une catégorie ouverte à d'autres types de déplacements. Les questions se réfèrent au comportement de la semaine précédant le moment de l'enquête et évaluent les déplacements en termes de fréquence hebdomadaire et de durée moyenne. Enfin, cette partie conclue avec une question sur les éventuels facteurs dissuasifs pour les déplacements à pied que nous avons pourtant laissé de côté lors des analyses faute d'un nombre de réponses suffisant.

Les questions concernant l'activité physique de la troisième partie correspondent aux indicateurs utilisés dans le cadre de l'Enquête suisse sur la santé et des enquêtes HEPA sur l'activité physique. Elles distinguent les activités physiques d'intensité moyenne et les activités intensives en enregistrant leur fréquence hebdomadaire et leur durée moyenne. En outre, les personnes sont priées de déclarer leur poids et leur taille, informations nécessaires au calcul de l'indice de masse corporelle.

La quatrième partie du questionnaire contient plusieurs items relatifs aux éléments de l'environnement construit. D'abord, l'accessibilité de toute une série de destinations quotidiennes est évaluée en termes de temps de marche nécessaire pour atteindre celles-ci depuis le domicile. Ensuite, les personnes sont priées d'évaluer l'environnement construit de leur voisinage, qui est défini dans le questionnaire comme le périmètre autour du domicile qui est accessible à pied par une marche de 10 minutes. Les questions sont structurées en fonction de différents éléments de l'environnement construit : deux questions portent sur la connectivité du réseau (présence d'itinéraires alternatifs et d'itinéraires directs) ; deux questions concernent les infrastructures piétonnières (sécurité vis-à-vis du trafic, espaces de repos) ; quatre questions évaluent l'attractivité des rues et des bâtiments (présence d'arbres, variations visuelles, présence de zones vertes, architecture, présence d'autres piétons) ; deux items portent sur le volume du trafic motorisé et enfin un dernier sur la question de savoir si l'environnement construit est considéré dans son ensemble comme favorable à la marche.

Les préférences et les modes de vie font l'objet de la cinquième partie du questionnaire. D'une part, les questions portent sur les préférences vis-à-vis du lieu de résidence (en termes de type d'habitation, d'ambiance dans le quartier et d'accessibilité des commerces et services)⁴. D'autre part, cette partie évalue à travers dix questions les attitudes en matière de transport et en particulier en matière de marche. Mis à part des questions concernant les préférences pour les différents moyens de transport dans le cadre des déplacements quotidiens, la partie du questionnaire s'intéresse également à savoir dans quelle mesure les déplacements quotidiens sont considérés comme une opportunité de réaliser des bénéfices pour la santé. Le dernier item enfin a pour objectif de caractériser les modes de vie des personnes en fonction de leur organisation des loisirs. Pour ce faire, le questionnaire évalue la fréquence avec laquelle différentes activités de loisirs sont pratiquées.

⁴ Les informations relatives aux préférences vis-à-vis du lieu de résidence n'ont pas été utilisées lors des analyses.

Tableau 4.6 : Les items du questionnaire

Thème	Variabile	Item	Catégories de l'item	Type de réponse	Source	
A. Chiffres-clés du comportement de mobilité	Permis de conduire	Possédez-vous un permis de conduire ?		bimodal		
	Abonnement transports publics	Possédez-vous un abo des transports publics zurichoïsis ou un abonnement général ?		bimodal		
	Moyens de transport	Quels moyens de transport avez-vous généralement à votre disposition ?	vélo, cyclomoteur/scooter, motocyclette, voiture à pied, à vélo, avec rollers/planche à roulette/trotinette, en transports publics, motorisé	bimodal		
	Temps de déplacement	Combien de temps est-ce que vous vous déplacez généralement par jour avec les moyens de transport suivants ?		temps en heures et minutes		
B. Marche	Déplacements à pied ayant comme origine ou destination le lieu de résidence	Combien de fois vous êtes vous déplacés à pied depuis votre domicile pour la semaine passée ?	travail/formation, faire des courses, arrêts transports publics, promenades, entraînement, autres	nombre de déplacements		
	Obstacles à la marche	Combien de temps un tel déplacement a-t-il duré en moyenne ?		temps en minutes		
		Est-ce qu'il y a des facteurs qui vous empêchent de vous déplacer à pied dans votre voisinage ? Si oui, lesquels ?	manque de temps, trop de trafic, voisinage inattentif, trop de bagages, à pied = trop lent, topographie, handicap physique, pas assez de piétons, pas assez de destinations intéressantes, pas envie, distances trop importantes, à pied = ennuyant, à pied = trop fatiguant, autres	bimodal (max. 5 réponses)		
		Combien de jours par semaine pratiquez-vous des activités de ce genre ?		nombre de jours	Swiss HEPA Survey 2001, Enquête suisse sur la santé 2002	
C. Activité physique	"Activités physiques qui essouffent au moins un peu" (exemples)	Ces jours-là, pendant combien de temps pratiquez-vous en moyenne ces activités ?		temps en minutes	Swiss HEPA Survey 2001, Enquête suisse sur la santé 2002	
	"Activités physique qui vous font transpirer" (exemples)	Combien de jours par semaine pratiquez-vous des activités de ce genre ?		nombre de jours	Swiss HEPA Survey 2001, Enquête suisse sur la santé 2002	
	Poids / taille	Ces jours-là, pendant combien de temps pratiquez-vous en moyenne ces activités ?		temps en minutes	Swiss HEPA Survey 2001, Enquête suisse sur la santé 2002	
		Quelle est votre taille ? Quel est votre poids ?		taille en cm poids en kg		
D. Perception de l'environnement construit	Accessibilité	Combien de temps est-ce qu'il vous faut pour atteindre à pied depuis votre domicile . . . ?	épicerie, supermarché, boulangerie, boucherie, poste, restaurant, café, banque, pharmacie, arrêt tp, parc, forêt, lac ou rivière, terrain de sport, lieu de travail/formation	ordinal (1-5 min., 6-10 min., 11-15 min., 16-20 min., 21-30 min., > 30 min., jnsp)	d'après NEWS (Saelens et al., 2003), traduit et adapté par l'auteur d'après NEWS	
	Connectivité	Il y a le choix entre différents itinéraires Les itinéraires à pied sont directs				
	Infrastructures piétones	Parcours sont sûrs vis-à-vis du trafic				
	Attractivité	Présence d'espace de repos/détente Présence d'arbre ou autre verdure Environnement est varié, contrasté Présence de parcs ou d'autres zones vertes Architecture est intéressante Beaucoup d'autres piétons		ordinal (pas du tout d'accord, plutôt pas d'accord, oui et non, plutôt d'accord, tout à fait d'accord)	d'après NEWS d'après NEWS d'après NEWS d'après NEWS	
	Trafic	Trop de trafic dans ma rue				
	Marchabilité	Trop de trafic dans les rues avoisinantes Environnement est favorable à la marche				

Tableau 4.7 - Les items du questionnaire (suite)

Thème	Variabile	Item	Catégories de l'item	Type de réponse	
E. Préférences et modes de vie	Préférences vis-à-vis du lieu de résidence	Préfère maison individuelle			
		Pas assez de sphère privée dans immeubles collectifs			
		Préfère quartier qui bouge			
		Préfère quartier dans lequel destinations sont accessibles à pied			
	Préférences vis-à-vis de la mobilité et de l'activité physique	Préfère quartier avec beaucoup de nature			
		Aime voyager en transports publics			
		Important d'utiliser moyens de transport respectueux de l'environnement			
	Activités de loisirs	Pour déplacements quotidiens le vélo est attractif			
		Pour déplacements dans loisirs la voiture est attractive			
		Pour déplacements quotidiens la voiture est attractive			
F. Données personnelles	Sexe	Préfère souvent marcher que d'utiliser un moyen de transport plus rapide			
		Mobilité est temps inutilisé			
	Année de naissance	Mobilité quotidienne présente des bénéfices pour la santé			
		Veille à avoir un mode de vie sain			
	Adresse	Combien de fois avez-vous pratiqué les activités suivantes dans vos loisirs durant les six derniers mois ?		faire des randonnées à pied ou à vélo, faire du sport intensif, visiter d'autres villes ou d'autres lieux, travailler, fréquenter des manifestations culturelles, rester chez soi, jardiner ou bricoler, sortir le soir, lire pendant des heures, regarder la télé pendant des heures, rester à la maison avec la famille, se reposer et ne rien faire, traîner pendant des heures dans des restaurants ou des cafés, faire les boutiques, visiter ou inviter des amis	ordinal (jamais, rarement, de temps en temps, souvent, très souvent)
		Nationalité			
	Activité professionnelle			suisse, union européenne, autres	
				en formation, au chômage, travail à plein temps, travail à temps partiel, foyer, bénéficiaire d'une rente, autre	
	Temps de travail hebdomadaire				quantitatif
		Niveau de formation			
Salaire mensuel brut du ménage			en formation, école obligatoire, apprentissage professionnel / école professionnelle / maturité professionnelle, maturité / autre école de culture générale, école professionnelle supérieure, haute école spécialisée, université / haute école	catégoriel	
	Structure du ménage		< 4000, 4001-6000, 6001-8000, 8001-10000, 10001-12000, > 12000, jnsp, pas de réponse	catégoriel	
Nombre d'enfants			habite seul, couple sans enfants, couple avec enfants, ménage monoparental, collocation et autres	catégoriel	
	Réside à cette adresse depuis...		nombre d'enfants selon classe d'âge (1-5 ans, 6-10 ans, 11-15 ans, > 16 ans)	quantitatif	
Possession d'un chien				catégoriel	
				bimodal	

jnsp = je ne sais pas

La dernière partie du questionnaire est consacrée aux données personnelles nécessaires à la création des variables sociodémographiques jugées importantes pour l'étude du comportement de marche et d'activité physique. Celles-ci comprennent l'âge, le sexe, la nationalité, l'activité professionnelle, le niveau de formation, le revenu et la structure du ménage. Par ailleurs, un item s'intéresse à la question de savoir si la personne possède un chien (facteur pouvant fortement influencer le comportement de marche) et un autre évalue le temps depuis lequel la personne habite à l'adresse actuelle. L'adresse des personnes a été recueillie en vue d'éventuelles analyses ultérieures par un système d'information géographique qui ne feront pas l'objet de ce travail.

4.5.1.2 Validité et fiabilité des items du questionnaire

La qualité d'un instrument de mesure peut être évaluée par deux caractéristiques : la validité et la fiabilité. En général, le critère de la validité renvoie à la question de savoir si l'instrument mesure effectivement ce qu'il est censé mesurer. La fiabilité d'une mesure correspond à son degré de constance ou de stabilité. Il nous semble ici indispensable de discuter brièvement le questionnaire en fonction de ces critères tout en renonçant à une réflexion détaillée sur cette problématique méthodologique. Pour plusieurs parties du questionnaire, la discussion de la validité et de la fiabilité semble en effet peu pertinente, puis qu'elles renvoient à des dimensions très concrètes et directement mesurables (disponibilité des moyens de transport, données sociodémographiques, etc.). En ce qui concerne la qualité de mesure des items plus difficiles ou abstraits, nous proposons ci-dessous une brève discussion qui se fonde d'une part sur des réflexions personnelles et d'autre part sur des méthodes statistiques couramment utilisées en sciences sociales.

La fiabilité des items au niveau de la constance de leurs mesures peut être évaluée par la méthode du test-retest. Celle-ci permet de mettre en évidence à quel point les items sont capables de reproduire les données observées au bout d'un certain temps. Un indicateur pour la constance de la mesure est alors le coefficient de corrélation entre la première et la deuxième mesure qui traduit un degré de fiabilité élevé s'il se situe proche de la valeur 1. Nous avons pu calculer cette corrélation sur la base d'un échantillon de 32 individus qui ont participé à l'enquête par les accéléromètres. Ces personnes ont rempli le questionnaire une première fois dans le cadre de l'enquête principale et une deuxième fois après l'utilisation des accéléromètres. L'utilisation de cette deuxième passation de l'enquête pour le calcul des indices de fiabilité n'était pas prévue explicitement dès le début, mais a été en premier lieu envisagée afin de comparer les déclarations subjectives de l'activité physique aux mesures objectives. Par conséquent, ces données présentent certaines faiblesses et ne constituent pas une base optimale pour l'évaluation de la fiabilité. Ces faiblesses découlent d'une part de la taille relativement petite de cet échantillon et d'autre part du fait que l'intervalle de temps entre la première et la deuxième passation du questionnaire n'est pas le même pour toutes les personnes. Il varie en effet entre une et neuf semaines⁵. Malgré ces réserves, nous estimons que les mesures répétées ainsi obtenues constituent une source précieuse pour donner certaines indications sur la qualité de notre questionnaire en termes de fiabilité des données.

Étant donné que la plupart des items du questionnaire se réfèrent à des dimensions assez concrètes, la question de la validité se pose beaucoup moins que celle de la fiabilité des mesures. Les séries d'items qui tentent de mesurer des concepts plus abstraits sont les perceptions d'attributs de l'environnement construit, les préférences vis-à-vis des moyens de transport et des modes de vie. Une manière simple d'évaluer la validité de ces parties est de vérifier dans quelle mesure les données issues d'items censés mesurer une dimension similaire sont effectivement corrélées.

En ce qui concerne les items relatifs à la déclaration du comportement (marche et activité physique), la question de la qualité des mesures se pose surtout en termes de fiabilité des informations. Nous admettons que ces données comprennent un certain biais qui est à la fois lié au degré de l'honnêteté des déclarations, ainsi qu'à un manque de précision dû aux limites de la capacité cognitive des individus et/ou à la formulation générale des questions. Dans ce contexte, nous devons notamment nous attendre à des imprécisions qui découlent des difficultés de répondre à des questions qui demandent des valeurs moyennes et qui partent du principe d'habitudes régulières

⁵ Étant donné que nous avons dû nous référer à la date de l'envoi de retour des questionnaires, l'indication de l'intervalle de temps constitue par ailleurs une estimation assez approximative.

et constantes. À cet égard, les questions portant sur les déplacements à pied depuis le domicile semblent un peu moins problématiques, puisqu'elles se réfèrent au comportement durant un laps de temps précis dans le passé (la semaine précédant le moment de l'enquête). La précision des réponses y est pourtant fortement dépendante de la capacité des personnes à se souvenir de leur comportement. De plus, ces questions demandent aussi partiellement une déclaration de valeurs moyennes (durée des déplacements).

Les coefficients de fiabilité (corrélations Pearson des mesures répétées) des items du questionnaire sont présentés dans le tableau 4.8. Les items relatifs au comportement de mobilité et d'activité physique présentent des valeurs médiocres à très satisfaisantes. Parmi les items mesurant le temps global consacré aux différents moyens de déplacement, le temps consacré à la marche (T_WA) et le temps passé dans les transports publics (T_PT) présentent un niveau de fiabilité test-retest moyen, tandis que les autres questions semblent fournir des données assez fiables. En ce qui concerne les items portant sur les déplacements à pied effectués depuis le domicile, la liste contient les indicateurs de fréquence et de durée moyenne ainsi que le temps total par semaine. Tandis qu'on observe notamment au niveau des items liés au temps de déplacement moyen des coefficients plutôt faibles, les indicateurs du temps total consacré à la marche par motif présentent des valeurs très satisfaisantes, à l'exception des déplacements au lieu de travail / de formation (W_WORK) et des déplacements d'entraînement (W_TRAI).

Tableau 4.8 : Coefficients de fiabilité test-retest

		corrélation	valeur p	N			corrélation	valeur p	N	
Temps déplacement	T_WA	0.510	0.001	39	Perception de l'environnement	D_SG	0.628	0.000	28	
	T_BY	0.652	0.000	39		D_JOB	0.893	0.000	34	
	T_IL	0.980	0.000	39		N_ALT	0.618	0.000	39	
	T_PT	0.549	0.000	39		N_DIR	0.605	0.000	38	
	T_MOT	0.618	0.000	39		N_SEC	0.717	0.000	38	
Marche depuis domicile	W_WORK_F	0.731	0.000	39		N_CHILL	0.436	0.000	38	
	W_WORK_T	0.421	0.008	39		N_GREEN	0.601	0.000	38	
	W_WORK	0.316	0.053	38		N_VAR	0.588	0.000	38	
	W_SHO_F	0.892	0.000	38		N_PARK	0.464	0.003	38	
	W_SHO_T	0.462	0.004	37		N_ARCH	0.787	0.000	38	
	W_SHO	0.792	0.000	37		N_AMB	0.833	0.000	38	
	W_PT_F	0.709	0.000	37		N_TRAF1	0.650	0.000	38	
	W_PT_T	0.263	0.133	34		N_TRAF2	0.574	0.000	37	
	W_PT	0.721	0.000	34		N_PED_F	0.622	0.000	38	
	W_STRO_F	0.744	0.000	38		Préférences et attitudes	P_N_YAR	0.759	0.000	36
	W_STRO_T	0.321	0.068	35			P_N_PRI	0.798	0.000	39
	W_STRO	0.844	0.000	35			P_N_AMB	0.618	0.000	39
	W_TRAI_F	0.145	0.386	38	P_N_WB		0.613	0.000	39	
	W_TRAI_T	-0.029	0.864	37	P_N_NAT		0.610	0.000	39	
	W_TRAI	0.001	0.997	37	P_M_PT		0.883	0.000	39	
	W_OTH_F	0.755	0.000	38	P_M_ENV		0.839	0.000	38	
	W_OTH_T	0.828	0.000	37	P_M_BY		0.880	0.000	39	
W_OTH	0.688	0.000	37	P_M_CAR1	0.840		0.000	39		
W_TOTAL	0.594	0.000	33	P_M_CAR2	0.721		0.000	39		
Activité physique	MPA_F	0.569	0.000	38	P_M_IND	0.605	0.000	39		
	MPA_T	0.412	0.017	33	P_M_ATT	0.693	0.000	39		
	VPA_F	0.904	0.000	37	P_M_TI	0.454	0.006	35		
	VPA_T	0.723	0.000	35	P_M_PA	0.617	0.000	39		
	HEIGHT	0.988	0.000	39	P_M_HTH	0.858	0.000	39		
	WEIGHT	0.999	0.000	37	Modes de vie	LS_HIKE	0.883	0.000	39	
Accessibilité	D_SHOP	0.840	0.000	34		LS_SPORT	0.904	0.000	39	
	D_SM	0.746	0.000	39		LS_EXC	0.776	0.000	39	
	D_BAK	0.897	0.000	38		LS_JOB	0.779	0.000	39	
	D_BUTCH	0.763	0.000	28		LS_CULT	0.714	0.000	39	
	D_POST	0.889	0.000	39		LS_HOME	0.645	0.000	39	
	D_REST	0.876	0.000	37		LS_GARD	0.591	0.000	39	
	D_CAFE	0.862	0.000	38		LS_BARS	0.742	0.000	39	
	D_BANK	0.818	0.000	38		LS_READ	0.791	0.000	39	
	D_DRUG	0.783	0.000	38		LS_TV	0.886	0.000	39	
	D_PT	0.793	0.000	39		LS_FAM	0.812	0.000	39	
	D_PARK	0.723	0.000	34		LS_RLX	0.736	0.000	39	
	D_FO	0.873	0.000	39		LS_CAFE	0.614	0.000	39	
	D_LAKE	0.954	0.000	37	LS_SHOP	0.435	0.006	39		
					LS_FRND	0.379	0.017	39		

Au niveau des indicateurs de l'activité physique, la constance de la mesure associée aux items portant sur l'activité physique d'intensité moyenne (MPA_F et MPA_T) est assez médiocre. Les autres indicateurs présentent un résultat très satisfaisant. À part un possible type d'erreur lié à l'instrument de mesure, notons que ces questions sont notamment sensibles à des déclarations trop optimistes du comportement personnel.

En ce qui concerne la fiabilité des items portant sur les perceptions de l'environnement construit, nous pouvons partiellement nous baser sur l'évaluation du questionnaire *NEWS* effectuée par Saelens et al. (2003)⁶. La corrélation test-retest des items que nous avons repris sans modification notable (accessibilité des destinations, présence de verdure dans les rues, variation visuelle du bâti, architecture, importance du trafic) se situe à une exception près au-dessus de la valeur de 0,6. Nos propres calculs de fiabilité test-retest de l'ensemble des items liés à l'environnement construit sont présentés dans la figure 4.8. Les items portant sur l'accessibilité des destinations présentent, à l'exception des terrains de sport (D_SG), tous un degré de fiabilité très satisfaisant qui se traduit par des coefficients supérieurs à 0,7. Les coefficients des items relatifs à la perception de l'attractivité de l'environnement construit sont un peu moins élevés, mais présentent en majeure partie aussi un niveau acceptable. Les items présentant une fiabilité médiocre sont ici l'évaluation de la présence d'espaces de repos (N_CHILL) et de la présence de parcs et d'autres zones vertes (N_PARK). Un argument pour la validité des items portant sur la perception de l'environnement construit découle du fait que l'on peut observer toute une série de corrélations entre les dimensions qui sont liées l'une à l'autre. Ces corrélations seront examinées de plus près lors d'une analyse en composantes principales dans le cadre des analyses statistiques. C'est la raison pour laquelle nous préférons ne pas en discuter plus en détail ici.

Le niveau des coefficients de fiabilité des items suivants, qui concernent les préférences et les attitudes en matière de transports et vis-à-vis du lieu de résidence, est de nouveau relativement élevé. Seule la question sur la perception du temps lors des déplacements quotidiens (P_M_TI) montre un coefficient qui traduit une fiabilité assez limitée. De manière analogue au traitement des items sur la perception de l'environnement construit, nous allons résumer les informations relatives aux préférences et aux attitudes par une factorisation. Celle-ci aboutira, comme nous le verrons plus tard, à l'émergence d'un petit nombre de facteurs représentant les items logiquement corrélés.

Un niveau de fiabilité test-retest généralement satisfaisant s'observe également parmi les items mesurant les modes de vie à travers une évaluation de la fréquence de certaines activités de loisirs. Ici, les items problématiques sont précisément la fréquence des activités de jardinage (LS_GARD), du shopping (LS_SHOP) et des visites chez des amis (LS_FRND). L'analyse en composantes principales de ces items a été plus difficile que celle des sections précédentes. L'extrait d'un petit nombre de facteurs facilement interprétables a en effet demandé la suppression de certains items. D'autre part, des corrélations entre certains items très similaires ont bel et bien pu être observées, ce qu'on peut interpréter comme un argument en faveur de leur validité. Néanmoins, une analyse plus détaillée de la validité de cette partie et une éventuelle reformulation nous semblerait judicieuse avant une prochaine utilisation de ce questionnaire.

4.5.2 Caractéristiques et déroulement de l'enquête

4.5.2.1 Échantillonnage

L'échantillon initial de l'enquête comprend 600 personnes par quartier. Cette taille d'échantillon assez importante se comprend sur la base d'un taux de participation des personnes contactées qui a été estimé à 20% - 30%. Les 1200 personnes ont été tirées dans le registre officiel de la population après l'autorisation de la municipalité de la ville de Zurich. L'échantillon se base sur la population âgée entre 18 et 59 ans ayant son domicile économique⁷ dans le quartier de Seefeld respectivement de Witikon. Les personnes âgées de plus de 59 ans ont été exclues de l'analyse en raison de leurs caractéristiques de comportement différent généralement de manière importante

⁶ Cet article présente pourtant uniquement les mesures de fiabilité pour des variables résumant plusieurs items à la fois. Les corrélations test-retest de l'ensemble des items du *NEWS* est mis à disposition par les auteurs sur le site www.drjamesallis.sdsu.edu/news.pdf

⁷ Le domicile économique d'une personne se situe dans la commune où elle réside la majeure partie de la semaine, dont elle utilise l'infrastructure et d'où elle part pour se rendre à son lieu de travail ou de formation (Office fédéral de la statistique, source : http://www.media-stat.admin.ch/stat/haushalte/main/header/service/help_fr.php) [consulté le 15.9.2006]

du reste de la population⁸.

En général, l'échantillonnage ne suit donc pas une logique de représentativité maximale de l'ensemble de la population dans les quartiers étudiés, mais cherche à maîtriser certains facteurs sociodémographiques qui constituent des covariés dans l'étude du lien entre l'environnement construit et l'activité physique sous forme de marche. Le tirage des 600 personnes par quartiers a ainsi été effectué selon un échantillonnage aléatoire stratifié. Lors de cette procédure, les personnes sont tirées au hasard en fonction de certaines catégories (les strates), dont les effectifs sont fixés préalablement. Cette stratification de l'échantillon a été faite en fonction de trois classes d'âge et en fonction du sexe (voir tableau 4.9).

Tableau 4.9 : Effectifs et proportions de l'échantillonnage stratifié

		18-24 ans	25-44 ans	45-59 ans	Total
Hommes	effectif	38	187	84	309
	proportion	6,3%	31,2%	14%	51,5%
Femmes	effectif	40	167	84	291
	proportion	6,7%	27,8%	14%	48,5%
Total par quartier	effectif	78	354	168	600
	proportion	13%	59%	28%	100%

Afin de créer des sous-échantillons les plus homogènes que possible, le même nombre de personnes par classe d'âge et par sexe a été sélectionné parmi les résidents des deux quartiers. Ces effectifs, identiques donc pour les deux quartiers, correspondent à la répartition des classes d'âge et du sexe dans la population des personnes âgées de 18 à 59 ans dans l'ensemble de la ville de Zurich⁹. Les proportions de personnes tirées en fonction de la stratification ne reflètent donc pas les parts correspondantes dans la population des deux quartiers. Pour créer le sous-échantillon de l'enquête comprenant les mesures par les accéléromètres, 200 personnes par quartier ont été tirées de manière aléatoire selon les mêmes critères de stratification parmi les 1200 personnes de l'échantillon initial.

Enfin, il est évident que toutes ces réflexions concernant les règles d'échantillonnage se relativisent dans la mesure où les données effectivement analysées ne forment qu'un sous-échantillon de cet échantillon initial, qui est constitué par les personnes ayant rempli et retourné le questionnaire. Étant donné que le choix de participer à l'étude peut dépendre, parmi d'autres raisons, des attributs en fonction desquels l'échantillonnage a été effectué, le profil désiré et défini préalablement va être plus ou moins déformé.

4.5.2.2 Réalisation de l'enquête

L'enquête a été réalisée en collaboration avec l'Office de statistique de la Ville de Zurich, Statistik Stadt Zürich, qui a fourni le matériel imprimable et s'est chargé de l'impression des documents. Des enveloppes officielles ont été mises à disposition par le Service médical de la Ville de Zurich. L'envoi de l'ensemble des 1200 questionnaires a eu lieu le 16 septembre 2005 et comprenait les éléments suivants : une lettre d'accompagnement qui présentait les auteurs, l'objectif et le déroulement de l'enquête ; une lettre du Médecin-chef du Service médical de la Ville de Zurich, PD Dr. méd. Albert Wettstein, exprimant son soutien et son intérêt pour la recherche ; un exemplaire du questionnaire ; ainsi qu'une enveloppe préaffranchie pour le renvoi du questionnaire (voir annexe 2.2 à 2.5, page 141). Les personnes faisant partie du sous-échantillon pour les accéléromètres ont par ailleurs reçu une lettre explicative de l'intérêt et du déroulement de ces mesures complémentaires, tout en laissant à la personne le choix de participer uniquement à l'enquête basée sur le questionnaire. Les questionnaires ont été renvoyés à l'adresse du Service médical de la Ville de Zurich, qui les a transmis à l'auteur de la recherche.

Deux semaines après le premier envoi, les 800 personnes qui ne faisaient pas partie du sous-échantillon de

⁸ Le deuxième chapitre a montré que ce groupe de population présente notamment une diminution notable du niveau d'activité physique en raison de troubles de la vieillesse. C'est la raison pour laquelle le comportement de ces personnes est moins intéressant dans le contexte de notre recherche dont l'objectif est d'étudier le lien entre l'environnement construit et l'activité physique.

⁹ Ces calculs se basent sur des données récentes de la population (état du 8.8.2005) qui ont été mises à disposition par Statistik Stadt Zürich.

l'enquête par accéléromètre ont reçu un rappel. Ce rappel comprenait un nouveau questionnaire et les deux lettres d'accompagnement, ainsi qu'une nouvelle lettre pour remercier les personnes qui avaient déjà renvoyé le questionnaire et pour demander une deuxième fois de participer aux personnes qui ne l'avaient pas encore fait. Les 400 personnes du sous-échantillon ont été rappelées par téléphone dans le cadre de la procédure de recrutement pour les mesures d'accéléromètres effectuée par l'Office fédéral du sport.

La phase du sondage écrit s'est terminée à la fin du mois de novembre 2005. Jusqu'à ce moment-là, 518 questionnaires valides et dûment remplis ont été renvoyés. Cet effectif correspond à un taux de retour de 43% par rapport à la taille de l'échantillon initial et peut être jugé comme extrêmement satisfaisant. Nous imputons ce succès notamment au soutien du PD Dr. med. A. Wettstein, à l'utilisation des enveloppes officielles du Service médical et à l'encadrement précieux de l'enquête par Statistik Stadt Zürich.

4.5.2.3 Dépouillement des questionnaires et traitement des données

Les règles de codage appliquées lors du dépouillement, ainsi qu'un descriptif des variables directement issues des questionnaires sont présentés dans l'annexe 2.6, page 145. Lors d'une première série d'analyses de l'échantillon, 41 individus ont été exclus en raison de différents critères. Premièrement, nous avons supprimé les données de trois personnes présentant un âge supérieur à 59 ans et de trois autres personnes qui n'ont pas déclaré leur âge. Deuxièmement, le groupe des possesseurs de chiens, soit un ensemble de 33 personnes, a été exclu en raison de leur comportement de marche potentiellement exceptionnel et anormal. Troisièmement, nous avons également enlevé deux personnes qui présentaient des valeurs extrêmes en matière du comportement de marche, à savoir un temps total consacré à la marche par semaine supérieur à 15 heures ou bien un nombre de déplacements supérieurs à 50. L'échantillon, résultant de ces éliminations et présentant une taille de 477 observations, constitue la base de toutes les analyses des chapitres suivants.

Toute une série de variables sont dérivées à partir des variables primaires issues du questionnaire. Ces opérations ont été effectuées à l'aide du logiciel de statistique SPSS 11. Les calculs effectués sont présentés dans le cadre de la liste des variables de l'annexe 2.6. À partir des moyennes journalières consacrées aux déplacements par les moyens de transport, le temps total hebdomadaire par moyen de transport a été calculé. Par ailleurs, une variable représentant le temps hebdomadaire consacré à l'ensemble des moyens de locomotion douce (marche, vélo, roller / trottinette / planche à roulette) a été créé. Les informations sur les fréquences et les durées moyennes des déplacements à pied ayant comme origine ou destination le lieu de résidence ont permis d'obtenir le temps total consacré aux différents types et motifs de déplacement. À partir de ces variables, le temps hebdomadaire total consacré à l'ensemble des déplacements à pied effectués depuis le domicile a été calculé. Le nombre total de déplacements à pied a été obtenu en additionnant les fréquences hebdomadaires de tous les différents types de déplacements à pied.

Les deux items du questionnaire qui portent sur l'activité physique ont permis de calculer les indicateurs officiels du niveau d'activité physique utilisés par l'Enquête suisse sur la santé. Le premier indicateur renvoie au niveau d'activité physique d'intensité moyenne et le deuxième au niveau d'activité physique globale. L'indice de masse corporelle a été calculé à partir de la taille et du poids des personnes.

Les items concernant l'accessibilité, la perception de l'environnement construit, les préférences et les modes de vie des personnes interrogées ont été résumés par des analyses en composantes principales et des procédures d'addition des scores. Ces opérations seront présentées dans le sous-chapitre 5.3 et 5.4 qui s'intéressera plus précisément au rôle de ces dimensions dans l'étude du lien entre l'environnement construit et les déplacements à pied.

Plusieurs variables dérivées ont également été calculées à partir des données sociodémographiques des questionnaires. À partir de l'indication de l'année de naissance, l'âge des personnes a été calculé. Sur la base des catégories d'activités professionnelles, nous avons créé une variable bimodale qui indique si la personne pratique une activité professionnelle (travail, formation ou les deux en parallèle) à plein temps ou pas. Le niveau de formation a été résumé par un indicateur bimodal représentant l'achèvement d'une formation supérieure. Pour

représenter la structure du ménage avec une seule variable simple, nous avons opté pour un indicateur bimodal représentant la présence d'enfants de moins de 6 ans dans le ménage.

4.5.3 Plan de l'analyse des données

Afin de mettre en évidence les tendances et les différences entre les comportements des résidents des deux quartiers, nous présentons, dans une première étape d'analyse, une étude comparative des variables centrales du travail. Celles-ci comprennent les indicateurs des chiffres-clés du comportement de mobilité dans une optique d'activité physique, une grande série d'indicateurs permettant de caractériser les déplacements à pied qui sont effectués dans le périmètre du quartier ainsi que les variables portant sur le niveau d'activité physique. La comparaison des deux populations se base sur une analyse des valeurs moyennes des indicateurs et des proportions de personnes présentant une certaine caractéristique. Nous allons tester la significativité de ces différences par des tests de la moyenne pour deux échantillons non appariés. Cette première étape d'analyse permettra d'une part de tester les deux premières séries d'hypothèses formulées, mais servira aussi à dresser une image globale des chiffres-clés en matière du comportement de mobilité des deux populations.

Après l'analyse comparative simple des populations en fonction des indicateurs retenus, il s'agira d'évaluer les différences mises en évidence en tenant également compte d'autres variables qui sont censées avoir une influence sur le comportement de marche et d'activité physique. Le modèle global présenté dans le sous-chapitre 4.1 constitue le cadre conceptuel sur lequel cette deuxième étape d'analyse se fonde. À part le pôle de l'environnement construit et de la marche, le modèle conceptuel général comprend trois autres dimensions dont nous allons tenir compte par toute une série de variables de contrôle : les préférences et les attitudes des personnes, les modes de vie et la disponibilité des moyens de transport. Nous pouvons admettre que les deux populations peuvent présenter des variations plus ou moins importantes au niveau de ces variables. Par conséquent, il se peut que les différences observées dans le cadre de la simple comparaison des quartiers s'expliquent davantage par les caractéristiques des populations que par une véritable influence de l'environnement construit. Afin de déceler de tels types de liens artificiels, nous utilisons des modèles de régression qui couvriront l'ensemble des dimensions du cadre conceptuel. Dans ces modèles, l'effet de la variable représentant l'appartenance aux quartiers sera testé face aux variables de contrôle retenues. Les indicateurs de la marche constitueront les variables dépendantes, alors que toutes les autres dimensions du cadre conceptuel seront intégrées sous forme de prédicteurs. Or, les modèles de régression présentent, comme l'ont mis en évidence les études antérieures, certaines limites d'interprétation si les prédicteurs sont plus ou moins fortement corrélés entre eux. Puisque nous admettons justement que les deux populations se distinguent au niveau des variables de contrôle des modèles, le problème de colinéarité entre les prédicteurs semble être manifeste.

Afin de tenir compte de ces limites des modèles de régression, nous les complétons par une autre méthode statistique qui est la modélisation par équations structurelles (*structural equation modeling*). Cette méthode dépasse la capacité des régressions classiques dans la mesure où elle permet de modéliser à la fois plusieurs équations. Ainsi, il sera possible de tester le lien entre l'environnement construit et les indicateurs de la marche en tenant explicitement compte des autres relations hypothétiques du cadre conceptuel global. En particulier, nous pourrions, grâce au caractère très général des modèles à équations structurelles, tenir compte de l'hypothèse qui admet que certaines variables influençant le comportement de marche pourraient également jouer un rôle dans le choix du lieu de résidence. Un autre point fort de la méthode réside dans sa conception des liens entre les variables modélisées. Ceux-ci se manifestent en effet en termes d'effets unidirectionnels permettant une interprétation en termes de causalités.

Après avoir testé de manière approfondie si les différences au niveau du comportement de marche sont véritablement imputables aux différences au niveau de l'environnement construit en fonction desquelles les quartiers se distinguent, nous nous penchons sur la question de l'importance relative des attributs particuliers de l'environnement construit. Pour ce faire, nous allons nous baser sur l'évaluation subjective de ces attributs qui a été effectuée par les personnes interrogées elles-mêmes. Cette évaluation porte d'une part sur l'accessibilité des commerces et services, et d'autre part sur l'attractivité de l'environnement construit en termes d'attrait esthétique, d'ambiance et de sécurité face au trafic. En tenant compte de la forte corrélation entre les items

correspondants, ces données sont d'abord soumises à des analyses en composantes principales. Ensuite, le lien entre les différentes dimensions de l'environnement construit et les indicateurs de la marche sera testé par des modèles de régression, tout en prenant de nouveau en compte les variables de contrôle dont nous avons parlé ci-dessus.

Chapitre 5: **Résultats de l'enquête**



5.1 Caractéristiques sociodémographiques de l'échantillon

Le tableau 5.1 présente le profil sociodémographique de l'échantillon sur lequel les analyses de l'étude se basent. Il est constitué de n = 477 individus dont 237 personnes qui habitent dans le quartier de Seefeld et 240 personnes dans le quartier de Witikon. Le taux de retour de l'enquête a donc été très similaire entre les populations des deux quartiers. Le sexe et les classes d'âge sont les attributs selon lesquels l'échantillon de départ (avec n = 1200) a été stratifié et dont les mêmes effectifs pour les deux quartiers ont été fixés pour le tirage aléatoire des personnes. En ce qui concerne la répartition des sexes, on peut observer des écarts assez importants par rapport aux parts fixées pour l'échantillonnage. Notamment parmi les résidents de Seefeld, les hommes sont fortement sous-représentés par rapport à la proportion initiale de 51,5%. Il y a donc plus de femmes que des hommes qui étaient prêtes à participer au sondage et ce fait s'observe également parmi les personnes de Witikon, les différences y sont toutefois beaucoup moins marquées. La répartition des personnes selon les classes d'âge est presque identique pour les deux quartiers. Par ailleurs, les proportions correspondent assez bien aux parts de l'échantillon initial (18-24 ans : 13%, 25-44 ans : 59%, 45-59 ans : 28%). La proportion de personnes âgées de 45-59 a légèrement augmenté aux dépens des personnes présentant un âge entre 18 et 24 ans.

Tableau 5.1 : Profil sociodémographique de l'échantillon

	Seefeld	Witikon
Total personnes	237	240
Hommes	39,7%	46,2%
Femmes	60,3%	53,8%
18-24 ans	10,5%	11,7%
25-44 ans	57,0%	55,8%
45-59 ans	32,5%	32,5%
Niveau de formation		
Ecole obligatoire	1,7%	2,9%
Apprentissage professionnel, école professionnelle	18,6%	28,0%
Ecole de maturité	13,5%	14,6%
Ecole professionnelle supérieure, haute école spécialisée	28,2%	24,4%
Université, haute école	38,0%	30,1%
Structure des ménages		
Habite seul	36,4%	23,5%
Couple sans enfants	29,7%	23,5%
Couple avec enfants	16,1%	37,0%
Ménage monoparental	3,8%	4,6%
Autres	14,0%	11,4%

Le niveau de formation et la structure des ménages sont des attributs sociodémographiques centraux qui n'ont pas été pris en compte lors de l'échantillonnage. La comparaison de ces proportions aux parts réelles s'avère assez difficile, puisque l'échantillon se base sur une population spécifique, à savoir les personnes ayant entre 18 et 59 ans, dont nous ne connaissons pas les proportions relatives dans la population. L'évaluation de la représentativité de l'échantillon en fonction de ces attributs est donc difficile. Il est pourtant possible et pertinent de vérifier si l'échantillon tient compte des différences globales au niveau de la structure des populations, différences que nous avons mis en évidence lors de la discussion du choix des quartiers.

Afin de caractériser l'échantillon en fonction du statut socioéconomique des personnes, nous nous limitons à considérer uniquement le niveau de formation, ce qui est aussi valable pour les analyses statistiques. Ce choix s'explique par le fait que la variable des classes de revenu, également évaluée par le questionnaire, présente un grand nombre de données manquantes, tandis que les informations sur le niveau de formation sont complètes. Malgré les incertitudes concernant les proportions réelles dans la population étudiée (les personnes âgées de 18 – 59), nous estimons pouvoir affirmer que les personnes ayant un niveau de formation inférieur (école obligatoire ou apprentissage professionnel) sont globalement sous-représentées dans l'échantillon. La proportion de personnes ayant achevé l'école obligatoire ou un apprentissage professionnel se situe dans l'ensemble des deux populations

autour de 40%, alors que nous n'observons que des parts de 20% respectivement de 30% dans l'échantillon. Il semble donc que le niveau de formation ait eu une certaine influence sur le choix de participer au sondage. Cette observation est valable pour les deux quartiers. Par ailleurs, le profil de l'échantillon reflète les écarts du niveau de formation entre les quartiers en enregistrant des proportions plus importantes de personnes ayant un niveau de formation élevée (école professionnelle supérieure ou plus) parmi les résidents de Seefeld.

Au niveau de la répartition des personnes en fonction de la structure des ménages, l'échantillon présente un profil qui s'écarte de manière importante des parts observées dans la population globale. Il est très probable que ces écarts s'expliquent en partie par l'exclusion des personnes ayant moins de 18 ans et plus de 59 ans. Ainsi, l'échantillon présente des proportions plus faibles de personnes habitant seul, qui devraient en général être plus nombreuses parmi les personnes âgées. En revanche, les personnes habitant en couple semblent être sur-représentées dans l'échantillon. Ceci concerne notamment les couples sans enfants à Seefeld dont on observe, contrairement aux profils de l'ensemble des populations, une proportion plus élevée à Seefeld. À part cette inversion, les écarts réels entre les populations se reflètent dans l'échantillon : une forte proportion de personnes habitant seul à Seefeld et une part plus importante de couples avec enfants dans le quartier de Witikon.

Les réflexions sur la représentativité du profil sociodémographique de l'échantillon par rapport à la population étudiée sont importantes dans la mesure où ces caractéristiques pourraient montrer certains liens avec les variables du comportement individuel que nous allons étudier. Ainsi, une sur- ou sous-représentation d'un certain groupe de personnes dans l'échantillon pourrait biaiser les observations qui portent sur les valeurs moyennes des populations. En outre, le profil sociodémographique des deux quartiers présente certaines différences dont l'influence sur les comportements observés ne devra pas être confondu avec un effet éventuel du type de l'environnement construit. C'est selon cet argument que l'échantillon a été homogénéisé au niveau des classes d'âge et des sexes lors de l'échantillonnage même. La ressemblance des deux sous-échantillons au niveau des âges, qui s'observe d'ailleurs aussi dans une certaine mesure au niveau du statut socioéconomique, constitue en effet une condition cadre intéressante pour la première analyse comparative (bivariée) des quartiers. Face à des populations plus ou moins homogènes, l'interprétation des résultats en termes d'effets liés au type d'environnement construit sera facilitée.

Alors qu'au niveau des classes d'âge, l'échantillon présente de manière très satisfaisante les proportions initialement définies, il n'en est pas de même pour les proportions des sexes. Les hommes sont généralement sous-représentés en raison de leur plus faible taux de retour des questionnaires. Ce phénomène est très marqué parmi les habitants de Seefeld, mais s'observe également dans le sous-échantillon de Witikon. Afin d'éviter un possible biais des moyennes calculées dû à la sous-représentation de ce groupe et afin de rendre celles-ci plus comparables d'un quartier à l'autre, une pondération des observations a été effectuée préalablement. L'objectif de cette pondération est de rétablir un rapport 50:50 des sexes dans les deux quartiers. Pour ce faire, quatre facteurs de pondération ont été attribués aux hommes et aux femmes de Seefeld et de Witikon (voir annexe 3.1, page 148). Cette pondération a été respectée à travers l'ensemble des analyses statistiques suivantes. L'influence éventuelle de la différente structure des sous-échantillons en fonction des autres caractéristiques sociodémographiques sera négligée lors de la première étape d'analyse et sera l'objet des modélisations ultérieures.

5.2 Le comportement de mobilité, la marche et l'activité physique : une comparaison des quartiers étudiés

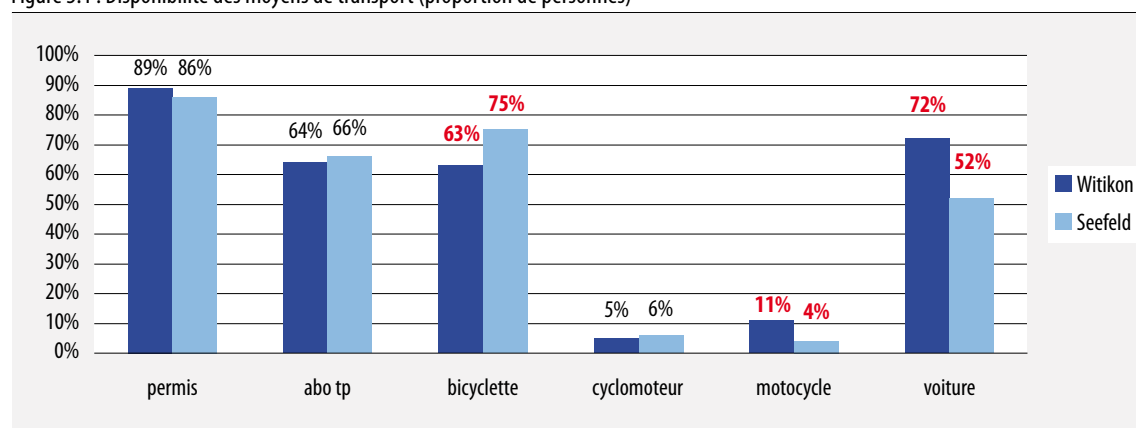
La première étape d'analyse statistique a pour objectif de dresser une image globale des chiffres-clés du comportement de mobilité des deux populations étudiées. En particulier, il s'agira de tester si les résidents des deux quartiers présentent des différences au niveau du temps consacré à la marche et à l'activité physique comme le stipulent les deux premières séries d'hypothèses qui ont été formulées dans le sous-chapitre 4.4. Pour ce faire, nous procédons à une comparaison des valeurs moyennes et des proportions des indicateurs qui nous intéressent. Pour chaque indicateur, l'hypothèse de l'égalité de la moyenne ou de la proportion théorique sera évaluée par un test de la moyenne pour deux échantillons non appariés (*Independent-Samples T-Test*). L'application de ce test aux indicateurs de proportion est possible, puisque ces proportions sont des valeurs

moyennes calculées à partir de variables bimodales. Un point fort du test de comparaison de moyennes est qu'il est généralement assez robuste face à des violations de l'hypothèse de la normalité des données (cf. Bavaud, 1998: 187). Un argument important pour sa validité dans le cadre de nos données réside par ailleurs dans le fait que les sous-échantillons des quartiers comprennent presque le même nombre d'individus. Les tests de la moyenne demandent pourtant une modification, si les variances de la variable ne sont pas homogènes dans les deux populations. Par conséquent, le test de l'égalité des moyennes doit normalement être précédé par un test de l'homogénéité des variances. SPSS 11 effectue automatiquement un test de la variance dans la procédure du test de la moyenne. Les sorties du logiciel comprennent alors les résultats du test de la moyenne sous l'hypothèse de l'homogénéité et de l'hétérogénéité des variances. En général, les résultats des différentes versions du test de la moyenne ne diffèrent que très peu dans nos analyses. Les sorties de tous les tests effectués peuvent être consultées dans l'annexe 3, page 148. Dans les graphiques, nous nous limitons à représenter les valeurs moyennes, qui seront marquées en rouge, si la différence est significative pour $\alpha = 1\%$, et en orange, si elle est significative pour $\alpha = 5\%$.

5.2.1 Le comportement de mobilité dans une perspective d'activité physique

Le rôle des habitudes et des choix à long terme pour le comportement quotidien en matière de transports a été évoqué plus haut dans notre travail. Ainsi, la possession d'un abonnement de transport public, l'achat d'une voiture ou encore d'un vélo constituent des choix qui influencent notre manière de nous déplacer chaque jour. Par ailleurs, ces choix peuvent être à leur tour liés aux préférences vis-à-vis des moyens de transport dans le cadre des déplacements quotidiens et aux expériences que nous faisons durant ceux-ci. La figure 5.1 présente une comparaison des chiffres-clés du comportement en matière de transports. Les différences les plus frappantes (et les plus significatives) entre les quartiers concernent la disponibilité d'une voiture. À Witikon, la proportion des personnes ayant à disposition une voiture s'élève à 72% et situe ainsi proche de la moyenne nationale (cf. ARE et OFS, 2001 : 23). Dans le quartier de Seefeld, seul 52% des personnes interrogées peuvent faire recours à une voiture pour leurs déplacements quotidiens. Cette part extrêmement faible se situe bien au-dessous des proportions qu'on peut généralement observer dans les villes-centre de la Suisse (cf. idem : 65). La même différence, pourtant moins prononcée, s'observe entre les quartiers au niveau de la possession d'une moto lourde. La structure se renverse quant à la possession d'un vélo: la proportion de personnes de Seefeld ayant à disposition une bicyclette dépasse celle de Witikon de plus de dix points de pourcentage. La faible disponibilité de vélos à Witikon, qui est bien inférieure à la moyenne suisse (s'élevant à 68,8%, cf. idem : 27), devrait s'expliquer en partie par le dénivellement important entre le centre-ville et le quartier, facteur plutôt dissuasif pour la pratique du vélo sur cet itinéraire. Au niveau de la disponibilité d'un cyclomoteur ou d'un scooter, ainsi qu'au niveau de la possession d'un permis de conduire et d'un abonnement de transport public, les résidents des deux quartiers ne présentent pas de différences significatives.

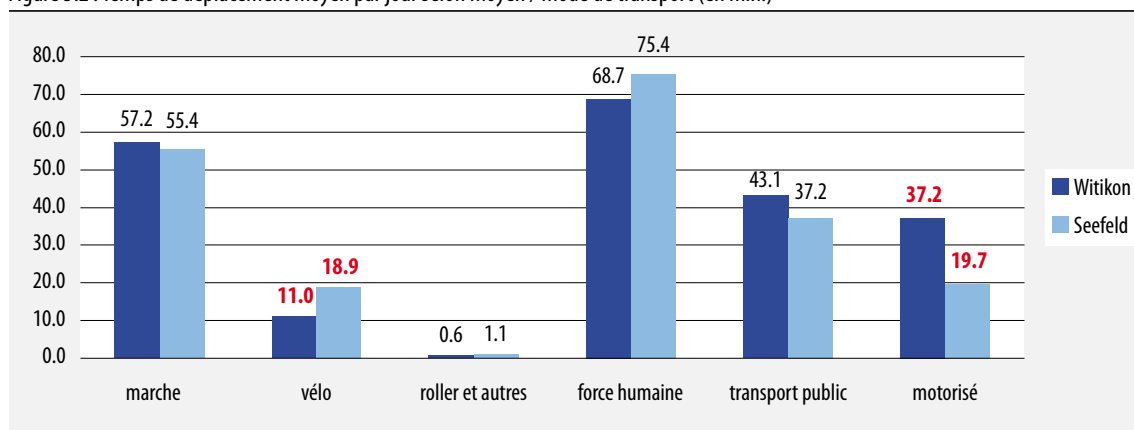
Figure 5.1 : Disponibilité des moyens de transport (proportion de personnes)



Une deuxième variable qui nous intéresse dans le contexte des relations entre le comportement de mobilité et l'activité physique est l'allocation du temps de parcours journalier selon les différents moyens de transport (voir figure 5.2). Le temps de déplacement moyen par jour a été évalué à partir des items du questionnaire

distinguant la marche, le vélo, les rollers et autres gadgets, les transports publics et les moyens motorisés privés. Des différences significatives entre les habitants des deux quartiers s'observent au niveau du temps consacré aux trajets en vélo et aux déplacements effectués par des moyens motorisés privés. En effet, les résidents de Witikon passent en moyenne 18 minutes de plus par jour dans leur voiture ou sur leur moto que les habitants de Seefeld. En revanche, les habitants de Seefeld présentent un temps de déplacement journalier à vélo qui dépasse celui des résidents de Witikon de 8 minutes. Ces résultats sont tout à fait cohérents avec les observations concernant la disponibilité des moyens de transport ci-dessus. Le temps consacré aux voyages par les autres moyens de transport ne diffère pas significativement d'un quartier à l'autre. Le temps de déplacement associé à des moyens de transport publics est légèrement supérieur à Witikon, ce qui devrait être lié à sa position plus éloignée du centre de la ville. Les différences concernant le temps consacré à la marche sont minimes et contredisent l'hypothèse selon laquelle les résidents de Seefeld marchent plus de temps par jour. Tout en soulignant la non-significativité du résultat, notons que ce sont même les habitants de Witikon qui marchent en moyenne deux minutes de plus par jour. Le temps total consacré à la mobilité à force humaine – somme du temps de marche, de vélo et de roller et autres – ne présente pas non plus une différence significative entre les résidents des deux quartiers. Grâce au temps supérieur consacré au vélo, ce sont pourtant les résidents de Seefeld qui montrent une valeur supérieure de cet indicateur essentiel dans une perspective d'activité physique.

Figure 5.2: Temps de déplacement moyen par jour selon moyen / mode de transport (en min.)

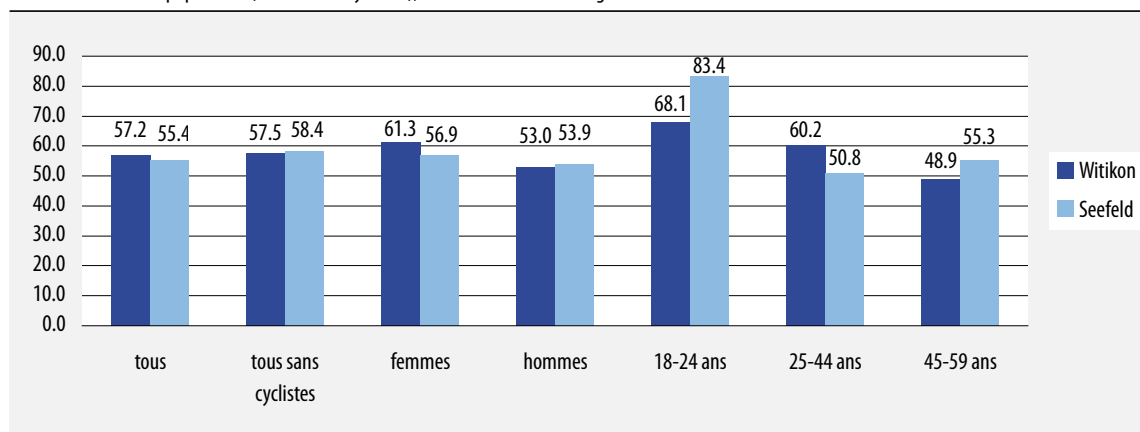


Dans l'optique des recommandations minimales concernant l'activité physique, il est intéressant de considérer la proportion de personnes qui se déplacent au moins 30 minutes par jour par des moyens de locomotion douce. Cette part s'élève à 84% à Seefeld et à 75% dans le quartier de Witikon (voir annexe 3.10, page 152). Contrairement à la différence du temps moyen de mobilité à force humaine, la différence de ces proportions est significative à $\alpha = 5\%$. À la différence près que cet indicateur comprend également le temps consacré à des moyens de locomotion douce plus alternatifs – qui est pourtant très marginal ici – il correspond tout à fait à la mesure de l'activité physique sous forme de transport quotidien dans l'Enquête suisse de la santé 2002 (ESS 2002). Les proportions observées dans les deux quartiers se situent en fait très fortement au-dessus de la moyenne suisse évaluée par l'ESS 2002, qui s'élève à seulement 27,4 % (Lamprecht et Stamm, 2006 : 9). Une grande partie de cet écart devrait s'expliquer par le contexte général de la ville de Zurich qui est très favorable à la marche, par l'attitude généralement favorable vis-à-vis de la mobilité à force humaine ainsi que par le système très performant de transports publics. Il faut pourtant admettre que la légère différence dans la formulation de l'item pourrait aussi être partiellement responsable de l'écart entre les résultats.

Voyons maintenant plus en détail l'activité physique sous forme de marche, première variable centrale de nos analyses, pour laquelle une différence significative du temps moyen n'a pas pu être mise en évidence entre les résidents des deux quartiers. La figure 5.3 montre les valeurs moyennes de cette variable en fonction de différents groupes de population pour lesquels des tests ont été effectués séparément. Notons que la différence (minime) en faveur de Witikon (voir figure 5.2) se renverse quand on compare les moyennes des deux populations sans les cyclistes réguliers¹. De nouveau, l'écart entre les quartiers est pourtant extrêmement faible. Tandis que parmi les

¹ Les cyclistes réguliers sont ici définis comme les personnes qui présentent un temps de déplacement journalier à vélo supérieur à 0 minutes

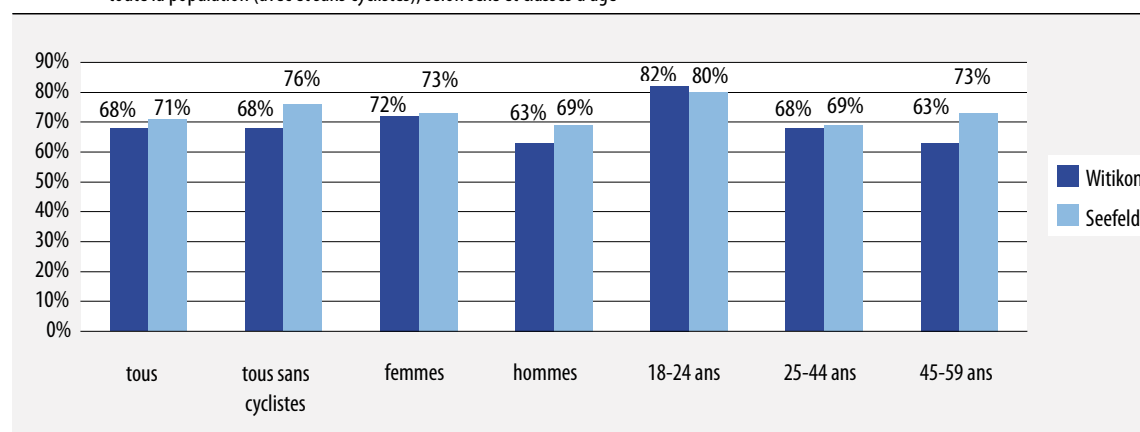
Figure 5.3 : Temps journalier moyen consacré à la marche (en min.)
toute la population (avec et sans cyclistes), selon sexe et classes d'âge



femmes, on observe quelques minutes de marche de plus à Witikon, le groupe des hommes ne présente pas de différence notable. Selon les classes d'âge, les différences sont plus marquées, mais n'atteignent pas non plus un niveau significatif. Le rapport entre les quartiers se différencie toutefois selon les groupes d'âge: les personnes âgées de 18 à 24 ans et de 45 à 59 ans se déplacent plus longtemps à pied, si elles habitent à Seefeld, alors qu'on peut observer une valeur plus élevée dans le quartier de Witikon parmi les personnes de 25 à 44 ans. Le groupe de population qui consacre le plus de temps à la marche dans notre échantillon et celui des jeunes adultes du quartier de Seefeld. Notons encore qu'à travers tous les groupes de population, le temps moyen journalier consacré à la marche se situe à un niveau bien supérieur à la moyenne suisse qui s'élève à 29 minutes (voir chapitre 2.4).

La figure 5.4 présente l'indicateur de la proportion de personnes marchant au moins 30 minutes par jour, créé de manière analogue à celui qui a été appliqué au temps de déplacement par des moyens de locomotion douce. Les différences entre les quartiers sont de nouveau assez faibles, mais parlent plus qu'avant en faveur du quartier de Seefeld. Parmi les hommes, la proportion de Seefeld dépasse celle de Witikon de 6 points de pourcentage, dans le groupe des personnes âgées entre 45 à 59 ans même de 10 points. Il est intéressant de constater que dans le groupe des jeunes adultes, l'écart en faveur de Seefeld auparavant enregistré en termes de temps moyen est maintenant nivelé et même légèrement renversé.

Figure 5.4 : Proportion de personnes qui marchent au moins 30 minutes par jour
toute la population (avec et sans cyclistes), selon sexe et classes d'âge



En guise de conclusion de ces premières analyses, retenons que les résidents de Witikon sont en général plus motorisés et présentent aussi un temps de déplacement journalier par des modes de transport motorisés plus important que la population de Seefeld. Celle-ci consacre en revanche plus de temps par jour à des déplacements effectués à vélo. Au niveau du temps moyen consacré à la marche, pas de différence significative n'a été observée ce qui nous oblige de rejeter l'hypothèse A1: les résidents de Seefeld ne consacrent en moyenne pas plus de temps

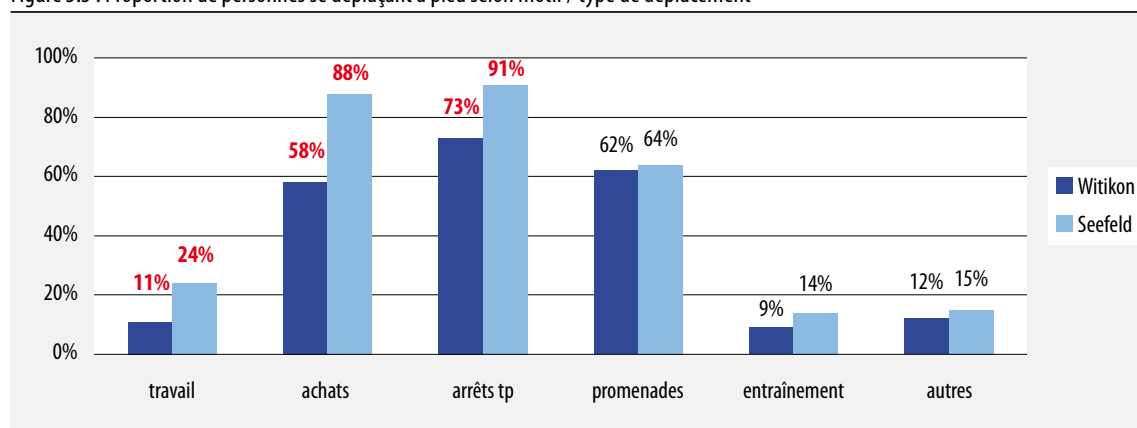
à la marche que les résidents de Witikon. Le fait d'habiter à Seefeld ne présente pas non plus un lien significatif avec le niveau minimal de 30 minutes de marche par jour. Une différence plus marquée mais non significative s'observe dans le temps total consacré à la locomotion douce. En revanche, le lien entre l'appartenance aux quartiers et cette variable devient significatif, si l'on considère celle-ci en termes de proportion de personnes qui atteignent 30 minutes de mobilité à force humaine par jour. La différence dans cet indicateur central dans une optique d'activité physique, qui atteint presque 10 points de pourcentage, est assez substantielle.

5.2.2 La marche dans le périmètre du quartier

Après avoir constaté que les deux populations étudiées ne présentent pas de différences au niveau du temps consacré globalement à la marche, nous mettons maintenant l'accent sur les déplacements à pied qui s'inscrivent plus précisément dans l'environnement construit à l'échelle des deux quartiers. Ce type de déplacements a été opérationnalisé et compté par le questionnaire en termes de déplacements ayant comme origine ou comme destination le domicile. Parmi ces déplacements, nous distinguons différentes catégories de marche en fonction des motifs : les déplacements au travail et au lieu de formation, les déplacements pour faire des achats, les promenades, la marche pour s'entraîner et une catégorie ouverte à des déplacements effectués selon d'autres motifs. De par la manière d'évaluer ces types de marche, ils correspondent à des déplacements qui sont exclusivement effectués à pied et nous les considérons ainsi comme centraux dans notre étude. Une autre catégorie a été utilisée afin de capter la marche qui correspond à la première étape d'un parcours au cours duquel la marche est combinée avec l'utilisation des moyens de transport publics. Les étapes de marche qui sont associées à un déplacement en voiture à partir du domicile n'ont malheureusement pas été prises en considération par l'enquête. Il faut pourtant admettre que celles-ci devraient être beaucoup plus négligeables que les déplacements à pied aux arrêts de transport public. Il est fort probable que la grande majorité des automobilistes disposent d'un parking à proximité immédiate de leur lieu de résidence. Nous estimons que cette hypothèse est particulièrement valable pour le quartier de Witikon où il est plus facile de se parquer qu'à Seefeld.

Les deux premiers indicateurs analysés permettent de caractériser l'importance des déplacements à pied que les deux populations effectuent depuis leur domicile. La figure 5.5 présente les proportions de personnes ayant déclaré avoir effectué un certain type de déplacement à pied la semaine précédant l'enquête. À travers tous les différents motifs et types de marche, ces proportions sont en effet plus élevées parmi les résidents de Seefeld. Les différences des parts des personnes ayant effectué des promenades, des marches pour s'entraîner et des déplacements liés à d'autres motifs sont toutefois faibles et non significatives. Les différences au niveau des déplacements liés au travail / à la formation, pour faire des achats et pour se déplacer aux arrêts de transport public sont très nettes et sont toutes significatives à $\alpha = 1\%$. La proportion de personnes de Seefeld qui marchent vers leur lieu de travail atteint une valeur qui vaut plus du double de la part correspondante parmi les résidents de Witikon. Une différence très prononcée de 30 points de pourcentage s'observe également au niveau des déplacements effectués pour faire des courses. Un peu moins surprenant et peut-être plus directement lié au faible taux de motorisation, on peut observer une proportion plus importante de personnes à Seefeld qui

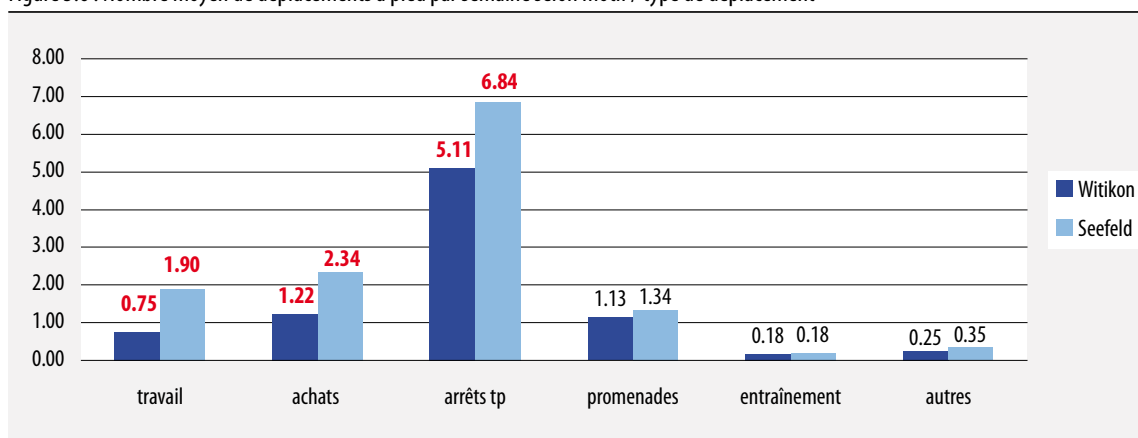
Figure 5.5 : Proportion de personnes se déplaçant à pied selon motif / type de déplacement



effectuent des déplacements à pied afin d'atteindre les arrêts de transport public.

Un deuxième indicateur permettant de mettre en évidence l'importance des marches effectuées depuis le domicile est la fréquence moyenne des différents déplacements. Comme le montre la figure 5.6, le rapport des fréquences entre les deux quartiers ressemble beaucoup à la structure observée grâce à l'indicateur précédent. De nouveau, des différences significatives font surface dans les déplacements liés au travail / à la formation, aux achats et en destination des arrêts de transport public. Les types de déplacement les plus fréquents dans les deux quartiers sont, sans surprises, les étapes à pied vers les transports publics. En ce qui concerne les déplacements au travail et pour faire des achats, les habitants de Seefeld présentent des fréquences qui valent deux fois ou plus le nombre de déplacements observés à Witikon. Si l'on additionne tous les déplacements effectués à partir du domicile, on tombe sur une valeur moyenne de fréquence totale de 8,6 pour les résidents de Witikon et de 13 pour la population de Seefeld. Cette différence présente une valeur p qui se situe bien au-dessous du seuil de 1%.

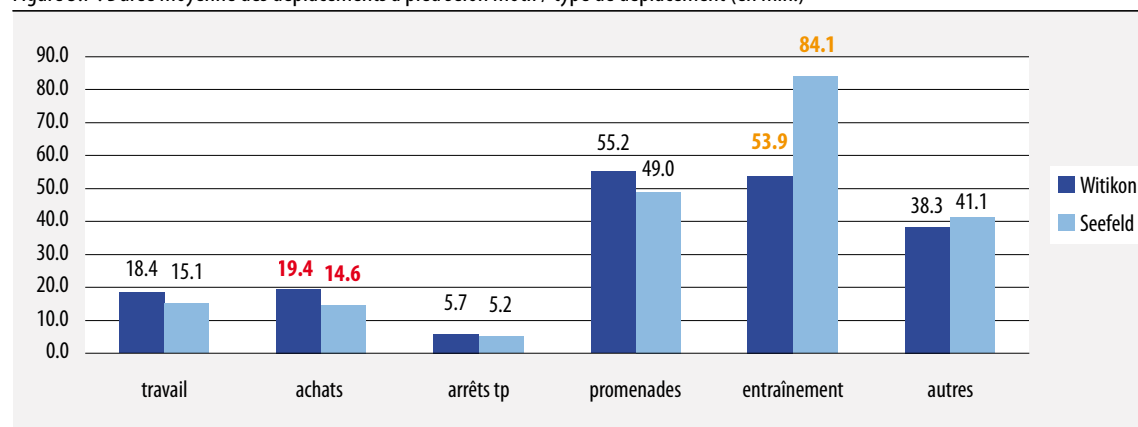
Figure 5.6 : Nombre moyen de déplacements à pied par semaine selon motif / type de déplacement



Puisque nous nous intéressons notamment au temps qui est consacré aux déplacements à pied, la question se pose de savoir si le plus grand nombre de déplacements à Seefeld n'est pas compensé en termes de durée par des parcours plus longs dans le quartier de Witikon. Cette réflexion se fonde sur le fait que la proximité des destinations, qui est lié à l'indice de marchabilité utilisé pour choisir les quartiers, est censée être inférieure dans le quartier de Witikon.

À part la marche pour s'entraîner et des déplacements liés aux motifs inconnus, les déplacements à pied sont effectivement plus courts dans le quartier de Seefeld (voir figure 5.7). Ainsi, un déplacement au travail y dure en moyenne 3 minutes de moins et un déplacement à pied pour faire des achats 5 minutes de moins qu'à Witikon. La durée moyenne des déplacements à destination des arrêts de transport public est très similaire dans les deux quartiers. Les promenades à pied durent en moyenne un peu plus longtemps à Witikon, mais cette différence

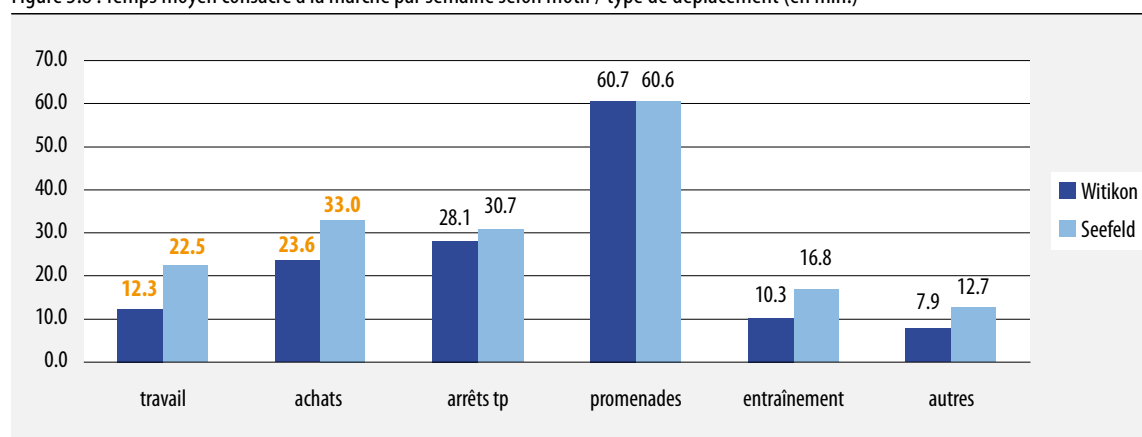
Figure 5.7 : Durée moyenne des déplacements à pied selon motif / type de déplacement (en min.)



est faible est non significative. Une différence plus marquée, en faveur des résidents de Seefeld cette fois, se manifeste au niveau des déplacements à pied pour s'entraîner. La valeur très élevée de la population de Seefeld s'explique pourtant par un petit groupe de personnes qui déclarent entreprendre ce genre de marches durant 3 heures et plus.

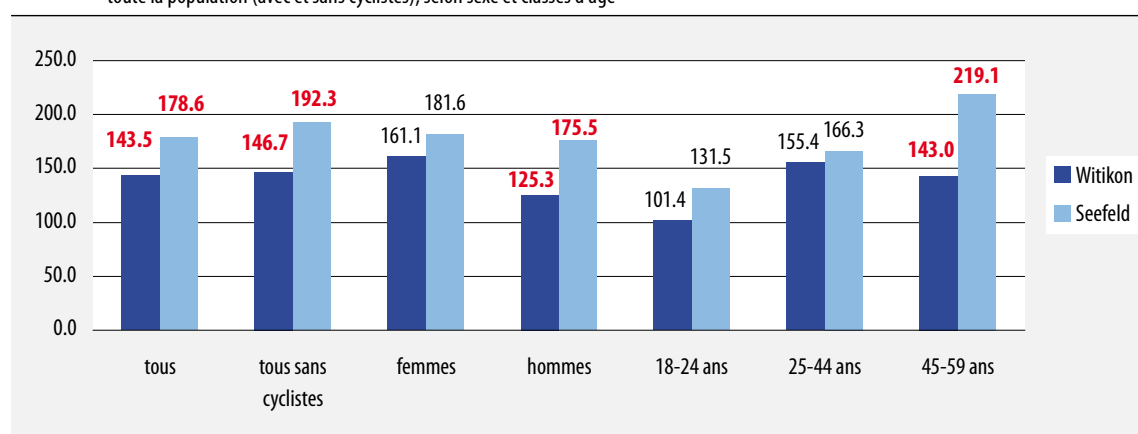
Quand on calcule le temps total consacré à la marche selon les différents motifs, l'on peut constater que les durées de déplacements plus longues à Witikon ne compensent généralement pas le nombre inférieur de déplacements qu'on observe dans ce quartier (voir figure 5.8). Seul le temps moyen consacré aux promenades est très équilibré entre les quartiers. Alors que les promenades sont des déplacements à pied relativement peu fréquents (voir figure 5.6), elles présentent le temps hebdomadaire maximal. Ceci s'explique, d'une part, par leur durée moyenne assez conséquente (voir figure 5.7) et, d'autre part, par le nombre relativement élevé de personnes s'engageant dans ce type d'activité (voir figure 5.5). À l'exception des promenades, le temps moyen consacré à la marche est dans chaque catégorie supérieure à Seefeld. Statistiquement, ce sont pourtant uniquement les déplacements au travail et les déplacements pour faire des achats qui présentent une différence significative: en moyenne, une personne de Seefeld marche 10 minutes de plus par semaine en fonction de chacun de ces deux motifs.

Figure 5.8 : Temps moyen consacré à la marche par semaine selon motif / type de déplacement (en min.)



La figure 5.9 présente le temps total moyen consacré à la marche par semaine. Cette mesure correspond à la somme du temps consacré à tous les différents déplacements à pied effectués depuis le domicile. À travers tous les groupes de population testés, les habitants de Seefeld marchent globalement plus que les résidents de Witikon. La différence dans l'ensemble de la population est significative à $\alpha = 1\%$. Si les cyclistes sont exclus de l'analyse, l'écart entre les quartiers se prononce encore plus. D'autres différences significatives à $\alpha = 1\%$ s'observent dans le groupe des hommes, qui présentent généralement des valeurs plus faibles que les femmes ainsi que dans le groupe des personnes âgées entre 45 à 59 ans. Dans ce groupe-ci, la différence entre les

Figure 5.9 : Temps total moyen consacré à la marche par semaine (en min.)
toute la population (avec et sans cyclistes), selon sexe et classes d'âge



quartiers est maximale et atteint une valeur de 76 minutes par semaine, soit de 11 minutes par jour. Dans toute la population étudiée, la différence entre les quartiers s'élève à 35 minutes. Au cours d'une année entière, les habitants de Seefeld effectuent donc des déplacements à pied depuis leur lieu de résidence dont la durée totale dépasse celle de la marche à Witikon d'environ 30 heures.

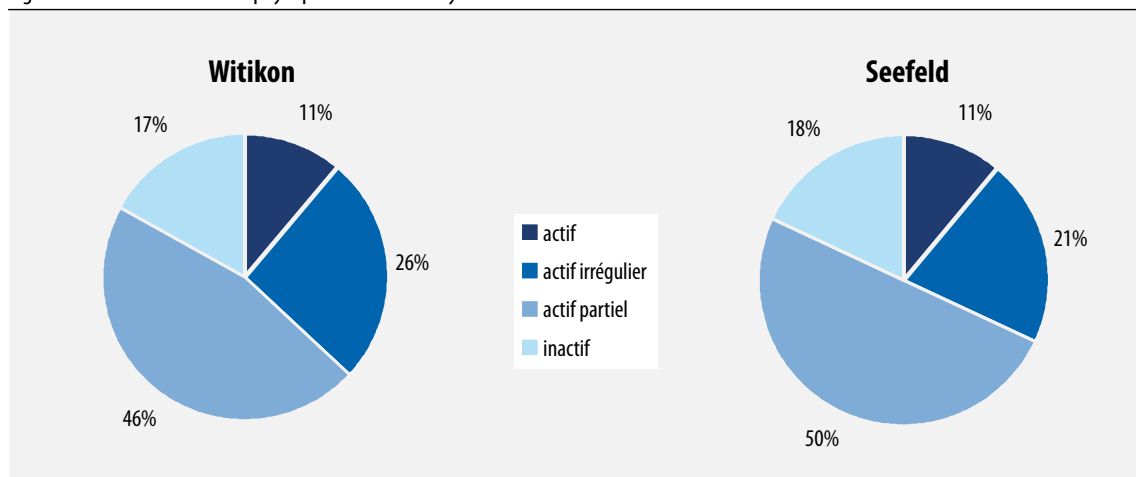
Alors que nous n'avons auparavant pas pu mettre en évidence des différences significatives entre les quartiers au niveau du temps global consacré à la marche, les analyses de ce sous-chapitre montrent une image différente en ce qui concerne les déplacements qui sont effectués dans le périmètre des deux quartiers. L'hypothèse A2, qui stipule que les résidents de Seefeld consacrent plus de temps à des déplacements à pied à cette échelle d'étude, se voit confirmée. Cette différence s'observe à travers tous les groupes de population testés et présente, selon le groupe, des valeurs qui se situent entre 10 et 76 minutes par semaine. Les groupes dans lesquels l'écart est le plus net sont les hommes et les personnes entre 45 et 59 ans. Les déplacements responsables de l'écart au niveau du temps total consacré à la marche sont notamment les parcours liés au travail et à la formation ainsi que les déplacements pour aller faire des courses. La présence de différences nettes au niveau de ces motifs n'étonnent guère, étant donné que les deux quartiers ont été choisis en fonction de critères qui renvoient notamment au degré d'accessibilité de destinations associées à des déplacements utilitaires.

5.2.3 Le niveau d'activité physique

Avant d'approfondir la question de la nature du lien entre le type de l'environnement construit et l'importance des déplacements à pied, qui varie significativement entre les quartiers, il est intéressant de vérifier si des écarts s'observent également en ce qui concerne les niveaux d'activité physique des deux population. Les indicateurs utilisés pour caractériser le niveau d'activité physique correspondent aux indicateurs officiels de l'ESS 2002. Le premier indicateur, relatif aux recommandations de base en termes d'activité physique d'intensité moyenne, se base sur des activités physiques qui essoufflent légèrement. Il présente quatre niveau: les personnes actives (au moins 5 jours par semaine avec une activité physique d'au moins 30 minutes), les personnes irrégulièrement actives (plus de 150 minutes d'activité par semaine), les personnes partiellement actives (entre 30 et 150 minutes d'activité par semaine) et les personnes inactives (moins de 30 minutes d'activité par semaine).

La figure 5.10 présente les parts relatives à ces catégories parmi la population de Seefeld et de Witikon. Les deux profils sont très similaires. Le quartier de Seefeld présente un peu moins de personnes irrégulièrement actives et montre en revanche une part plus importante de personnes partiellement actives. La proportion de personnes actives s'élève dans les deux quartiers à 11%. Il est intéressant de comparer nos résultats à la moyenne suisse évaluée par l'ESS 2002 (Lamprecht et Stamm, 2006: 2), qui donne une proportion de 18% de personnes actives et par rapport à laquelle le niveau des deux quartiers semble plutôt médiocre. Le profil des deux populations dépasse pourtant la moyenne suisse en ce qui concerne la part des personnes irrégulièrement et partiellement actives et présente par conséquent une proportion d'inactifs beaucoup plus faible (par rapport à une moyenne

Figure 5.10 : Niveau d'activité physique d'intensité moyenne

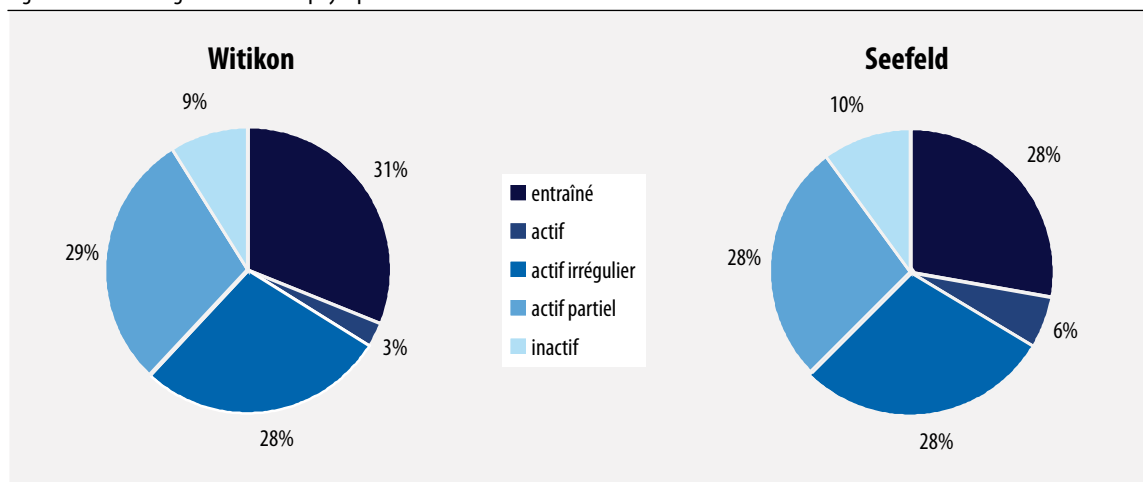


nationale de 31 %).

Notons l'écart important entre la proportion de personnes déclarant de pratiquer quotidiennement une activité physique d'intensité moyenne pendant une demi-heure et la proportion de personnes qui déclarent de se déplacer au moins 30 minutes par la locomotion douce par jour. La même différence, bien que moins prononcée, se retrouve également dans les données de l'ESS 2002 (Lamprecht et Stamm, 2006). Elle montre que de nombreuses personnes actives lors de leurs déplacements quotidiens ne considèrent la mobilité à force humaine pratiquée pas comme « légèrement essouffante » et, par conséquent, ne la déclarent pas comme une activité physique d'intensité moyenne. Or, nous avons montré dans le sous-chapitre 2.3 de ce travail, que déjà à partir d'une vitesse de 4 km/h, une marche peut sous certaines conditions être considérée comme une activité physique d'intensité moyenne. Dès lors, nous estimons que l'indicateur de l'ESS 2002 a certes l'avantage d'être simple mais présente en revanche certaines limites, parce qu'il est trop sévère et pénalisant face à l'activité physique sous forme de marche.

Afin de donner une image globale de l'activité physique de la population de Witikon et de Seefeld, nous avons également calculé l'indicateur officiel qui relie les recommandations de base et les recommandations concernant l'activité physique intensive (voir figure 5.11). Cet indicateur comprend cinq niveaux, dont le niveau supérieur regroupe les personnes entraînées qui pratiquent trois fois par semaine une activité physique qui fait transpirer. Les critères de classement pour le groupe des actifs sont les mêmes qu'auparavant, alors que les groupes des irrégulièrement et des partiellement actifs comprennent soit des personnes présentant un niveau correspondant en termes d'activité d'intensité moyenne, soit un certain nombre d'épisodes de transpiration par semaine (actif irrégulier: 2 épisodes, actif partiel: 1 épisode).

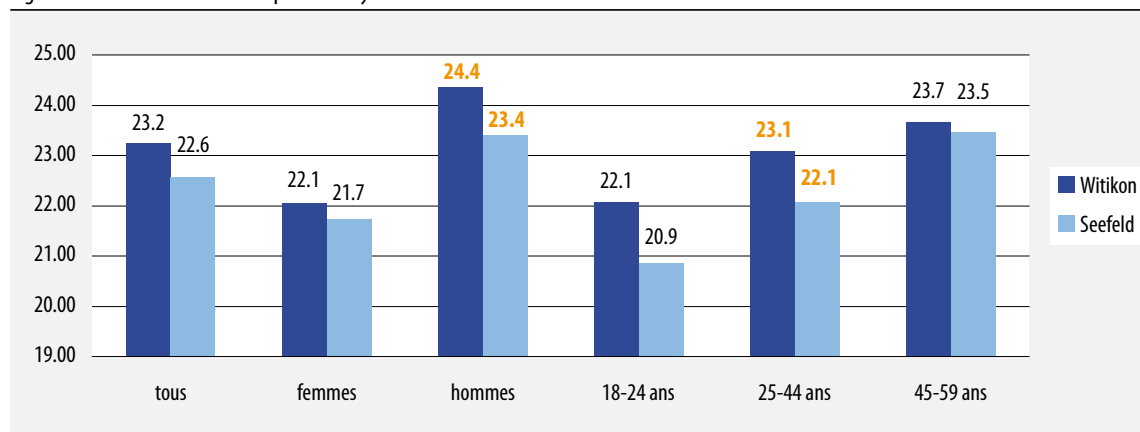
Figure 5.11 : Niveau global d'activité physique



De nouveau, le profil des deux populations est très similaire. Les deux quartiers présentent une proportion de personnes actives (entraîné et actif) de 34%. Cette proportion est très proche de la moyenne nationale qui s'élève à 36% (Lamprecht et Stamm, 2006 : 8). Les parts des personnes actives sont très faibles, puisque les personnes remplissant les deux types de recommandations sont comprises dans la catégorie des entraînés. La part des personnes inactives dans les deux quartiers est de nouveau beaucoup plus faible que la proportion dans la population nationale qui s'élève à 20% (ibidem).

Un autre indicateur est l'indice de masse corporelle. Il est généralement lié au niveau d'activité physique et sa relation avec les variables de l'environnement construit a été mise en évidence par plusieurs études. L'indice de masse corporelle (IMC) se calcule en divisant le poids en kilos par le carré de la taille en mètres. Il est utilisé pour déterminer l'excès de poids qui est faible à modéré quand l'IMC se situe entre 25 et 30 et fort à partir d'un IMC de 30. Comme le montre la figure 5.12, l'IMC des deux populations diffère de manière substantielle en se rapprochant du seuil de significativité (valeur $p = 0,067$). À travers tous les groupes étudiés, l'on peut observer un IMC moyen qui est inférieur parmi les résidents de Seefeld. Des différences significatives se manifestent dans le groupe des hommes ainsi que dans le groupe des personnes ayant entre 25 et 44 ans. L'écart de l'IMC moyen

Figure 5.12 : Indice de masse corporelle moyen



est également très marqué dans le groupe des jeunes adultes, mais n'atteint pas tout à fait un niveau significatif en raison du petit nombre d'individus dans cette classe.

5.2.4 Discussion des résultats : première étape d'analyse

Les résultats de l'analyse comparative du comportement des résidents des deux quartiers sont assez mitigés. Au niveau du temps global consacré à la marche, les populations ne présentent pas de différences significatives. L'hypothèse A1, qui stipule que les habitants de Seefeld consacrent globalement plus de temps à la marche, doit par conséquent être rejetée. Par ailleurs, les résidents de Seefeld et de Witikon présentent aussi un profil très similaire quant au temps consacré à l'ensemble des moyens de locomotion douce. Nous pouvons pourtant observer une différence significative au niveau de cette variable si elle est traitée par un indicateur qui montre si les personnes atteignent 30 minutes de mobilité à force humaine par jour ou non. Cette proportion s'élève à 75% dans le quartier de Witikon et à 84% dans le quartier de Seefeld. La comparaison de ces observations aux résultats d'autres études comparatives s'avère malheureusement assez difficile. Ceci s'explique par le fait que les études de ce type dans le domaine des transports (Cervero et Gorham, 1995; Cervero et Radisch, 1996; Foletti, 2005) utilisent un autre indicateur, à savoir la part modale de la marche. Ces auteurs ont montré que celle-ci variait de manière significative selon le type du quartier. En tout cas, nos données sur la marche globale ne donnent pas d'indications sur un éventuel écart de l'importance des déplacements à pied dans la répartition modale.

Alors que nous n'avons pu mettre en évidence des différences au niveau du temps globalement consacré à la marche, l'hypothèse A2 qui porte sur les déplacements effectués depuis le domicile se confirme: les résidents de Seefeld y consacrent 178 minutes par semaine, tandis qu'on observe une valeur moyenne qui s'élève à 143 minutes uniquement à Witikon. La différence en faveur de Seefeld s'observe à travers tous les groupes de populations distingués. Les analyses plus détaillées montrent qu'elle s'explique avant tout par le plus grand nombre de déplacements utilitaires (travail/formation, achats) effectués dans le quartier de Seefeld. Ce résultat converge avec les résultats de Shriver (1997), qui a également pu observer davantage de déplacements utilitaires dans les quartiers pouvant être qualifiés de plus favorables à la marche. À part cela, Shriver a observé un plus grand nombre de déplacements à pied de loisirs dans les quartiers plus récents. Nos résultats, qui mettent en évidence un plus grand nombre de déplacements à Seefeld et cela pour tous les motifs, ne confirment en revanche pas cette deuxième observation. Dans le cadre des déplacements effectués depuis le domicile, nos analyses aboutissent également à des résultats concordants avec les études de Cervero et Gorham (1995), de Cervero et Radisch (1996) ainsi que de Foletti (2005). Contrairement à Cervero et Radisch, nous avons par contre en outre trouvé une différence entre les quartiers au niveau de l'importance des déplacements vers le lieu de travail.

L'hypothèse B1 de notre étude, qui admet la présence d'une différence au niveau de l'activité physique entre les populations, doit être rejetée : le niveau d'activité physique d'intensité moyenne et le niveau d'activité physique global des résidents de Seefeld et des résidents de Witikon se ressemblent très fortement. Il est intéressant de

comparer ce résultat aux conclusions de l'étude de Saelens et al. (2003), qui a également comparé des quartiers à différents degrés de marchabilité en fonction de ces indicateurs. Ces chercheurs ne trouvent pas non plus de différence significative entre les populations en ce qui concerne leur niveau d'activité physique intensive, mais affirment qu'il y a bel et bien une différence au niveau de l'activité physique d'intensité moyenne. Saelens et al. émettent l'hypothèse que ces différences pourraient s'expliquer par l'écart qu'ils ont pu observer au niveau du temps consacré à la marche pour faire des courses. Cette dernière observation se voit confirmée par nos résultats, alors que nos analyses rejettent, comme on l'a vu, l'hypothèse de la présence d'une différence au niveau de l'activité physique d'intensité moyenne.

En ce qui concerne l'indicateur de l'indice de masse corporelle, renvoyant à l'hypothèse B2, des valeurs inférieures dans le quartier de Seefeld ont été observées dans tous les groupes de populations étudiées, ce qui est assez remarquable. Pourtant, la significativité statistique de cette différence est vérifiée uniquement dans le groupe des hommes et des personnes âgées de 25 à 44 ans. Ce résultat concorde bien avec les observations de Saelens et al. (2003), qui montrent également une différence entre les quartiers au niveau de cette indicateur qui se rapproche du seuil de significativité. Notons pourtant que leurs modèles tiennent également compte du niveau de revenu des personnes que nous n'avons pas pris en compte lors de l'analyse comparative. Alors que nos analyses mettent en évidence la tendance d'un lien entre l'indice de marchabilité et l'IMC, la comparabilité de ce résultat à d'autres études qui ont été présentées est assez limitée. Ceci s'explique par le fait que celles-ci se basent sur d'autres approches méthodologiques et tiennent compte d'indicateurs de forme urbaine particuliers (cf. Ewing et al., 2003; Frank et al., 2004). En focalisant les analyses suivantes sur les indicateurs de la marche, nous ne procédons pas à une analyse plus approfondie de l'IMC dans le cadre de ce travail. Cependant, il sera notamment intéressant de tester l'effet du quartier face aux variables sociodémographiques à travers les différents groupes de population. Nous retenons ces questions pour d'éventuelles analyses ultérieures plus spécifiques aux indicateurs d'activité physique et de la santé.

Une observation centrale de cette première analyse comparative est la différence du comportement de marche qui s'inscrit dans le périmètre du quartier. La ressemblance du profil des populations au niveau de l'activité physique semble en revanche concorder avec le fait qu'une différence au niveau du temps global consacré à la marche n'a pas été mise évidence. Cette observation est assez remarquable, puisqu'elle indique que la population de Witikon rattrape, d'une manière ou d'une autre, le temps inférieur qu'elle consacre aux déplacements effectués depuis le domicile. On pourrait donc émettre l'hypothèse que ces personnes effectuent, davantage que les résidents de Seefeld, des déplacements à pied qui s'inscrivent dans d'autres contextes spatiaux qui dépassent l'échelle d'analyse du quartier. Faute de données plus précises sur le temps global consacré à la marche, nous sommes pas en mesure de répondre à cette question importante. Si l'hypothèse de la compensation du temps de déplacements à pied effectués ailleurs se confirmait, on pourrait alors se demander si les résidents de Witikon marchent plus en dehors du périmètre du quartier en raison d'éléments moins favorables à la marche que celui-ci présente.

De toute manière, il est important de noter que l'équivalence du temps global consacré à la marche relativise dans notre contexte de recherche le rôle de l'environnement construit à l'échelle du quartier pour la marche dans une perspective d'activité physique. Il est pourtant bien concevable que l'équivalence du temps global consacré à la marche et les différences au niveau du quartier pourraient traduire une spécificité des conditions cadre de l'ensemble de la ville de Zurich, généralement très favorable aux déplacements à pied. Des études dans d'autres contextes urbains et à d'autres échelles pourraient aider à éclaircir ces points.

Aussi, il se pose la question de la fiabilité de données sur le temps globalement consacré à la marche. Les difficultés de cet item ont été discutées dans le sous-chapitre 4.5.1.2. Par ailleurs, son coefficient de fiabilité test-retest est assez médiocre. Selon cet indice, nous pouvons affirmer que les informations sur les déplacements depuis le domicile, pour lesquelles des différences ont été trouvées, sont généralement moins critiques. Dès lors, il serait utile et nécessaire d'évaluer la fiabilité de l'item dans le cadre d'une enquête-pilote rigoureuse en vue d'une nouvelle utilisation du questionnaire.

Une autre observation importante dans le cadre du temps global consacré aux différents moyens de transport est l'écart entre les quartiers au niveau de l'usage du vélo. Additionné au temps consacré à la marche et traité

sous forme de l'indicateur bimodal des 30 minutes, la prise en compte du vélo mène à la mise en évidence d'une différence du temps global consacré à la mobilité à force humaine. Dans une optique d'activité physique d'intensité moyenne, cet indicateur est central dans le contexte de notre recherche. Par ailleurs, une prise en compte du temps consacré au vélo nous semble importante en raison de la concurrence probable de la marche et du vélo pour un grand nombre de déplacements et compte tenu du budget temps limité pour les transports. Nous pouvons effectivement penser que les cyclistes réguliers constitueraient des personnes marchant relativement beaucoup si elles n'avaient pas accès à un vélo. De par ces considérations, nous avons retenu la variable représentant le temps consacré à la mobilité à force humaine pour les analyses suivantes, malgré le fait que l'accent du travail est mis sur les liens entre l'environnement construit et la marche.

La deuxième variable centrale que nous retenons pour les analyses suivantes est la marche effectuée depuis le domicile. En s'inscrivant de manière plus ou moins directe dans le cadre de l'environnement construit que nous avons caractérisé par l'indice de marchabilité, nous la considérerons comme la dimension la plus pertinente de la marche pour l'analyse du rôle des facteurs environnementaux. Nous traitons les déplacements effectués depuis le domicile à l'aide de deux indicateurs. Le premier correspond au temps hebdomadaire en minutes consacré à ce type de déplacements. Le deuxième indicateur, de nature bimodale, représente si la personne arrive ou non à un temps hebdomadaire de marche de 30 minutes. Les différences entre les populations en fonction de cet indicateur sont assez notables : alors que 21% de la population de Witikon se déplacent au moins 30 minutes à pied depuis le domicile, la proportion correspondante parmi les résidents de Seefeld s'élève à 34% (voir annexe 3.10, page 152). La prise en compte de cet indicateur s'explique en premier lieu par des considérations techniques au niveau des modèles statistiques. Il n'a pas de pertinence directe en termes d'activité physique globale, puisque les déplacements considérés ne constituent évidemment qu'une partie de l'activité physique sous forme de marche. Le but des analyses statistiques suivantes est de vérifier dans quelle mesure les différences observées en fonction de ces indicateurs sont réellement imputables aux différences des quartiers au niveau de l'environnement construit et non pas aux caractéristiques en fonction desquelles les populations se distinguent également.

5.3 Le type de quartier et la marche : quelle est la nature du lien ?

Le chapitre précédent a montré que les deux populations étudiées se distinguent par certaines variables dépendantes relatives au comportement de marche. Entre autres, des différences significatives ont été mises en évidence au niveau de la proportion de personnes qui pratique 30 minutes de mobilité à force humaine par jour (variable HPM30) et au niveau du temps consacré aux marches effectuées depuis domicile (variable W_TOTAL). Cette dernière variable sera en outre étudiée par l'indicateur bimodal représentant si la personne se déplace à pied au moins pendant 30 minutes par jour depuis le domicile (variable WALKS30Q). L'objectif de la prochaine étape d'analyse consiste à tester ces liens en tenant également compte du fait que les deux populations ne sont pas homogènes et peuvent se distinguer par rapport à des variables qui peuvent elles-mêmes présenter des liens avec les variables dépendantes retenues. Pour ce faire, nous proposons une série de modèles de régression qui permettent justement de quantifier l'effet de l'appartenance du quartier – et donc du type de l'environnement construit – en contrôlant l'influence de ces variables intervenantes que nous appelons covariées ou variables de contrôle. Alors que les résidents des deux quartiers ont jusqu'à présent été distingués par un traitement dans deux sous-échantillons indépendants, les observations seront dorénavant comprises en un seul échantillon qui tiendra compte de l'appartenance aux quartiers par la variable bimodale QUARTIER. Deux différentes techniques de régression sont utilisées pour effectuer les analyses. Pour prédire le temps de marche, variable dépendante continue, nous faisons recours à des régressions multiples classiques. Les variables HPM30 et WALKS30Q feront l'objet de régressions logistiques qui sont particulièrement adaptées à des variables dépendantes dichotomiques.

La procédure de la régression multiple consiste à prédire une variable dépendante Y en fonction d'un certain nombre de variables indépendantes (ou prédicteurs) X_1, X_2, \dots, X_p sur la base de l'expression

$$Y^* = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_pX_p$$

où Y^* représente la valeur prédite résultant de cette combinaison linéaire. Les coefficients de régression b_0, b_1, \dots, b_p sont calculés en fonction du principe de la minimisation des différences entre les valeurs observées Y et les valeurs prédites Y^* qui sont appelées résidus. La qualité globale d'une régression se manifeste dans le coefficient de corrélation multiple R dont le carré correspond au pourcentage de la variance de Y qui est expliquée par les prédicteurs de l'équation. Puisqu'il ne s'agira pas ici de calculer les valeurs prédites des variables dépendantes, nous nous intéresserons davantage aux coefficients de régression standardisés $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_p$ qui permettent une interprétation en termes de proportion de variance expliquée : le carré du poids bêta β_p correspond en effet à la diminution du pourcentage de variance expliquée qui résulterait, si le prédicteur X_p était supprimé de l'équation. La significativité des coefficients ainsi que du coefficient de corrélation multiple peut être évaluée par des tests bilatéraux qui portent sur l'hypothèse de la non-nullité théorique de ces paramètres. Par ailleurs, une attention particulière sera portée aux coefficients de corrélation partielle. La corrélation partielle est la corrélation entre deux variables, sachant que la relation que celles-ci entretiennent avec une ou plusieurs variables supplémentaires est contrôlée. Précisément, cette méthode soustrait toute la variance que la variable dépendante et la variable indépendante en question ont en commun avec les autres prédicteurs et calcule la corrélation entre les composantes uniques de ces deux variables. Elle permet ainsi de détecter des liens artificiels résultant du fait que les variables centrales présentent conjointement des corrélations avec les variables de contrôle. Les corrélations partielles entre les variables de la marche et l'appartenance du quartier représentent donc une mesure du lien « nettoyé » des influences d'autres variables dont nous allons tenir compte dans les modèles.

La régression logistique constitue un cas particulier du modèle de régression linéaire qui permet d'estimer les paramètres d'une combinaison de prédicteurs lorsque la variable dépendante est bimodale. Ainsi, elle permet de prédire la probabilité de la présence d'un certain attribut ou événement qui est représenté par la variable Y . Afin d'exprimer cette probabilité en fonction d'une équation de régression, elle est transformée en log-chances et est définie comme

$$\ln(p / 1 - p) = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_pX_p$$

où p correspond à la probabilité que la variable dépendante bimodale $Y = 1$. Les chances (*odds-ratio*) représentent le rapport entre la probabilité de la présence et la probabilité de l'absence de l'attribut. Les coefficients de régression b_0, b_1, \dots, b_p , qui mesurent l'augmentation des log-chances pour une unité d'augmentation de la variable à laquelle ils sont associés, sont calculés de façon itérative : le logiciel cherchera donc, à partir de certaines valeurs de départ, les coefficients qui permettent un ajustement maximal du log-chances prédit aux données observées. L'hypothèse de la non-nullité des coefficients est évaluée par le test du khi-carré de Wald dans la régression logistique. Une transformation exponentielle des coefficients permet une interprétation directe des prédicteurs en termes de chances pour la présence de l'attribut $Y = 1$. Une augmentation d'une unité de la variable X_p provoquera un changement des chances de $\exp(b_p)$. La qualité globale d'une régression logistique peut être évalué à partir du pourcentage d'individus pour lesquels la variable dépendante a été correctement prédite. D'autres indices permettent, de façon analogue au coefficient de corrélation multiple, une interprétation en termes de pourcentage de variance expliquée (*Cox & Snell R Square, Nagelkerke R Square*). Afin de comparer différents modèles concurrents, l'on peut faire recours à l'indice de la vraisemblance (*likelihood*), dont la maximisation régit également la procédure de l'estimation des coefficients. Dans le cadre de nos analyses, nous n'en avons pourtant pas directement besoin.

Les régressions des trois variables dépendantes retenues se feront selon deux étapes. D'abord, le rôle de l'appartenance du quartier sera évalué face un à certain nombre de variables sociodémographiques. Ensuite, les modèles seront complétés par des variables supplémentaires qui renvoient aux dimensions des préférences et attitudes, des modes de vie et de la disponibilité des moyens de transport telles qu'elles ont été définies dans le modèle conceptuel général de l'étude. Cette démarche à deux niveaux a l'avantage de permettre une interprétation plus simple et aisée du lien entre nos variables centrales face à la présence de différents types de variables intervenantes. Dans cette perspective, un report important du poids de l'appartenance aux quartiers du premier niveau de modélisation par rapport aux modèles intégraux justifiera le cadre conceptuel global adopté pour les analyses et mettra en évidence les limites des modèles uniquement basés sur un contrôle des variables sociodémographiques souvent rencontrés dans la littérature. En s'intéressant en premier lieu à l'importance des prédicteurs, les sous-chapitres suivants présenteront uniquement les résultats SPSS relatifs aux coefficients de

régression. Les résultats intégraux de l'estimation des modèles peuvent être consultés dans l'annexe 5, page 164. Le nombre d'individus sur lequel les modèles se basent correspond au nombre de personnes qui ont des valeurs valables sur toutes les variables prises en compte (méthode de la *listwise deletion*). Par conséquent, la taille de l'échantillon analysé peut varier sensiblement d'un modèle à l'autre. Une autre conséquence de cette méthode de traitement de données manquantes sont les légers écarts entre les corrélations bivariées présentées dans l'annexe 5.1, page 164, calculées sur la base d'une *pairwise deletion* et les corrélations bivariées calculées dans le cadre des modèles de régression.

5.3.1 L'effet de l'appartenance aux quartiers face aux variables sociodémographiques

Nous avons vu dans le sous-chapitre 4.3.2 que les populations des résidents de Seefeld et de Witikon se distinguent de manière plus ou moins importante en fonction de plusieurs variables sociodémographiques. À part les prédicteurs démographiques de base, le sexe et l'âge des personnes, trois autres variables ont été retenues afin de contrôler les variations observées entre les quartiers. Ces cinq variables sociodémographiques, qui ont été prises en compte lors de la première série de modèles, sont présentées et décrites dans le tableau 5.2.

Tableau 5.2 : Variables indépendantes relatives aux caractéristiques sociodémographiques

Nom	Description	Type	Scores
SEX	sexe	dichotomique	0 = masculin 1 = féminin
AGE	age de l'individu	quantitatif	18 - 59
ACT100	travail et/ou formation à temps complet	dichotomique	0 = non 1 = oui
HGHEDU	niveau de formation: école professionnelle supérieure ou plus	dichotomique	0 = non 1 = oui
CHILD05	présence d'enfants âgés de moins de 6 ans dans ménage	dichotomique	0 = non 1 = oui

Le sexe est représenté par une variable bimodale dont la valeur 0 correspond aux hommes et la valeur 1 aux femmes. En ce qui concerne l'âge, l'indicateur représentant l'âge réel en années et non les variables relatives aux classes d'âge a été préféré, puisque ces dernières présentent ici généralement des corrélations beaucoup plus faibles avec le comportement de marche.

Par la variable HGHEDU, qui représente le niveau de formation, nous tenons approximativement compte du statut socioéconomique des individus. Une valeur 1 de cette variable signifie que l'individu présente un niveau de formation supérieur (école professionnelle supérieure, haute école spécialisées ou université). Nous avons renoncé à une prise en compte des revenus, également évalués par le questionnaire, en raison du grand nombre de données manquantes de cette variable.

La structure du ménage est prise en considération par la variable CHILD05, variable bimodale qui traduit la présence d'enfants âgés de moins de 6 ans. Cet indicateur a été sélectionné parmi les différentes variables relatives au type du ménage – le nombre de personnes dans le ménage, la forme d'habitation (en couple, seul, en collocation), le nombre d'enfants – car il présente globalement les liens les plus forts avec les variables dépendantes que nous allons étudier.

À part les variables relatives au niveau de formation et à la structure du ménage, nous avons retenu une variable représentant le taux d'activité professionnelle qui montre des corrélations bivariées relativement fortes et significatives avec le temps de marches effectuées à partir du domicile (voir annexe 5.1, page 164). Cette variable, ACT100, distingue les personnes qui ont un taux d'activité professionnelle à 100 pourcent (travail et/ou formation) des personnes qui travaillent (ou étudient) à temps partiel, qui sont au foyer ou bénéficiaires d'une rente.

Le tableau 5.3 présente la régression logistique de la variable HPM30, variable qui traduit si l'individu consacre

globalement 30 minutes ou plus à des déplacements de locomotion douce. Le test du khi-carré global démontre que le modèle est effectivement significatif, c'est-à-dire qu'il existe une véritable relation entre la variable prédite et les prédicteurs (voir annexe 5.2, page 165). La régression permet de prédire correctement la variable HPM30 dans 79,7 % des 468 observations analysées². Trois coefficients montrent une valeur qui est significativement différente de zéro, à savoir l'appartenance aux quartiers, l'âge ainsi que le taux d'activité professionnelle. Tandis que l'âge et le taux d'activité à 100% présentent un lien négatif avec la probabilité d'appartenir au groupe des personnes qui pratiquent 30 minutes de mobilité à force humaine, la contribution de la variable QUARTIER est positive. L'appartenance aux quartiers est en effet le prédicteur le plus significatif dans le modèle. L'exponentielle du coefficient de cette variable nous apprend que les résidents de Seefeld ont 1,83 fois plus de chances de pratiquer 30 minutes de mobilité à force humaine que les habitants de Witikon, étant donné les autres variables du modèle. Autrement dit, le fait d'habiter à Seefeld augmente de 83% les chances de pratiquer les 30 minutes. La diminution des chances associée à la variable AGE est assez marginale, ce qui s'explique par le fait qu'il s'agit là d'une variable continue et non bimodale. Si l'on calcule la diminution des chances provoquée par une augmentation de l'âge de 10 ans (égale à 0.972^{10}), nous constatons que les chances décroissent d'environ un quart pour un tel intervalle. La relation négative entre l'âge et la pratique de 30 minutes de mobilité à force humaine est cohérente avec les données issues de l'ESS 2002 qui mettent en évidence une diminution de celle-ci jusqu'à l'âge de 54 ans (voir chapitre 2.2). Enfin, l'effet d'une activité professionnelle à 100% se traduit par une diminution des chances d'atteindre les 30 minutes de mobilité à force humaine d'environ la moitié.

Tableau 5.3 : Régression logistique de HPM30 (premier niveau)
au moins 30 minutes de mobilité à force humaine par jour

		B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)	95% Confidence Interval for B	
								Lower Bound	Upper Bound
Step 1	QUARTIER	0.606	0.242	6.276	1	0.012	1.832	1.141	2.943
	SEX	0.021	0.251	0.007	1	0.933	1.021	0.625	1.669
	AGE	-0.028	0.011	6.145	1	0.013	0.972	0.950	0.994
	ACT100	-0.640	0.298	4.624	1	0.032	0.527	0.294	0.945
	HGHEDU	-0.092	0.255	0.131	1	0.717	0.912	0.554	1.502
	CHILD05	0.074	0.361	0.042	1	0.837	1.077	0.531	2.184
	Constant	2.721	0.620	19.258	1	0.000	15.198		

a Variable(s) entered on step 1: QUARTIER, SEX, AGE, ACT100, HGHEDU, CHILD05.

La variable W_TOTAL, qui représente le temps consacré quotidiennement aux déplacements à pied ayant comme origine ou destination le domicile, fait l'objet d'une régression linéaire multiple. La variable a été préalablement transformée afin de mieux satisfaire les prérequis de la méthode quant à la structure des données. Cette opération est expliquée dans l'annexe 5.4, page 166.

Le modèle, comprenant les variables sociodémographiques et l'appartenance aux quartiers, arrive à expliquer 13,2% de la variance de la variable W_TOTAL. L'examen des coefficients de régression (voir tableau 5.4) montre que plusieurs variables contribuent de manière significative à l'explication. Une contribution positive peut être associée à la variable QUARTIER, AGE et CHILD05. L'effet du prédicteur AGE s'inverse par rapport à la régression de la mobilité à force humaine : les personnes plus âgées ont tendance à consacrer plus de temps par jour aux déplacements à pied liés à leur domicile. La marche est également favorisée par la présence de petits enfants dans le ménage. Le coefficient significatif et négatif de la variable ACT100 montre qu'une activité professionnelle à 100% est de nouveau défavorable à l'intensité d'activité physique sous forme de déplacements quotidiens. Notons aussi que le fait d'habiter à Seefeld constitue, à part la variable ACT100, le prédicteur le plus important du modèle, ce qu'on a déjà pu observer dans la régression précédente. Après ACT100, la variable QUARTIER présente également la corrélation partielle la plus élevée de tous les prédicteurs. En effet, l'appartenance aux quartiers explique 3% (carré de la corrélation partielle) de la variance globale qui ne peuvent pas être expliqués par les autres variables indépendantes de l'équation. Cette part semble à première vue assez faible, mais affirme tout de même un poids important de la variable par rapport à la variance totale expliquée par le modèle qui s'élève à 13,2%. Par ailleurs, il est très intéressant de constater que le coefficient de corrélation partielle de la variable QUARTIER dépasse la corrélation simple qu'elle entretient avec la variable dépendante. On peut en

² Notons pourtant que le modèle attribue une valeur 1 à tous les individus en négligeant complètement les 95 individus qui ne présentent pas un épisode de mobilité à force humaine de 30 minutes. Selon nos connaissances, ce défaut est notamment lié au seuil de classification qui est fixée à 0,5 et ne devrait pas remettre en question l'estimation des coefficients

Tableau 5.4 : Régression multiple de W_TOTAL (premier niveau)
 temps hebdomadaire consacré aux déplacements à pied ayant comme origine ou destination le domicile

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		t	Sig.	95% Confidence Interval for B		Correlations		
	B	Std. Error	Beta				Lower Bound	Upper Bound	Zero-order	Partial	Part
1 (Constant)	8.113	1.282			6.33	0.000	5.594	10.632			
QUARTIER	1.953	0.515	0.171		3.794	0.000	0.941	2.965	0.149	0.177	0.168
SEX	0.924	0.539	0.081		1.715	0.087	-0.135	1.983	0.117	0.081	0.076
AGE	0.070	0.025	0.131		2.834	0.005	0.021	0.118	0.181	0.133	0.125
ACT100	-2.319	0.606	-0.188		-3.827	0.000	-3.51	-1.128	-0.247	-0.179	-0.169
HGHEDU	0.722	0.538	0.062		1.341	0.180	-0.336	1.78	0.089	0.064	0.059
CHILD05	2.282	0.751	0.14		3.038	0.003	0.805	3.758	0.154	0.143	0.134

a. Dependent Variable: W_TOTAL4

conclure qu'une partie du lien entre le quartier et la marche est cachée par l'influence d'autres variables qui émergent une fois que celle-ci est contrôlée. En l'occurrence, ce phénomène semble notamment s'expliquer par les variables ACT100 et CHILD05 qui présentent des corrélations positives avec l'une des variables centrales (QUARTIER, W_TOTAL) et des liens négatifs avec l'autre.

Une dernière régression, de nature logistique, a été effectuée pour la variable WALKS30Q, qui traduit si la personne se déplace quotidiennement au moins 30 minutes à pied à partir de son domicile. Globalement, la régression est un peu plus performante que celle de la variable HPM30. Les indices de R carré indiquent qu'entre 10% et 15% de la variance totale de WALKS30Q peuvent être expliqués par les prédicteurs, ce qui est comparable à la qualité de la régression multiple de W_TOTAL. Le taux de prédictions correctes des 324 observations s'élève à 75% (voir annexe 5.3, page 166). Le tableau 5.5 présente l'estimation des coefficients du modèle. Sans surprises, les mêmes prédicteurs avec des coefficients du même signe que dans la régression de W_TOTAL sont significatifs, à savoir les variables QUARTIER, AGE, ACT100 et CHILD05. De nouveau, l'appartenance aux quartiers se manifeste comme un prédicteur central de la variable dépendante. En termes d'augmentation de chances, on peut retenir qu'un résident de Seefeld a 2,219 fois plus de chances d'atteindre 30 minutes de marche qu'un habitant de Witikon. Si l'on compare ce coefficient aux autres coefficients des variables bimodales, on peut constater que seule la variable CHILD05 contribue autant à l'explication des chances de pratiquer 30 minutes de marche. L'influence de l'âge peut être chiffrée à une augmentation des chances d'un facteur 1,45 par intervalle de 10 ans. Enfin, une activité professionnelle à 100% diminue considérablement les chances de se déplacer au moins 30 minutes à pied dans le périmètre du quartier.

Tableau 5.5 : Régression logistique de WALKS30Q (premier niveau)
 au moins 30 minutes de marche par jour à partir du domicile

		B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)	95% Confidence Interval for B	
								Lower Bound	Upper Bound
Step 1	QUARTIER	0.797	0.234	11.648	1	0.001	2.219	1.404	3.507
	SEX	0.372	0.243	2.349	1	0.125	1.450	0.902	2.333
	AGE	0.037	0.011	10.375	1	0.001	1.038	1.015	1.061
	ACT100	-0.791	0.252	9.842	1	0.002	0.453	0.276	0.743
	HGHEDU	0.248	0.242	1.054	1	0.305	1.282	0.798	2.058
	CHILD05	0.802	0.306	6.843	1	0.009	2.229	1.223	4.064
	Constant	-2.832	0.619	20.946	1	0.000	0.059		

a Variable(s) entered on step 1: QUARTIER, SEX, AGE, ACT100, HGHEDU, CHILD05.

Le bilan de ce premier niveau de régression est très net : les liens entre l'appartenance aux quartiers et le temps total consacré à la mobilité à force humaine et à la marche depuis le domicile, observés lors de la comparaison des moyennes, se réaffirment. Dans tous les modèles, l'appartenance aux quartiers constitue un prédicteur significatif et important dans le sens hypothétique. Par conséquent, nous pouvons rejeter l'idée que les différences de comportement observées entre les quartiers seraient en premier lieu liées à des écarts au niveau des variables sociodémographiques qui existent entre les deux populations. Ainsi, les analyses supportent l'hypothèse selon laquelle le type d'environnement construit, en fonction duquel les quartiers se distinguent fortement, exerce un effet sur les variables dépendantes testées.

5.3.2 L'effet de l'appartenance aux quartiers face aux variables sociodémographiques, aux préférences de mobilité et aux modes de vie

Après avoir mis en évidence un lien significatif entre l'appartenance aux quartiers et les comportements face aux variables sociodémographiques retenues, nous complétons les modèles par un certain nombre de variables de contrôle supplémentaires. Dans ce deuxième niveau de modèles de régression, il s'agit de recouvrir l'ensemble des dimensions du cadre conceptuel global de l'étude exposé sur la page 47. Les variables supplémentaires, décrites par le tableau 5.6, servent à prendre en considération le niveau intermédiaire du cadre conceptuel qui comprend les préférences des personnes en matière de transports, leurs modes de vie ainsi que la disponibilité des moyens de transport.

Les variables relatives aux préférences et aux modes de vie se basent sur les déclarations des personnes issues de la partie E du questionnaire (voir page 62). Le grand nombre d'informations a été résumé par des facteurs créés par des analyses en composantes principales. Cette méthode permet justement d'extraire un certain nombre de facteurs, indépendants les uns des autres, à partir d'une liste de variables corrélées. Techniquement, ces facteurs sont calculés par une décomposition spectrale de la matrice de corrélation et constituent des combinaisons linéaires des variables analysées. Les données utilisées pour les régressions correspondent aux scores factoriels, c'est-à-dire aux valeurs que les individus atteignent sur chacun des facteurs retenus. Les résultats intégraux des analyses en composantes principales sont présentés et discutés dans l'annexe 4, page 161. Nous nous limitons ici à une brève description des facteurs.

L'analyse en composantes principales des items portant sur les préférences et les attitudes vis-à-vis des moyens de transport dans le contexte des déplacements quotidiens a débouché sur deux facteurs. Le premier facteur, de nature bipolaire, oppose une attitude favorable vis-à-vis de la voiture à une attitude favorable à l'égard des transports publics. Nous l'appelons par conséquent « pro transport public » (PROPT). Le deuxième facteur traduit une attitude favorable vis-à-vis de la marche en tant que moyen de déplacement intéressant au quotidien. Il oppose les personnes qui considèrent la marche comme un moyen de transport autonome, important et préférable, tout en reconnaissent ses effets bénéfiques pour la santé, aux personnes pour lesquelles les déplacements quotidiens correspondent à une période de temps perdu. C'est la raison pour laquelle nous baptisons ce facteur « pro marche » (PROWALK).

Tableau 5.6 : Variables indépendantes relatives aux attitudes, aux modes de vie et à la disponibilité des moyens de transport

Nom	Description	Type	Score
PROPT	"pro transport public": préférence voiture versus transport public	quantitatif	scores factoriels issus des ACP
PROWALK	"pro marche à pied": attitude favorable à la marche à pied, reconnaît utilité positive de la marche	quantitatif	
LSHOME	"mode de vie casanier": passe ses loisirs de préférence à la maison pour se relaxer et pour regarder la télé	quantitatif	
LSURBA	"mode de vie urbain": passe ses loisirs de préférence dans des restaurants et bars, invite des amis et fréquente des manifestations culturelles	quantitatif	
LSFMLY	"mode de vie basé sur la famille": passe ses loisirs de préférence avec sa famille et travaille souvent au jardin	quantitatif	
AV_CAR	diponibilité d'une voiture	dichotomique		0 = non 1 = oui

Sur la base de l'analyse en composantes principales relative aux modes de vie (e.g. fréquence de certaines activités de loisir), trois facteurs ont été retenus et seront intégrés dans les modèles de régression. Le premier facteur a été baptisé « mode de vie casanier » (LSHOME). Il distingue les personnes qui font souvent des randonnées à pied ou à vélo des personnes qui passent leur temps libre de préférence à la maison en regardant la télé et en se relaxant. Le deuxième facteur, « mode de vie urbain » (LSURBA), est unipolaire et attribue une valeur élevée aux personnes qui aiment sortir le soir, qui passent beaucoup de temps dans des bars, des restaurants et qui invitent ou visitent souvent des amis. Le troisième facteur, qu'on appelle « mode de vie basé sur la famille » (LSFMLY), corrèle notamment avec le temps de loisirs passé en famille et la fréquence des activités de jardinage, mais également

dans une moindre mesure avec la fréquence des randonnées et le temps passé à la maison.

À part les cinq facteurs relatifs aux préférences vis-à-vis des moyens de transport et aux modes de vie, une variable bimodale, appelée AV_CAR, qui représente la disponibilité d'une voiture, entrera en ligne de compte dans les analyses de régression.

Nous avons déjà montré que la disponibilité d'une voiture est beaucoup plus élevée dans le quartier de Witikon. Avant d'effectuer les analyses de régression, il est intéressant de mettre en évidence les écarts entre les populations des deux quartiers en fonction des autres facteurs que nous venons de décrire. Pour ce faire, nous avons effectué pour chaque facteur un test de la moyenne dont les résultats sont présentés dans l'annexe 3.12, page 156. Mis à part le facteur « mode de vie casanier », les habitants de Seefeld et de Witikon présentent effectivement des moyennes significativement différentes à $\alpha = 1\%$ en fonction de l'ensemble des facteurs : l'attitude favorable vis-à-vis des transports publics et de la marche ainsi que le mode de vie urbain sont plus répandus dans le quartier de Seefeld, tandis que le mode de vie basé sur la famille est plus important parmi les résidents de Witikon. Les différences mises en évidence au niveau des modes de vie semblent bien concorder avec la structure sociodémographique dans les quartiers : plus de familles et d'enfants à Witikon versus plus de personnes habitant seul ou en couple sans enfants à Seefeld.

Le tableau 5.7 montre les résultats de la régression logistique de la variable HPM30, renvoyant aux 30 minutes de mobilité à force humaine par jour. Le modèle, qui contient désormais l'ensemble des variables de contrôle, s'est passablement amélioré par rapport au modèle des variables sociodémographiques, ce qui se traduit par une nette augmentation des indices de R carré, ainsi qu'une différence du -2log likelihood de 89,2 qui est significative à 6 degrés de liberté (nombre de variables supplémentaires par rapport au premier modèle). Les tests de la nullité des coefficients montrent que l'appartenance aux quartiers ne constitue plus un prédicteur significatif dans le modèle intégral : sa valeur p se situe bien au-delà du seuil $\alpha = 5\%$, ce qui se manifeste également par la limite inférieure de l'intervalle de confiance qui se situe au-dessous de la valeur 1. Force est de constater alors que le prédicteur QUARTIER perd son rôle initialement important dès que les variables supplémentaires discutées ci-dessus sont entrées dans le modèle. Une deuxième variable qui perd sa significativité face aux variables supplémentaires est l'activité professionnelle à 100%. L'âge demeure un prédicteur significatif dans le modèle intégral et présente même une légère augmentation de son influence négative sur les chances. Seules deux des nouvelles variables sont associées à des coefficients qui présentent un niveau significatif, à savoir PROWALK et LSHOME. Sans surprises, le facteur « mode de vie casanier » diminue les chances de pratiquer 30 minutes ou plus de mobilité à force humaine par jour. Le facteur « pro marche », quant à lui, constitue le prédicteur le plus puissant du modèle. Son importance primordiale s'exprime dans l'exponentielle de son coefficient qui traduit une augmentation des chances d'un facteur 1,628 par chaque augmentation d'unité de sa valeur. Ainsi, l'intervalle entre son premier et son troisième quartile, qui vaut 1,34, peut être associé à un doublement des chances de pratiquer les 30 minutes de mobilité à force humaine. Par ailleurs, c'est justement le facteur « pro marche » qui est en premier lieu responsable de la perte de significativité de l'appartenance aux quartiers. En effet, le prédicteur QUARTIER

Tableau 5.7 : Régression logistique de HPM30 (deuxième niveau)
au moins 30 minutes de mobilité à force humaine par jour

		B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)	95% Confidence Interval for B	
								Lower Bound	Upper Bound
Step 1	QUARTIER	0.296	0.304	0.949	1	0.330	1.345	0.741	2.440
	SEX	-0.082	0.294	0.078	1	0.781	0.921	0.518	1.639
	AGE	-0.035	0.014	5.845	1	0.016	0.966	0.939	0.993
	ACT100	-0.489	0.340	2.076	1	0.150	0.613	0.315	1.193
	HGHEDU	-0.365	0.305	1.433	1	0.231	0.694	0.382	1.262
	CHILD05	0.480	0.444	1.170	1	0.279	1.616	0.677	3.856
	PROPT	0.159	0.161	0.972	1	0.324	1.172	0.855	1.609
	PROWALK	0.487	0.147	10.970	1	0.001	1.628	1.220	2.173
	LSHOME	-0.288	0.140	4.218	1	0.040	0.750	0.570	0.987
	LSURBA	0.241	0.157	2.336	1	0.126	1.272	0.934	1.732
	LSFMLY	0.041	0.147	0.080	1	0.777	1.042	0.782	1.389
	AV_CAR	-0.394	0.358	1.213	1	0.271	0.674	0.334	1.360
	Constant	3.670	0.777	22.305	1	0.000	39.262		

a Variable(s) entered on step 1: QUARTIER, SEX, AGE, ACT100, HGHEDU, CHILD05, PROPT, PROWALK, LSHOME, LSURBA, LSFMLY, AV_CAR.

reste significatif si l'on complète le modèle des variables sociodémographiques uniquement par les variables des modes de vie et de la disponibilité d'une voiture. Puis, l'intégration du facteur « pro transports publics » fait passer le coefficient de QUARTIER légèrement au-dessus du seuil de $\alpha = 5\%$. Enfin, sa valeur p connaît une augmentation massive de 0,091 à 0,330, une fois que le facteur PROWALK est pris en compte.

Le modèle de régression de la variable W_TOTAL, représentant le temps total consacré à la marche dans le périmètre du domicile, se comporte quelque peu différemment avec l'intégration des variables de contrôle supplémentaires (voir tableau 5.8). La qualité globale du modèle augmente de manière assez drastique : le pourcentage de variance expliquée passe de 13,2% à 25,9% par rapport au modèle initial. Tous les prédicteurs auparavant significatifs présentent de nouveau une valeur p qui se situe au-dessous du seuil $\alpha = 5\%$. Par ailleurs, la contribution positive du niveau de formation atteint elle aussi un niveau significatif. De nouveau le facteur « pro marche » constitue le prédicteur le plus important de l'équation, suivi de l'activité professionnelle à 100% avec son coefficient négatif. Le deuxième facteur significatif dans ce modèle est le « mode de vie urbain », positivement corrélé avec le temps de marche. Notons que l'appartenance aux quartiers demeure, contrairement au modèle précédent, significative à $\alpha = 5\%$. Le lien entre le fait d'habiter à Seefeld ou à Witikon persiste une fois que l'ensemble des variables du cadre conceptuel global sont prises en compte. Le pouvoir explicatif de la variable QUARTIER, les onze autres prédicteurs étant contrôlés, reste pourtant extrêmement faible : seulement 1,1% de la variance de la variable W_TOTAL, qui ne peut pas être expliqué par les autres variables indépendantes, peut être expliqué par le prédicteur QUARTIER. L'affaiblissement de l'effet du quartier peut aussi être illustré par une autre méthode. L'analyse comparative des quartiers a montré que les résidents de Seefeld consacrent par semaine en moyenne 35 minutes de plus à la marche dans le quartier. Le modèle de régression permet de recalculer cette différence en tenant compte de l'influence des variables de contrôle. En multipliant leurs coefficients de régression avec leurs valeurs moyennes, ces variables sont tenues à un niveau constant dans les deux populations. En ce faisant, la valeur prédite du temps de marche s'élève à 115,7 minutes pour la population de Witikon et à 138,2 pour les résidents de Seefeld. La prise en compte des effets issus des autres variables du modèle diminue donc la différence observée entre le quartier de 35 minutes à 23 minutes.

Tableau 5.8 : Régression multiple de W_TOTAL (deuxième niveau)
temps hebdomadaire consacré aux déplacements à pied ayant comme origine ou destination le domicile

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		t	Sig.	95% Confidence Interval for B		Zero-order	Correlations	
	B	Std. Error	Beta				Lower Bound	Upper Bound		Partial	Part
1 (Constant)	9.55	1.44			6.632	0.000	6.719	12.381			
QUARTIER	1.153	0.562	0.101		2.053	0.041	0.049	2.258	0.177	0.104	0.09
SEX	0.145	0.558	0.013		0.261	0.795	-0.952	1.243	0.126	0.013	0.011
AGE	0.057	0.028	0.106		1.996	0.047	0.001	0.113	0.177	0.101	0.087
ACT100	-1.913	0.623	-0.156		-3.071	0.002	-3.138	-0.688	-0.241	-0.154	-0.134
HGHEDU	1.231	0.548	0.105		2.245	0.025	0.153	2.309	0.112	0.113	0.098
CHILD05	1.516	0.794	0.094		1.908	0.057	-0.046	3.077	0.153	0.097	0.084
PROPT	0.103	0.322	0.018		0.32	0.749	-0.53	0.736	0.117	0.016	0.014
PROWALK	1.755	0.281	0.307		6.243	0.000	1.202	2.308	0.411	0.303	0.273
LSHOME	0.083	0.267	0.014		0.31	0.757	-0.442	0.607	-0.056	0.016	0.014
LSURBA	0.619	0.297	0.108		2.085	0.038	0.035	1.203	0.021	0.105	0.091
LSFMLY	0.476	0.275	0.085		1.73	0.084	-0.065	1.018	0.221	0.088	0.076
AV_CAR	-0.966	0.658	-0.081		-1.469	0.143	-2.259	0.327	-0.107	-0.075	-0.064

a Dependent Variable: W_TOTAL4

Le dernier modèle de régression permet de nouveau une interprétation en termes de chances pour le comportement de marche dans le périmètre du quartier. L'amélioration du modèle, suite à l'intégration des prédicteurs relatifs aux préférences, aux modes de vie et à la disponibilité d'une voiture est une fois de plus très manifeste et se traduit par une augmentation importante des indices du R carré (voir annexe 5.3, page 166). L'âge et l'activité professionnelle à 100% demeurent significatifs (voir tableau 5.9). La variable représentant la présence d'enfants de moins de 6 ans dans le ménage ne présente plus un coefficient significatif, alors que le niveau de formation, auparavant non significatif, atteint une valeur p de 0,048. Le fait de présenter un niveau de formation supérieur augmente d'un facteur 1,752 les chances de consacrer 30 minutes par jour à la marche dans le quartier. Le prédicteur le plus important est, comme dans les modèles précédents, l'attitude favorable vis-à-vis de la marche. Le facteur d'augmentation des chances associé à l'intervalle entre le premier et le troisième quartile de la variable est encore beaucoup plus prononcé qu'avant. Il atteint en effet la valeur remarquable de

2,65. Le deuxième facteur significatif est, comme dans la régression de W_TOTAL, le « mode de vie urbain », qui augmente les chances de marcher 30 minutes à partir du domicile. Le prédicteur QUARTIER n'est plus significatif face à l'ensemble des variables de contrôle, sa valeur p s'écarte pourtant uniquement de manière faible du seuil $\alpha = 5\%$. Il s'agit de nouveau du facteur « pro marche » qui prive la variable de l'appartenance aux quartiers de son pouvoir explicatif dans le modèle intégral : dans un modèle qui exclut le facteur PROWALK, le prédicteur QUARTIER présente effectivement un coefficient qui est tout à fait significatif au niveau $\alpha = 1\%$.

Tableau 5.9 : Régression logistique de WALKS30Q (deuxième niveau)
au moins 30 minutes de marche par jour à partir du domicile

		B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)	95% Confidence Interval for B	
								Lower Bound	Upper Bound
Step 1	QUARTIER	0.495	0.284	3.038	1	0.081	1.640	0.940	2.862
	SEX	0.117	0.281	0.173	1	0.678	1.124	0.648	1.951
	AGE	0.038	0.015	6.429	1	0.011	1.039	1.009	1.070
	ACT100	-0.877	0.298	8.687	1	0.003	0.416	0.232	0.745
	HGHEDU	0.561	0.283	3.926	1	0.048	1.752	1.006	3.050
	CHILD05	0.577	0.371	2.414	1	0.120	1.780	0.860	3.685
	PROPT	-0.002	0.166	0.000	1	0.991	0.998	0.721	1.381
	PROWALK	0.727	0.150	23.545	1	0.000	2.069	1.543	2.776
	LSHOME	-0.072	0.135	0.288	1	0.591	0.930	0.715	1.211
	LSURBA	0.353	0.156	5.102	1	0.024	1.423	1.048	1.932
	LSFMLY	0.082	0.133	0.383	1	0.536	1.086	0.837	1.409
	AV_CAR	0.031	0.327	0.009	1	0.925	1.031	0.543	1.958
	Constant	-2.873	0.789	13.273	1	0.000	0.057		

a Variable(s) entered on step 1: QUARTIER, SEX, AGE, ACT100, HGHEDU, CHILD05, PROPT, PROWALK, LSHOME, LSURBA, LSFMLY, AV_CAR.

Le bilan de ce deuxième niveau de modèles de régression est plus mitigé que celui qu'on a pu tirer après les premiers modèles de régression basés uniquement sur les variables sociodémographiques. L'intégration des variables de contrôle supplémentaires provoque dans toutes les régressions un affaiblissement plus ou moins important du pouvoir prédictif de l'appartenance aux quartiers. C'est affaiblissement se manifeste le plus dramatiquement dans le modèle prédisant si la personne pratique ou non au moins 30 minutes de mobilité à force humaine par jour. Dans le modèle du temps consacré à la marche dans le périmètre du quartier, l'appartenance aux quartiers demeure un prédicteur significatif dans le modèle intégral. Enfin, dans le modèle de l'indicateur bimodal de la marche, le coefficient de la variable QUARTIER diminue faiblement face aux variables de contrôle de sorte que son degré de significativité dépasse légèrement le seuil de $\alpha = 5\%$.

L'impact des variables relatives aux préférences, aux modes de vie et à la disponibilité d'une voiture, n'est pas une grande surprise. D'une part, la majorité d'entre elles présentent des corrélations plus ou moins importantes avec les variables dépendantes (voir annexe 5.1, page 164), d'autre part, nous avons également pu montrer qu'elles varient, à l'exception de la variable LSHOME, de manière significative d'un quartier à l'autre. Le facteur « pro marche » s'est avéré jouer un rôle central dans les modèles de régression face au prédicteur de l'appartenance aux quartiers. Sans surprises, les corrélations entre celui-ci et les variables de la marche et de la mobilité à force humaine sont particulièrement prononcées. Par ailleurs, nous avons constaté que les habitants du quartier de Seefeld présentent en moyenne une valeur plus élevée sur ce facteur, c'est-à-dire qu'ils ont en général une attitude plus favorable vis-à-vis de la marche que les résidents de Witikon. Cette observation soulève la question de l'hypothèse d'un choix résidentiel lié aux préférences en matière de transport, que nous avons discutée à plusieurs reprises au cours du chapitre 3. La variation de la variable « pro marche » d'un quartier à l'autre semble en effet indiquer que les personnes présentant une attitude favorable vis-à-vis de la marche ont plutôt tendance à habiter à Seefeld qu'à Witikon.

Dans les modèles de régression, la variable de l'appartenance aux quartiers et les caractéristiques personnelles qui pourraient jouer un rôle dans le choix résidentiel figurent toutes sous forme de variables indépendantes et se situent au même niveau hiérarchique. Par conséquent, ces modèles ne donnent pas des renseignements sur les liens que ces variables entretiennent l'une avec l'autre. On pourrait émettre l'hypothèse que la variable « pro marche » n'influence pas seulement le choix résidentiel et ainsi les caractéristiques de l'environnement construit, mais elle pourrait à son tour être marquée à long terme par le degré de marchabilité plus ou moins important de celui-ci. Dans ce cas-là, la soustraction de l'ensemble de la variance expliquée par le facteur PROWALK dans les

modèles de régression correspondrait à une sous-estimation de l'effet du quartier. L'interdépendance manifeste des prédicteurs dans les modèles limite par ailleurs l'interprétation fiable des coefficients. Étant donné ces faiblesses des modèles de régression, nous procédons à une analyse par une méthode statistique alternative qui nous permettra de tenir compte des liens complexes proposés par le cadre conceptuel général.

5.3.3 Une analyse de modélisation par équations structurelles : le lien entre la marche et l'environnement construit dans le cadre du modèle conceptuel global

La modélisation par équations structurelles (*Structural Equation Modeling*) est une méthode statistique multivariée puissante et flexible. Grâce au caractère très général de son modèle sous-jacent, il permet de traiter et d'interpréter des données qui présentent des structures fort complexes. La modélisation par équations structurelles a notamment connu un grand succès en psychologie et en sociologie, ce qui s'explique par le fait qu'elle permet de modéliser des associations entre des concepts hypothétiques qui ne sont pas directement observables. Ceux-ci sont traités sous forme de variables latentes, qui sont estimées en fonction d'un ou plusieurs indicateurs mesurés. Dans les situations où l'on admet que toutes les variables peuvent être mesurées directement par les indicateurs relatifs, ce que nous faisons ici, la modélisation à équations structurelles peut pourtant également être intéressante. Dans ce cas, l'intérêt principal de la méthode consiste à pouvoir construire des modèles qui contiennent plusieurs équations à la fois. Dans ce système d'équations, une variable peut figurer à la fois comme variable dépendante dans une expression et comme prédicteur dans une autre expression.

Les modèles d'équations structurelles se basent sur la matrice de variance-covariance de l'échantillon. Cette approche se distingue fondamentalement du modèle de la régression classique, où les paramètres sont estimés par le principe de la minimisation des résidus entre les valeurs observées et les valeurs prédites des observations de l'échantillon. Dans la modélisation par équations structurelles, les résidus s'expriment comme la différence entre les covariances observées et les covariances prédites par le modèle. Une fois que les paramètres sont estimés, la validité d'un modèle dépendra donc de sa capacité à reproduire la matrice des covariances observées.

Une autre particularité des modèles d'équations structurelles concerne la nature des liens entre les variables. L'analyse habituelle des corrélations entre variables renseigne généralement sur leurs associations statistiques sans permettre une interprétation des liens en termes de causalité. Ici, le terme « structurel » renvoie à la conception des liens entre les variables, qui ne sont justement pas compris comme des simples associations, mais comme de véritables effets causaux, représentés par des flèches allant d'une variable à une autre. L'interprétation en termes de liens causaux reste pourtant délicate : si la modélisation par équations structurelles permet de vérifier si des effets causaux hypothétiques ne sont pas contredits dans le cadre d'un modèle donné, elle n'est en aucun cas en mesure de prouver l'existence de ces causalités.

L'apport de l'analyse de nos données par une modélisation par équations structurelles est double. D'une part, la méthode nous permet d'analyser le lien entre l'appartenance aux quartiers et le comportement de marche dans le contexte global du cadre conceptuel présenté. De par la possibilité de formuler plusieurs équations à la fois, il est en effet possible d'estimer ce lien en prenant en considération les autres relations et effets qui sont admis entre les dimensions du modèle conceptuel. Le modèle contiendra ainsi explicitement une équation qui représente, d'une manière très simpliste, nous l'admettons, le fait que certaines variables liées à l'intensité de la marche pourraient également influencer le choix d'habiter à Seefeld plutôt qu'à Witikon et vice-versa. Par là, la modélisation par équations structurelles permettra, en estimant tout un système d'équations, de tenir compte du fait que les prédicteurs de la marche sont eux aussi corrélés de manière plus ou moins forte. Du coup, nous allons non seulement tester l'effet de l'appartenance aux quartiers sur la marche, mais nous pourrons également clarifier le rôle des facteurs qui corrélerent avec ces variables centrales, comme la variable PROWALK. En particulier, nous tenterons de mettre en évidence dans quelle mesure celle-ci constitue un déterminant du choix du lieu de résidence. En même temps, nous allons tester l'hypothèse selon laquelle l'attitude plus favorable vis-à-vis de la marche dans le quartier de Seefeld serait elle-même influencée par l'importance des déplacements à pied, favorisée par son niveau de marchabilité élevé. Un deuxième apport de la méthode par rapport aux régressions classiques de l'étape d'analyse précédente découle du fait qu'elle permet de tester des modèles causaux. Dès lors, nous espérons pouvoir contribuer à éclaircir la question de la causalité des liens entre l'environnement construit

et la marche, tout en étant conscients des limites liées à l'approche transversale de l'étude.

Nous limiterons les analyses de modélisation par équations structurelles à la variable dépendante du temps consacré aux déplacements à pied effectués depuis le domicile (W_TOTAL). Cette variable est d'une part la seule pour laquelle un lien significatif avec l'appartenance aux quartiers a été confirmé par les modèles intégraux et représente d'autre part le comportement de marche pour lequel l'analyse du rôle de l'environnement construit au niveau du quartier semble la plus pertinente.

La méthode de la modélisation par équations structurelles a été appliquée dans le cadre du modèle conceptuel exposé dans un autre travail (Schmid, 2006). En renvoyant le lecteur intéressé aux détails techniques de l'application de la méthode à celui-ci, nous limitons ici la discussion sur les questions théoriques et méthodologiques au strict minimum. Si le modèle estimé dans notre travail méthodologique antérieur s'écarte légèrement du modèle défini ci-après, les enjeux théoriques, la discussion des conditions d'applications de la méthode ainsi que les modalités d'estimation du modèle demeurent évidemment les mêmes.

5.3.3.1 Fondements théoriques et concepts de base

Les modèles d'équations structurelles sont constitués, comme leur nom l'indique, d'un système d'équations. Dans le cas le plus général, ces équations spécifient les liens entre des variables latentes, des variables observées et des variables représentant les termes résiduels des équations. Selon leur fonction dans le système, les variables sont qualifiées comme exogènes ou endogènes. Les variables exogènes sont des variables qui influencent d'autres variables, mais dont les « causes » se situent en dehors du système de liens modélisé. Elles ne subissent donc pas d'effets d'autres variables du modèle. Les variables appelées endogènes exercent des effets sur d'autres variables endogènes et peuvent en même temps être influencées par toutes les variables du système. Les modèles d'équations structurelles admettent que l'effet d'une variable sur une autre peut être direct ou indirect. Un effet indirect est un effet qui passe par une ou plusieurs variables intermédiaires. En additionnant l'effet direct et les effets indirects d'une variable sur une autre, l'on obtient les effets totaux.

Nous appliquons ici un cas particulier du modèle général d'équations structurelles qui comprend uniquement des variables directement observées³. La représentation générale de ce type de modèle est donnée par

$$y = \mathbf{B}y + \mathbf{\Gamma}x + \zeta$$

Le vecteur y de type $p \times 1$ représente les p variables endogènes. Le vecteur x ($q \times 1$) contient les q variables exogènes du modèle. Les termes résiduels des équations, dont le nombre correspond au nombre d'équations et donc au nombre de variables endogènes, sont représentés par le vecteur ζ de type $p \times 1$.

Les coefficients des équations sont contenus dans les matrices \mathbf{B} (bêta) et $\mathbf{\Gamma}$ (gamma). La matrice carrée \mathbf{B} ($p \times p$) contient les coefficients β_{ij} associés aux variables endogènes (i = destination, j = origine de l'effet). La matrice $\mathbf{\Gamma}$ de type $p \times q$ représente les coefficients γ_{ij} mesurant les effets des q variables exogènes sur les p variables endogènes. Par définition, une variable exogène ne peut pas exercer un effet causal sur une autre variable exogène.

Deux autres matrices, qui représentent les paramètres en dehors des équations structurelles, sont associées aux modèles d'équations structurelles à variables observées. C'est la matrice de variance-covariance des variables exogènes $\mathbf{\Phi}$ (phi) et la matrice de variance-covariance des résidus des équations $\mathbf{\Psi}$ (psi). Les covariances et variances de la matrice carrée $\mathbf{\Phi}$ ($q \times q$) sont symbolisées par ϕ_{ij} . Les éléments de la matrice carrée $\mathbf{\Psi}$ ($p \times p$), les variances et covariances des résidus, sont notés ψ_{ij} .

Les paramètres des quatre matrices, \mathbf{B} , $\mathbf{\Gamma}$, $\mathbf{\Phi}$ et $\mathbf{\Psi}$ permettent de spécifier un modèle d'équations structurelles

³ En principe, nous aurions pu intégrer la factorisation des informations sur les préférences et les modes de vie directement dans le modèle d'équations structurelles en considérant ces facteurs comme des variables latentes. Face au grand nombre d'autres variables prises en compte, cette démarche aurait pourtant rendu le modèle très complexe. De plus, comme nous l'avons déjà dit, ces facteurs ne constituent pas le centre d'intérêt du problème étudié, mais elles ont été retenues afin de maîtriser un éventuel biais dû à des variables de contrôle omises.

en les soumettant à certaines restrictions. Le plus souvent, un paramètre est soit libre, soit fixé à zéro en fonction de la présence ou l'absence d'un lien hypothétique entre les variables relatives. Il est pourtant également possible de fixer un paramètre à une constante ou de postuler l'égalité des paramètres.

L'estimation des paramètres libres d'un modèle se fait à partir de la matrice de variance-covariance de l'échantillon de façon à ce que les covariances prédites par le modèle soient le plus proches des covariances observées. Cette démarche se fonde sur l'hypothèse fondamentale que les variances et covariances observées sont fonction des paramètres du modèle. Si le modèle était correct et tous les paramètres étaient connus, il serait possible de reproduire exactement la matrice de covariance observée. La décomposition des variances et covariances pour les modèles d'équations structurelles à variables observées est définie par Bollen (1989 : 85). Elle passe par une subdivision de la matrice de covariances Σ exprimée en fonction des paramètres θ du modèle en trois éléments : la matrice de covariances $\Sigma_{yy}(\theta)$ des variables endogènes, la matrice de covariances $\Sigma_{xx}(\theta)$ des variables exogènes ainsi que la matrice $\Sigma_{xy}(\theta)$ représentant les covariances entre les variables endogènes et exogènes. La définition de ces matrices en fonction des paramètres du modèle est donné par

$$\begin{aligned}\Sigma_{yy}(\theta) &= (I-B)^{-1} (\Gamma\Phi\Gamma' + \Psi) (I-B)^{-1'} \\ \Sigma_{xx}(\theta) &= \Phi \\ \Sigma_{xy}(\theta) &= \Phi\Gamma'(I-B)^{-1'}\end{aligned}$$

Les paramètres inconnus du modèle sont donc estimés à partir des paramètres connus, qui sont les variances et les covariances dans Σ . Pour que cette estimation soit possible, le modèle doit être identifiable, ce qui signifie que chaque paramètre est uniquement fonction de paramètres connus et que cette fonction lui attribue une valeur unique. En présence d'un excès d'informations d'identification, un modèle est dit sur-identifié, situation la plus courante dans la pratique.

L'estimation d'un modèle est une opération dont l'objectif consiste à trouver des valeurs pour les paramètres de sorte que la différence ($S - \Sigma^*$) entre la matrice de covariance de l'échantillon S et la matrice de covariance prédite par le modèle Σ^* soit minimale. Cette différence est exprimée par une fonction d'estimation qui est minimisée au cours d'une procédure itérative. La fonction d'estimation la plus courante, qui sera également utilisé ici, est la fonction de la vraisemblance maximale (*Maximum Likelihood*).

Un modèle estimé est valide s'il permet d'expliquer de manière satisfaisante les covariances observées entre les variables. Sous certaines conditions, la validité peut être évaluée par un test du khi-carré, qui se base sur le quotient de la vraisemblance maximale. Par ailleurs, il existe un grand nombre d'indicateurs descriptifs de la qualité d'un modèle qui sont discutés en détail dans le travail méthodologique antérieur (Schmid, 2006).

La modélisation par équations structurelles se base sur un certain nombre de conditions d'applications qui concernent la distribution des données, la taille de l'échantillon, le type de variables analysées et la nature de la relation entre celles-ci. Une discussion détaillée des données étudiées en fonction de ces critères se trouve dans Schmid (2006 : 28-33).

5.3.3.2 Définition et estimation du modèle

L'architecture générale du modèle d'équations structurelles estimé se fonde sur le modèle conceptuel exposé sur la page 47. Les variables sociodémographiques – SEX, AGE, ACT100, HGHEDU et CHILD05 – sont considérées comme des variables exogènes, ce qui revient à postuler que leurs « causes » se situent à l'extérieur du système étudié. Comme le stipule le modèle conceptuel, nous admettons que les variables sociodémographiques exercent un certain nombre d'effets sur les attitudes en matière de transports (PROPT, PROWALK), sur les modes de vie (LSHOME, LSURBA, LSFMLY), sur la disponibilité d'une voiture (AV_CAR), sur le comportement de marche et sur le choix du lieu de résidence. Ce dernier est traité dans le modèle par une équation prédisant l'appartenance aux quartiers de la personne. Cette équation limite donc le choix résidentiel à un choix entre deux types

d'environnements construits qui sont représentés par les quartiers de Seefeld et de Witikon⁴. Le modèle admet en outre que le choix du lieu de résidence dépend, en outre des variables sociodémographiques, des préférences en matière de transport et des modes de vie. Par ailleurs, l'intensité de la marche au quotidien est censée pouvoir subir l'effet de l'ensemble des variables du modèle. Enfin, nous admettons également que les variables de modes de vie peuvent exercer des effets sur les préférences en matière de transport. La disponibilité d'une voiture est censée être influencée par certaines variables sociodémographiques, par les préférences en matière de transports, les modes de vie ainsi que par l'appartenance aux quartiers.

L'ensemble des liens que nous postulons sont illustrés dans le tableau 5.10. La variable à l'origine de l'effet est en colonne, la variable subissant cet effet en ligne.

Tableau 5.10 : Spécification du modèle d'équations structurelles - effets postulés

Effet de...	Variables exogènes					Variables endogènes							
	SEX	AGE	ACT100	HGHEDU	CHILD05	PROPT	PROWALK	LSHOME	LSURBA	LSFMLY	AV_CAR	QUARTIER	W_TOTAL
sur...													
PROPT			X		X			X	X	X	X		(x)
PROWALK	X	X	X		X			X	X	X	X		(x)
LSHOME		X		X									(x)
LSURBA		X	X		X								(x)
LSFMLY	X	X	X		X								(x)
AV_CAR	X	X	X		X	X	X	X	X	X			(x)
QUARTIER			X	X	X	X	X	X	X	X	X		
W_TOTAL	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	

+ effet positif, - effet négatif

À part les effets postulés ci-dessus, la structure du modèle conceptuel stipule également la présence d'effets réciproques en provenance du type de l'environnement construit et du comportement de marche. Ainsi, il est bien concevable que d'une part le type du quartier a une influence sur les modes de vie et la disponibilité d'une voiture, et que d'autre part les préférences en matière de mobilité n'exercent pas seulement un effet sur le comportement de marche, mais sont également influencées par l'intensité avec laquelle une personne pratique la marche au quotidien. Ces effets réciproques sont illustrés dans le tableau 5.10 par le symbole x entre parenthèses. Étant donné qu'ils compliquent passablement la structure du modèle, les effets réciproques ont été estimés dans le cadre d'un modèle alternatif, le modèle B, dont il s'agit de comparer la validité à celle du modèle A, qui connaît uniquement des effets à une seule direction.

Les informations du tableau 5.10 déterminent entièrement les matrices **B** et **Γ** dans lesquelles les paramètres sont soit fixés à zéro soit libérés pour être estimés. Les variables sociodémographiques, partie exogène du modèle, sont par ailleurs censées présenter un certain nombre de corrélations qui sont traduites par la libération des paramètres relatifs dans la matrice **Φ**. Par défaut, la matrice **Ψ** est diagonale, ce qui signifie que les termes résiduels des équations sont non corrélées. Or, les premières tentatives d'estimations ont montré que les modèles peuvent être améliorés de manière significative si un paramètre supplémentaire de la matrice **Ψ** est libéré. Ceci concerne le paramètre ψ_{54} qui représente la corrélation entre les résidus de LSFMLY et LSURBA. Puisque l'existence de ce lien nous semble plausible, il a été introduit dans la matrice **Ψ**⁵. Les quatre matrices, définissant entièrement le modèle estimé, sont présentées dans l'annexe 6.1, page 168.

Les modèles ont été estimés à l'aide du logiciel de modélisation par équations structurelles LISREL 8.7. Les commandes d'entrée, qui contiennent les matrices de covariance, la spécification du modèle et la définition des

⁴ Évidemment une telle conception du choix de son domicile est très simpliste et réductrice. Idéalement, le choix résidentiel dans un tel modèle serait traité sous forme d'un plus grand nombre de quartiers ou alors sous forme de variables continues mesurant certains attributs de l'environnement construit.

⁵ Techniquement, le problème lié à ce paramètre se manifeste dans l'analyse des indices de modification de l'estimation du modèle A sans résidus corrélés. Les indices de modification permettent en effet de localiser les paramètres fixés dans le modèle, qui, en entraînant des restrictions non valides, compromettent la validité globale du modèle. Un indice de modification de 4 ($\alpha = 5\%$) ou supérieur à 7 ($\alpha = 1\%$) indique que le paramètre associé devrait être libéré (cf. Schmid, 2006 : 20). Le paramètre ψ_{54} présente dans cette estimation initiale un indice de 8,376. La libération du paramètre nous semble justifiée, car la présence d'une corrélation entre les résidus correspondants est très bien possible. Dans ce cas, les variables LSFMLY et LSURBA auraient des prédicteurs en commun qui ne sont pas pris en considération dans le modèle.

paramètres d'estimation, peuvent être consultées dans l'annexe 6.2, page 168. Le tableau 5.11 présente une comparaison des indices de validité associés au modèle A et au modèle B. L'hypothèse de la validité globale n'est pas rejetée pour les deux modèles. L'introduction des effets réciproques dans le modèle B provoque pourtant une diminution de 10,5 de la valeur du khi-carré, associée à une diminution de six degrés de liberté. Cette amélioration n'est pas significative au niveau $\alpha = 5\%$ et ne parle donc pas en faveur du modèle B. Les indices AIC et CAIC sont des indices qui se basent sur la valeur du khi-carré tout en « punissant » des modèles qui présentent un nombre trop élevé de paramètres (*parsimony*, modèles surparamétrés). Ces deux indices parlent en faveur du modèle A, qui présente des valeurs plus petites. Le *Goodness-of-Fit Index (GFI)* et sa version ajustée aux degrés de liberté (*AGFI*) soutiennent plutôt le modèle B, dont la valeur se situe plus proche de un. L'analyse de la distribution des résidus standardisés entre les covariances prédites et les covariances observées constitue une méthode supplémentaire pour évaluer si un modèle estimé est valide. Par ailleurs, cette distribution permet de vérifier si l'hypothèse de la normalité multivariée des données n'est pas violée (cf. Schmid, 2006 : 35). Si les deux conditions sont remplies, les résidus devraient suivre une distribution à peu près normale. L'examen des *Q-Q Plots*, présentés dans l'annexe 6.3 (page 170, 171) montre que les résidus associés au modèle A satisfont beaucoup mieux cette condition.

Tableau 5.11 : Indices de validité des modèles estimés

	Modèle A	Modèle B
khi-carré du modèle	15.256	4.754
valeur p	0.644	0.966
AIC	161.26	162.75
CAIC	525.63	557.08
GFI	0.994	0.998
AGFI	0.97	0.986

Par ailleurs, nous pouvons constater que les effets réciproques postulés par le modèle B ne sont généralement pas importants. Ses coefficients de la matrice **B** et Γ sont présentés dans l'annexe 6.3. Le tableau contient les coefficients standardisés ainsi que leur valeur t^6 . Les effets de la marche sur l'attitude favorable vis-à-vis des transports publics et vis-à-vis de la marche sont les deux positifs, mais n'atteignent pas un niveau significatif. Le fait d'habiter à Seefeld exerce un effet négatif sur le mode de vie casanier, sur le mode de vie basé sur la famille ainsi que sur la disponibilité d'une voiture. Le seul effet réciproque significatif pourtant, cette fois positif, s'observe entre le fait d'être résident de Seefeld et le mode de vie urbain. Cette observation semble assez pertinente, car on peut estimer que ce facteur de mode de vie dépend plus que les autres du type de l'environnement construit dans lequel on habite (accessibilité des restaurants, bars, installations culturelles).

Sur la base des indices de validité et le fait que les effets réciproques postulés ne sont généralement pas significatifs, nous retenons le modèle A pour l'interprétation des coefficients dans le sous-chapitre suivant. L'exclusion de l'hypothèse d'effets réciproques importants en direction des modes de vie et des préférences rend la structure du modèle plus simple et permet une interprétation plus aisée des liens centraux du modèle.

5.3.3.3 Interprétation des coefficients estimés

Nous limitons ici l'interprétation des coefficients estimés aux effets directs entre les variables. Ce choix se justifie par le fait que notre intérêt principal porte sur l'influence du type du quartier sur le comportement de marche dans le contexte de l'ensemble des liens proposés par le modèle conceptuel. En raison de la suppression des effets réciproques issus de l'appartenance aux quartiers, l'influence de celle-ci a en effet uniquement une composante directe, ce qui fait que l'effet total du quartier sur la marche équivaut à son effet direct. Le tableau 5.12 présente les effets directs issus des matrices **B** et Γ sous forme standardisée, ce qui permet la comparaison des coefficients par rapport à leur importance relative dans les équations structurelles. Les coefficients standardisés sont présentés en gras, les valeurs t associées en italique. Le tableau contient uniquement les effets significatifs. Les matrices des coefficients complètes sont données dans l'annexe 6.3.

Le modèle contient un grand nombre d'effets non significatifs à $\alpha = 5\%$. On en observe notamment parmi les coefficients de la matrice **B** mesurant les effets entre les variables endogènes. En gros, le modèle d'équations structurelles confirme pourtant la structure de liens du modèle conceptuel. Les variables sociodémographiques

⁶ Un coefficient est significatif à $\alpha = 5\%$ si sa valeur t absolue est supérieure à 1,96 (cf. Schmid, 2006 : 39).

Tableau 5.12 : Effets directs standardisés

Effet de...	Variables exogènes					Variables endogènes							
	SEX	AGE	ACT100	HGHEDU	CHILD05	PROPT	PROWALK	LSHOME	LSURBA	LSFMLY	AV_CAR	QUARTIER	W_TOTAL
sur...													
PROPT	-	-	-0.148 -2.058	-	ns	-	-	-0.136 -2.835	ns	ns	ns	-	-
PROWALK	0.181 3.466	0.212 3.823	ns	-	0.131 2.317	-	-	ns	ns	0.178 3.294	ns	-	-
LSHOME	-	-0.150 -3.018	-	-0.113 -2.278	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LSURBA	-	-0.392 -8.485	0.111 2.388	-	-0.178 -3.942	-	-	-	-	-	-	-	-
LSFMLY	0.168 3.395	0.095 1.936	ns	-	0.264 5.500	-	-	-	-	-	-	-	-
AV_CAR	ns	ns	ns	-	0.130 2.028	ns	ns	ns	ns	0.132 2.413	-	-	-
QUARTIER	-	-	ns	0.163 3.508	ns	0.231 4.120	0.220 4.585	ns	0.225 4.719	-0.154 -3.094	ns	-	-
W_TOTAL	ns	0.105 2.029	-0.157 -3.135	0.104 2.270	0.095 1.940	ns	0.307 6.300	ns	0.109 2.127	ns	ns	0.101 2.089	-

- fixés à zéro, ns: non significatif

exercer un certain nombre d'effets sur les préférences en matière de mobilité, sur les modes de vie, sur la disponibilité d'une voiture, sur le choix du quartier ainsi que sur le comportement de marche. En outre, nous observons aussi deux effets significatifs des modes de vie sur les préférences en matière de transports. Le choix de vivre dans le quartier de Seefeld plutôt qu'à Witikon dépend effectivement, en outre du niveau de formation, des préférences en matière de transports et de facteurs de modes de vie. De même, deux effets issus de ces facteurs sont confirmés pour le temps de marche dans le périmètre du quartier. Avant de nous concentrer sur l'influence du quartier sur la marche, examinons brièvement ces effets de plus près.

Selon le modèle, une activité professionnelle à 100% (ACT100) et un mode de vie casanier (LSHOME) exercent une influence négative sur une attitude favorable vis-à-vis des transports publics (PROPT) et favorisent donc l'usage de la voiture. Le facteur PROWALK subit des effets positifs de la part de plusieurs variables : le fait d'être une femme (SEX) et d'avoir un certain âge (AGE), la présence de petits enfants dans le ménage (CHILD05), ainsi qu'un mode de vie basé sur la famille (LSFMLY) favorisent tous l'attitude favorable vis-à-vis de la marche.

Les variables de modes de vie, quant à elles, subissent des effets des variables sociodémographiques qui figurent parmi les plus importants de tout le modèle. Le fait d'être une femme et d'avoir un certain âge favorise un mode de vie basé sur la famille. En revanche, l'on constate que l'âge exerce un effet négatif sur le mode de vie casanier et le mode de vie urbain (LSURBA). Ce dernier est par ailleurs favorisé par une activité professionnelle à 100%. Le fait d'avoir une formation supérieure (HGHEDU) est négativement associé à un mode de vie casanier. La présence de petits enfants dans le ménage enfin exerce, sans surprises, un effet négatif sur le mode de vie urbain et un effet positif sur le mode de vie familial.

La plupart des effets postulés sur la disponibilité d'une voiture (AV_CAR) ne sont pas significatifs. Seule la présence d'enfants et un mode de vie familial montre une influence sur cette variable qui n'est pas attribuable au hasard.

Les effets significatifs dans l'équation structurelle de l'appartenance aux quartiers (QUARTIER) sont plus nombreux. Dans cette équation, représentant de manière très simpliste un choix résidentiel, le niveau de formation, l'attitude favorable vis-à-vis des transports publics et de la marche, ainsi qu'un mode de vie urbain contribuent de manière positive au choix de vivre dans le quartier de Seefeld plutôt qu'à Witikon. Le mode de vie familial favorise en revanche le choix de vivre à Witikon.

Dans l'équation du temps consacré à la marche (W_TOTAL), les variables indépendantes significatives se multiplient par rapport à la situation observée dans les modèles de régression classique. Parmi les variables sociodémographiques, l'on peut constater la présence d'effets positifs de l'âge, du niveau de formation, de la présence de petits enfants dans le ménage, ainsi qu'un effet négatif de la variable représentant une activité professionnelle à 100%. Comme dans les modèles de régression, l'attitude favorable à l'égard de la marche est

le prédicteur le plus important de l'équation. Puis, nous enregistrons également un faible effet positif du mode de vie urbain. Enfin, l'effet de l'appartenance aux quartiers sur la marche, qui est au centre de notre intérêt, est confirmé par le modèle : le fait d'habiter à Seefeld exerce une influence positive sur le temps consacré aux marches effectuées dans le périmètre du quartier.

L'examen des coefficients du modèle confirme la validité du modèle conceptuel général, qui est à la base de nos analyses statistiques. L'analyse de l'effet de l'environnement construit sur la marche dans un contexte plus large, qui tient notamment compte des facteurs de choix résidentiel, est pertinente. En se penchant sur les deux équations structurelles principales du modèle, celle du comportement de marche et de l'appartenance aux quartiers, l'on peut en effet constater que ces deux variables peuvent en partie être associées aux mêmes variables explicatives : le niveau de formation, l'attitude favorable vis-à-vis des déplacements à pied et le mode de vie urbain sont des variables qui exercent à la fois un effet positif sur le temps de marche et sur le fait de résider à Seefeld. Cette observation affirme la nécessité d'une prise en compte du choix résidentiel dans l'analyse du lien entre l'environnement construit et l'activité physique sous forme de marche. Le modèle d'équations structurelles confirme notamment que les préférences en matière de mobilité peuvent influencer dans quel type d'environnement construit nous choisissons de vivre. L'omission de ces facteurs pourrait donc effectivement conduire à une surestimation du rôle de l'environnement construit.

Alors que le modèle confirme l'hypothèse du choix résidentiel en fonction des préférences de mobilité, il rejette, nous l'avons montré lors de l'estimation du modèle B, l'hypothèse selon laquelle ces préférences pourraient être influencées par le comportement de marche lui-même, comportement qui est à son tour lié au type de quartier. Notons bien que cette observation est valide dans le contexte du modèle testé et ne constitue en aucun cas une constatation définitive. Rappelons aussi que le choix résidentiel est traité de manière très simpliste dans le modèle et ne se base pas sur un véritable cadre théorique. Or, si l'on admet que l'attitude vis-à-vis de la marche joue un rôle important dans le choix résidentiel, l'importance de l'effet de l'environnement sur le comportement de marche se relativise. Cette observation s'est d'ailleurs manifestée dans la diminution du pouvoir explicatif de l'environnement construit dans tous les modèles testés, une fois que la variable PROWALK a été introduite. Le modèle d'équations structurelles confirme pourtant également qu'un faible mais significatif effet du type de l'environnement construit sur le temps consacré à la marche dans le périmètre du quartier persiste, après que l'hypothèse du choix résidentiel ait été prise en compte de manière explicite. L'importance de cet effet est comparable à la force des effets issus des variables sociodémographiques comme l'âge, le niveau de formation et la structure du ménage.

5.3.4 Discussion des résultats : deuxième étape d'analyse

Ce sous-chapitre a présenté une série de modèles statistiques ayant pour objectif d'examiner plus précisément les différences observées entre les deux populations lors de l'analyse comparative des indicateurs de comportement. Les modèles ont permis de confronter l'effet de l'appartenance aux quartiers au jeu des autres variables dont nous avons tenu compte dans le cadre conceptuel général de l'étude.

Les modèles de régression ont montré que l'effet du type de quartier demeure à un niveau significatif s'il est uniquement confronté à la contribution des variables sociodémographiques. Ceci est valable pour chacun des indicateurs testés, à savoir l'indicateur bimodal de la mobilité à force humaine, le temps hebdomadaire consacré à la marche dans le périmètre du domicile ainsi que pour l'indicateur bimodal de cette deuxième variable. Le bilan des analyses se différencie quand les autres dimensions du cadre conceptuel – les préférences et les modes de vie – sont prises en compte.

Face à ces variables, le lien entre l'importance de la mobilité à force humaine et l'appartenance aux quartiers s'avère être un lien artificiel. Dans ce cas, les modèles indiquent que les différences que nous avons mises en évidence entre les résidents de Seefeld et de Witikon sont effectivement liées à d'autres variables en fonction desquelles les deux populations se distinguent.

Au niveau du temps consacré aux déplacements à pied autour du lieu de domicile, le rôle de l'appartenance aux

quartiers s'est réaffirmé face aux variables de contrôle qui ont été considérées. Le modèle d'équations structurelles a permis de tester ce lien dans le cadre de l'ensemble des relations stipulées par le modèle conceptuel et en particulier en tenant compte du choix résidentiel. Alors que ce modèle a montré que l'on peut effectivement supposer que les préférences en matière de transports déterminent en partie dans quel type d'environnement construit on choisit de résider, celui-ci s'avère exercer un lien sur l'activité physique sous forme de marche indépendamment de cette considération.

Pour ce qui est du temps consacré à la marche, cette observation nous conduit donc à la confirmation de l'hypothèse C1, qui porte sur la présence du lien dans le cadre du modèle conceptuel global. Étant donné que l'effet de l'appartenance du quartier demeure significatif après avoir pris en compte l'ensemble des dimensions du modèle conceptuel, nous estimons qu'une partie des différences observées entre les populations s'explique effectivement par le différent degré de marchabilité des quartiers. Autrement dit, les analyses supportent l'hypothèse selon laquelle les quartiers denses, mixtes et bien connectés ont une influence positive sur le temps qui est consacré à la marche pratiquée à partir du domicile. Nos analyses se classent par conséquent dans le corps de recherche quantitative qui met en lumière un lien faible mais significatif entre l'environnement construit et la marche dans une optique d'activité physique.

La qualité globale des modèles de régression qui portent sur le temps consacré à la marche est assez satisfaisante. En expliquant entre 20% et 26% de la variance totale de la variable, ils dépassent la capacité de la plupart des modèles présentés dans les études antérieures discutées. La qualité du modèle de l'indicateur de la mobilité à force humaine est un peu inférieure. Dans les modèles de la marche, le coefficient de la variable représentant l'appartenance aux quartiers et ainsi l'indice de marchabilité est en général faible et se situe proche du seuil de significativité. L'examen de la corrélation partielle montre que l'appartenance aux quartiers explique seulement 1% de la variance du temps consacré à la marche, si l'on soustrait la variance liée aux autres variables du modèle. Par ailleurs et comme nous l'avons vu, la prédiction du temps hebdomadaire consacré à la marche, qui tient compte de l'influence des variables de contrôle, résulte dans une différence entre les quartiers qui ne s'élève qu'à 23 minutes. Cette valeur correspond en effet à une diminution notable par rapport à la différence de 35 minutes qu'on peut mettre en évidence par une simple comparaison des quartiers. Les régressions logistiques ont permis d'interpréter l'effet de l'appartenance aux quartiers en termes de chances de pratiquer 30 minutes d'activité par jour. En ce qui concerne les déplacements effectués depuis le domicile, les résidents de Seefeld ont 1,64 fois plus de chances d'atteindre ce niveau d'activité sous forme de marche. Au niveau de la mobilité à force humaine, ce facteur s'élève à 1,35.

La comparaison des prédicteurs montre que l'effet du quartier est généralement plus faible que l'effet des variables sociodémographiques, ce qui concorde tout à fait avec les résultats de la plupart des études antérieures. Parmi les variables sociodémographiques que nous avons retenues, les prédicteurs importants sont l'âge, l'activité professionnelle à 100% et le niveau de formation. Parmi les variables portant sur les modes de vie et les préférences, plusieurs indicateurs présentent des coefficients extrêmement faibles et pourraient être omis. Ceci concerne notamment le facteur « pro transports publics » et le facteur « mode de vie basée sur la famille ». Par ailleurs, nous n'avons pas trouvé de liens significatifs entre les variables dépendantes et la disponibilité d'une voiture. Un prédicteur exceptionnel dans tous les modèles est le facteur « pro marche ». Celui-ci est en grande partie responsable de la diminution du pouvoir explicatif de l'appartenance aux quartiers lors du passage du premier au deuxième niveau de modélisation.

Généralement, nos résultats confirment l'observation de Kitamura et al. (1997) qui montre que les liens entre les attitudes en matière de transports et le comportement de mobilité sont beaucoup plus forts que les relations entre le comportement de mobilité et l'environnement construit. La même observation a été faite par Bagley et Mokhtarian (2002). Ces chercheurs ont également testé le lien entre l'environnement construit et des indicateurs de comportement de mobilité dans le cadre d'un modèle d'équations structurelles. Une comparaison plus détaillée de nos résultats à leurs conclusions s'impose donc, malgré le fait qu'ils utilisent d'autres indicateurs pour le comportement de mobilité. En général, nos analyses concordent avec l'observation de Bagley et Mokhtarian qui stipule que les variables portant sur les attitudes et les modes de vie ont généralement le maximum de pouvoir explicatif dans les modèles. Par ailleurs, nos modèles confirment également que l'effet de l'environnement construit diminue de manière importante quand ces variables sont prises en compte. Sur la base de cette observation,

Bagley et Mokhtarian concluent que la relation entre l'environnement construit et le comportement de mobilité souvent observé ne traduit pas un véritable lien causal, mais serait plutôt lié aux corrélations que ces deux variables entretiennent conjointement avec d'autres variables. Alors que nos modèles font émerger clairement le même phénomène, notons que nous avons pu mettre en évidence un effet significatif, quoique faible, du type de quartier malgré la prise en compte de cette hypothèse. En discutant leurs résultats, Bagley et Mokhtarian soulignent également la possibilité que le type d'environnement construit pourrait avoir une influence sur les modes de vie et les attitudes dont l'effet sur le comportement est très manifeste. Ils ont testé cette hypothèse par une série d'effets réciproques. Tandis qu'ils ne trouvent pas d'impacts des variables de l'environnement construit sur les attitudes, ils mettent en évidence un léger effet réciproque des variables du comportement sur les attitudes en matière de mobilité. Celui-ci n'a pas été confirmé par notre modèle d'équations structurelles comprenant des effets réciproques. En revanche, notre modèle confirme la présence d'une légère influence du type de quartier sur la variable représentant le mode de vie urbain qui exerce, quant à elle, un effet positif sur le temps consacré à la marche. Comme Bagley et Mokhtarian, nous estimons qu'il sera indispensable d'étudier plus précisément la question de savoir dans quelle mesure les attitudes et les modes de vie influençant le comportement de mobilité peuvent être marqués par le type d'environnement construit. Faute de données longitudinales, la méthode de la modélisation par équations structurelles nous semble une alternative toute à fait intéressante pour approfondir cette question.

Nous considérons la prise en compte des variables liées aux préférences et aux modes de vie ainsi que leur traitement par un modèle d'équations structurelles comme un point très fort de notre analyse par rapport à la majorité des études antérieures. Cette approche nous a non seulement permis de tester l'influence du type d'environnement construit dans le contexte d'un système de relations complexe, mais elle constitue également une base pour une interprétation de ce lien en termes de relation causale. Par ailleurs, le modèle d'équations structurelles a aussi permis de vérifier la validité du modèle conceptuel global qui a été proposé. Alors que nous avons pu confirmer l'hypothèse d'un effet causal du type de l'environnement construit – et précisément de l'indice de marchabilité – sur le temps consacré à la marche, nous en savons par contre toujours peu sur l'importance des attributs particuliers de l'environnement construit. Cette question fera l'objet du prochain et dernier sous-chapitre de cette partie.

5.4 Le rôle des attributs particuliers de l'environnement construit pour le comportement de marche

À ce stade de l'étude, nous pouvons confirmer l'effet global du type de l'environnement sur le temps consacré à la marche qui s'inscrit directement dans le périmètre du quartier. Notre démarche, qui est basée sur une opérationnalisation de l'environnement construit par l'indice composite de la marchabilité, ne nous permet pourtant pas de savoir précisément quels attributs de l'environnement sont responsables des différences observées. En vue d'une politique de promotion de l'activité physique basée sur des aménagements au niveau de l'environnement construit, cette question est en effet primordiale. Ce dernier chapitre de notre travail a comme objectif d'éclaircir de point.

La base pour l'analyse de l'importance des attributs et des concepts particuliers de l'environnement construit est constituée par l'évaluation de ces éléments effectuée par les personnes interrogées elles-mêmes. En intégrant ces informations, nous passons donc d'une mesure objective de l'environnement construit à une mesure subjective. Par ailleurs, les déclarations des personnes ne portent plus sur l'échelle du quartier entier, déterminée par des limites administratives et artificielles dans les pratiques quotidiennes, mais sur le voisinage qui entoure le lieu de résidence. Dans le questionnaire, celui-ci a été défini comme la zone accessible par un déplacement à pied de 10 minutes depuis le domicile. Ce changement du périmètre d'analyse nous permet donc de traiter la question de l'influence de l'environnement construit à une échelle qui semble en réalité plus pertinente que celle du quartier (voir sous-chapitre 3.4.1).

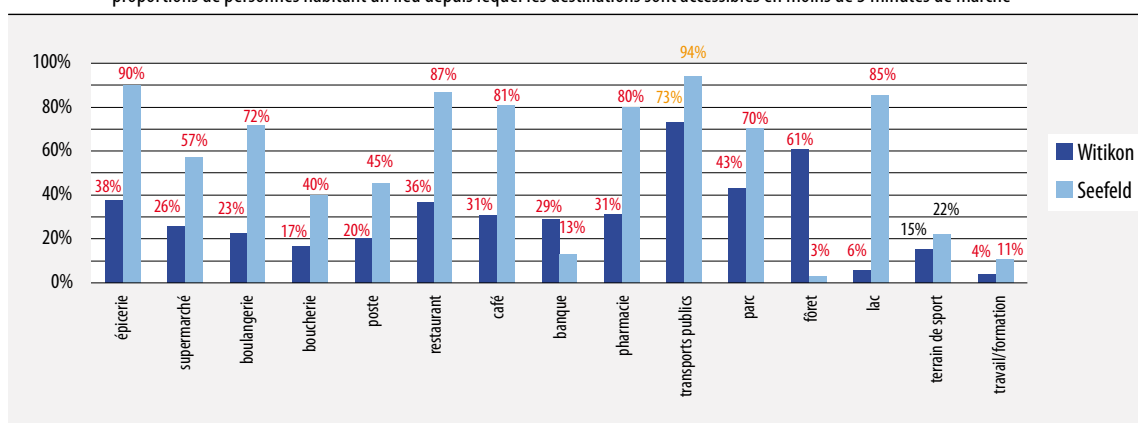
La qualification du voisinage effectuée par les personnes sera traitée dans le cadre des dimensions de la marchabilité évoquées par le deuxième modèle conceptuel, qui sont l'accessibilité, l'attrait esthétique et la sécurité des parcours.

L'analyse de ces dimensions s'inscrit dans une démarche qui présente deux niveaux. Dans un premier temps, nous comparons les perceptions de l'environnement construit des résidents des deux quartiers. Cette analyse permettra non seulement de mettre en relation celles-ci avec l'indice de marchabilité objectif, sur la base duquel les deux quartiers ont été sélectionnés (hypothèse D1), mais mettra également en lumière d'éventuelles différences de l'environnement construit au niveau des dimensions qui n'ont pas été considérées lors du choix des quartiers. Dans un deuxième temps, nous étudierons dans quelle mesure les attributs particuliers de l'environnement, tels qu'ils sont perçus par les résidents, peuvent être liés aux différentes variables représentant le comportement de marche et de mobilité à force humaine (hypothèse D2 et D3). Pour ce faire, nous ferons de nouveau recours à des modèles de régression logistique et de régression classique.

5.4.1 Les perceptions de l'environnement construit au niveau du voisinage : une comparaison des populations de Witikon et de Seefeld

Le modèle conceptuel du lien entre l'environnement construit et la marche stipule que l'utilisation du sol et le système de transport, dimensions en fonction desquelles l'indice de marchabilité a été créé, déterminent l'accessibilité des services, des commerces et des installations pour la marche à l'échelle du quartier et du voisinage. Parmi ceux-ci, nous distinguons ici les destinations utilitaires – les épiceries, supermarchés, boulangeries, boucheries, postes, restaurants, cafés, banques, pharmacies, arrêts de transport public, terrains de sports et le lieu de travail / de formation – des supports pour les promenades ou les marches d'entraînement – les parcs, le lac et la forêt. L'accessibilité de ces installations (et éléments naturels) est évaluée dans le questionnaire par des variables ordinales qui représentent le temps de marche nécessaire pour arriver à ces destinations (1-5 min., 6-10 min., 11-15 min., 16-20 min., 21-30 min., plus de 30 min.). En raison du fait que ces intervalles ne sont pas tout à fait équivalents et qu'une analyse de moyennes n'est par conséquent guère pertinente, nous avons créé des indicateurs bimodaux qui représentent l'existence d'une installation relative à une distance-temps de 5, 10 et 20 minutes de marche. Cette démarche permet une comparaison des populations en termes de proportion de personnes ayant à disposition les installations en fonction des différentes durées de déplacements à pied. Des différences significatives entre les populations se retrouvent en fonction de toutes ces différentes mesures d'accessibilité (voir annexe 3.13, page 157). Nous nous limitons ici à la présentation de l'accessibilité en fonction d'une marche de 5 et de 10 minutes qui présentent, sans surprises, les écarts les plus conséquents entre les quartiers.

Figure 5.13 : Accessibilité des services, commerces et installations
proportions de personnes habitant un lieu depuis lequel les destinations sont accessibles en moins de 5 minutes de marche

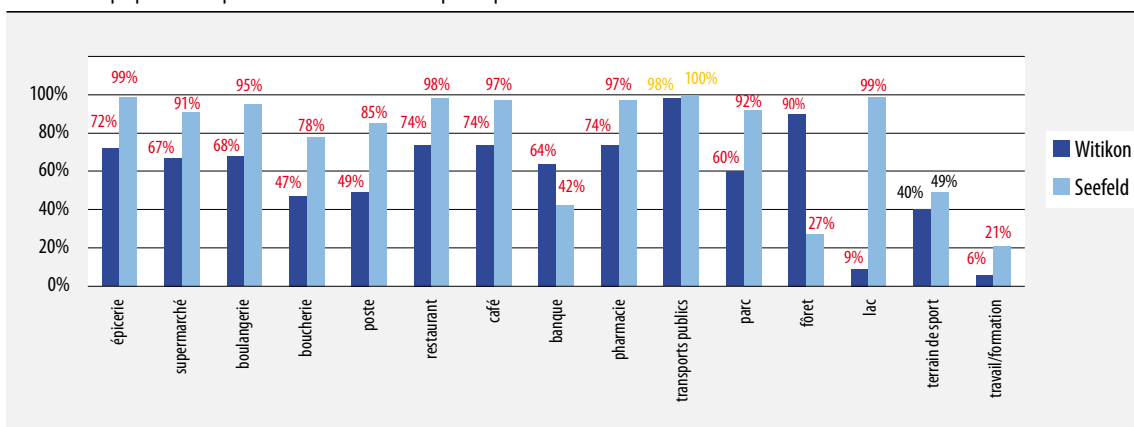


La figure 5.13 illustre les proportions de personnes habitant un lieu depuis lequel l'installation en question est accessible par un déplacement à pied de 5 minutes. Selon cet indicateur, nous pouvons en général observer des différences très remarquables du degré d'accessibilité auquel sont confrontées les deux populations. La seule mesure d'accessibilité non significative concerne les terrains de sport. L'ensemble des autres installations et infrastructures, mis à part les arrêts de transport public, présentent une accessibilité qui montre une différence significative à $\alpha = 1\%$ d'un quartier à l'autre. Globalement, les proportions des personnes de Seefeld qui profitent de destinations utilitaires accessibles par une marche de 5 minutes dépassent de loin les proportions

correspondantes parmi les résidents de Witikon. Seules les banques sont plus aisément accessibles à pied dans le quartier de Witikon. À l'exception des banques et des arrêts de transports publics, les parts relatives à l'ensemble des destinations utilitaires dans la population de Seefeld sont en effet plus de deux fois plus grandes que les parts observées à Witikon.

Au niveau des destinations potentielles pour la marche de loisirs, l'on constate aussi que plus de résidents de Seefeld déclarent avoir à disposition des parcs accessibles en 5 minutes. Les mesures d'accessibilité des deux autres destinations de loisirs, celle de la forêt et du lac, expriment en premier lieu la situation géographique des deux quartiers – le voisinage immédiat du bord du lac à Seefeld et la présence de forêts qui entourent presque complètement le quartier périphérique de Witikon.

Figure 5.14 : Accessibilité des services, commerces et installations
proportions de personnes habitant un lieu depuis lequel les destinations sont accessibles en moins de 10 minutes de marche



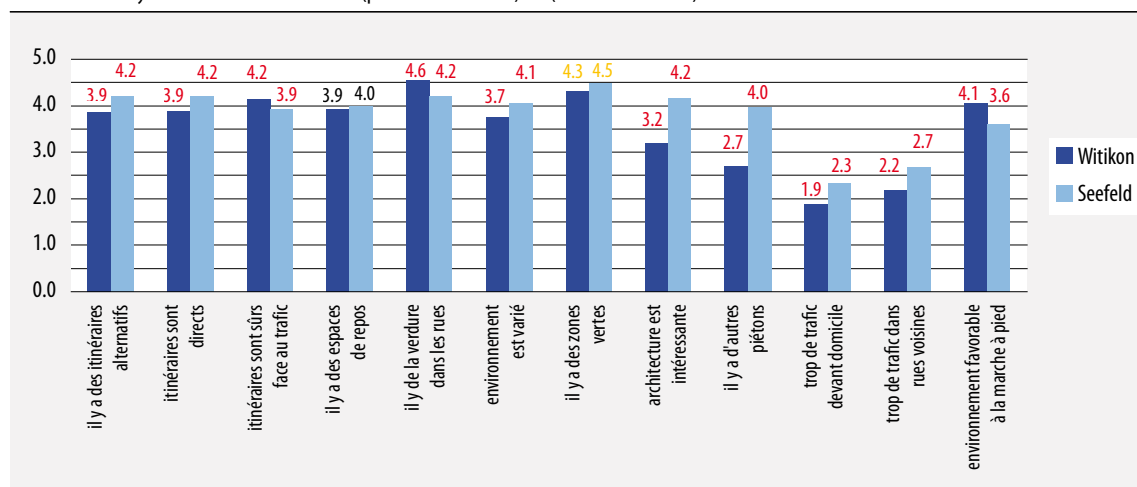
Les mêmes différences d'accessibilité émergent si l'on augmente le périmètre de distance-temps à 10 minutes (voir figure 5.14). De nouveau, presque toutes les mesures présentent des écarts significatifs à $\alpha = 1\%$. Les différences entre les quartiers s'atténuent toutefois passablement, étant donné que les proportions augmentent plus fortement parmi les résidents de Witikon que dans la population de Seefeld, qui présente déjà des valeurs extrêmement élevées pour l'accessibilité en 5 minutes. Parmi la population de Seefeld, la majorité des mesures atteignent désormais des parts qui se situent proche de 100%. Le fait qu'une personne sur cinq à Seefeld atteigne son poste de travail ou son lieu de formation par un déplacement à pied inférieur à 10 minutes peut également être qualifié d'assez exceptionnel.

Les importants écarts d'accessibilité soutiennent la pertinence de l'indice de marchabilité, en fonction duquel les quartiers ont été choisis, comme une mesure simple et globale de l'attractivité de l'environnement construit pour les déplacements à pied. Les différents degrés de densité, de mixité et de connectivité par lesquels les quartiers se caractérisent, se manifestent effectivement par des différences notables de l'accessibilité des destinations en faveur du quartier de Seefeld. Il est maintenant intéressant de savoir si l'on peut également mettre en évidence des différences au niveau des perceptions d'autres attributs, qui sont moins directement liés aux mesures objectives de l'environnement construit qui constituent l'indice de marchabilité. La figure 5.15 présente l'évaluation subjective portant sur l'attractivité des itinéraires, la sécurité face au trafic et l'attrait esthétique du voisinage.

Les valeurs présentées dans la figure 5.15 correspondent aux moyennes de l'évaluation qui s'est effectuée à l'aide de variables ordinales allant de 1 = pas du tout d'accord à 5 = tout à fait d'accord. Globalement, les personnes interrogées qualifient l'environnement construit de leur voisinage de manière assez positive. La majorité des moyennes associées à une déclaration portant sur un élément favorable se situent autour de la valeur 4 représentant la réponse « plutôt d'accord ». Les moyennes les plus faibles, affirmant donc plutôt un désaccord, se trouvent justement au niveau des items qui portent sur la présence d'un élément négatif, à savoir un volume important de trafic motorisé devant le domicile et dans les rues voisines.

À part un seul item, qui porte sur l'existence des espaces de repos pour les piétons, nous observons des différences

Figure 5.15 : Perception de l'attractivité de l'environnement construit
moyennes de l'échelle allant de 1 (pas du tout d'accord) à 5 (tout à fait d'accord)



très significatives dans la manière des résidents de Witikon et de Seefeld de percevoir l'environnement construit de leur voisinage. Les deux premiers items, qui concernent la qualité des parcours piétonniers et qui peuvent être mis en relation avec le type du réseau routier, présentent un jugement plus positif de la part des résidents de Seefeld. De nouveau, nous constatons donc que la mesure objective de l'indice de marchabilité se manifeste aussi dans la perception des résidents : la population de Seefeld, quartier qui présente un réseau beaucoup plus connecté, estime effectivement davantage qu'elle a à disposition des itinéraires de marche plus variés et plus directs. Par ailleurs, les résidents de Seefeld donnent aussi une évaluation plus positive pour la plupart des attributs qui ont trait à l'attrait esthétique du voisinage. Ceci concerne la présence de parcs et de zones vertes, la variabilité visuelle de l'environnement construit, la qualité de l'architecture ainsi que la présence d'autres piétons dans les rues.

Parmi les éléments qui sont évalués plus favorablement par les habitants de Witikon, on retrouve notamment les problèmes liés au trafic. Ainsi, ces personnes considèrent les itinéraires comme plus sûrs face au trafic et se sentent moins gênées par le volume de trafic devant leur domicile et dans les rues voisines. Cette observation ne surprend guère, compte tenu de la proximité du quartier de Seefeld au centre-ville et à un axe de transport important, et compte tenu de la situation périphérique de Witikon où la plupart des unités résidentielles sont éloignées de l'axe principal qui traverse le quartier. Le seul item relatif à l'attrait esthétique du voisinage qui est jugé plus favorablement par les résidents de Witikon est la présence de verdure dans les rues. Étant donné que la sécurité face au trafic et la présence de verdure sont les seuls items qui sont jugés plus positivement par les résidents de Witikon, il est assez surprenant de constater que ceux-ci qualifient leur voisinage globalement comme plus favorable à la marche, déclaration qui est mesurée par le dernier item de la figure 5.15. Le bilan des personnes interrogées correspond en effet au contraire de la conclusion que nous tirerions en prenant compte des mesures d'accessibilité et de l'attractivité des quartiers. En examinant les attributs perçus plus favorablement à Witikon, l'on pourrait estimer que le terme « favorable à la marche » est en premier lieu connoté avec des rues verdoyantes exemptes d'un grand volume du trafic.

En guise de conclusion, nous pouvons retenir que les résidents du quartier de Seefeld, quartier qualifié comme plus favorable à la marche par les mesures objectives, ne profitent pas seulement d'une meilleure accessibilité des installations et services, mais ils évaluent en général aussi plus positivement les attributs qui renvoient à la dimension de l'attrait esthétique de l'environnement construit. De même, la meilleure connectivité du réseau routier semble effectivement avoir une influence sur la perception de la qualité des itinéraires empruntés lors des parcours piétonniers. En revanche, les habitants de Seefeld se sentent, en tant que piétons, davantage gênés par l'importance du trafic motorisé dans leur quartier.

5.4.2. Les liens entre les attributs de l'environnement construit perçus par les habitants et le comportement de marche et de mobilité à force humaine

Ce sous-chapitre propose de mettre en relation les attributs de l'environnement construit mesurés au niveau du voisinage avec le comportement de marche et de mobilité à force humaine. Pour ce faire, nous faisons, comme pour l'évaluation de l'influence de l'appartenance aux quartiers, recours à des régressions logistiques et des régressions multiples classiques. De nouveau, les régressions sont effectuées selon deux étapes. Dans un premier temps, les modèles tiendront uniquement compte des variables liées à l'environnement construit. Dans un deuxième temps, les modèles de régressions seront complétés par l'ensemble des variables de contrôle qui ont été utilisées auparavant. Ces modèles se distingueront des régressions du sous-chapitre 5.3 par le fait que cette fois-ci, l'environnement construit sera traité en fonction de plusieurs indicateurs issus des déclarations des personnes interrogées. Par là, nous essayerons d'approfondir la question du rôle de l'environnement construit en évaluant de manière relative l'importance des attributs en fonction desquels nous pouvons caractériser le voisinage des personnes qui ont participé à l'enquête.

En optant toujours pour une vue globale, nous modélisons le comportement de marche à nouveau en fonction de plusieurs indicateurs. D'une part, nous retenons la variable des 30 minutes de mobilité à force humaine (HPM30), l'indicateur central dans une perspective stricte d'activité physique et de santé. D'autre part, nous nous intéressons de nouveau aux déplacements à pied effectués depuis le domicile, pour lesquels nous pouvons attendre les liens les plus importants avec les attributs de l'environnement construit au niveau du voisinage.

Plusieurs études antérieures ont montré que l'influence des attributs particuliers de l'environnement construit peut varier en fonction des motifs de déplacement, ce dont nous avons tenu compte dans le deuxième modèle conceptuel présenté sur la page 48. C'est la raison pour laquelle nous avons divisé la variable du temps de marche total (W_TOTAL) en une variable représentant le temps de marche utilitaire (WALKUTIL) et une variable mesurant le temps consacré à la marche de loisirs (WALKREC)⁷. Rappelons qu'à travers la comparaison des comportements de marche entre les deux quartiers dans le sous-chapitre 5.2, nous avons pu mettre en évidence des différences entre les quartiers au niveau des déplacements utilitaires, mais non au niveau de la marche de loisirs.

Une dernière variable dont nous allons tester les liens avec les attributs de l'environnement construit sera le nombre de déplacements à pied effectués depuis le lieu de domicile. Le nombre de déplacements est généralement une variable centrale dans les recherches en matière de comportement de mobilité et constitue, en même temps, une variable moins pertinente dans une perspective d'activité physique. L'analyse de cet indicateur dans le cadre des modèles suivants se motive notamment par le fait qu'il permet d'illustrer dans quelle mesure les liens entre l'environnement et la marche peuvent dépendre de l'approche selon laquelle les déplacements à pied sont traités. De manière analogue à la distinction au niveau du temps consacré à la marche en fonction des motifs, nous traitons le nombre de déplacements en fonction du motif utilitaire (TRIPUTIL) et du motif des loisirs (TRIPREC)⁸.

Les variables de l'accessibilité et des perceptions de la qualité du voisinage que nous avons présentées dans le sous-chapitre précédent montrent des corrélations plus ou moins fortes entre elles. C'est la raison pour laquelle nous avons procédé à des opérations permettant de résumer ces informations, afin d'empêcher les problèmes d'interprétation qui en résulteront dans les modèles de régression. La procédure de synthèse de l'information appliquée aux indicateurs d'accessibilité se distingue pourtant de celle qui est utilisée pour la perception de la qualité du voisinage.

Les variables portant sur les perceptions de l'attractivité du voisinage ont été résumées par une analyse en composantes principales. Une description plus détaillée de celle-ci est donnée dans l'annexe 4.3, page 163. L'analyse a abouti à l'extraction de deux facteurs. Le cercle des saturations, présenté dans l'annexe 4.3, constitue une bonne base pour leur interprétation. Le premier facteur est unipolaire et corrèle notamment avec les variables

⁷ La variable WALKUTIL correspond à la somme du temps consacré aux déplacements liés au travail / à la formation, à la marche pour faire des courses et aux déplacements vers les arrêts de transport public. La variable WALKREC représente le temps par semaine consacré aux promenades et aux déplacements à pied effectués pour s'entraîner.

⁸ Les catégories de déplacements à pied ainsi résumées correspondent bien entendu aux catégories sur lesquelles se basent les deux indicateurs du temps consacré à la marche cités ci-dessus.

liées aux perceptions du design du voisinage au niveau de la présence d'espaces de repos, de la variabilité visuelle de l'environnement, de la présence de parcs, de la qualité de l'architecture et de l'ambiance dans les rues. En outre, il tient compte des deux premières variables liées à la qualité des itinéraires de marche. Compte tenu de ces éléments qui renvoient presque exclusivement à l'attractivité du cadre physique (à l'exception de l'ambiance, bien entendu), nous appelons ce facteur « attrait de l'environnement construit » et le représentons par la variable ATTRACT. Le deuxième facteur corrèle faiblement avec la variable liée à la présence de verdure dans les rues (qui est aussi partiellement expliquée par le premier facteur), mais oppose notamment les items de la présence d'itinéraires sûrs face au trafic et l'évaluation globale du voisinage d'une part, aux variables représentant un sentiment d'excès de trafic motorisé d'autre part. Nous le qualifions alors par le terme « environnement exempté d'une circulation lourde » et lui attribuons le nom de variable MODTRAF. Le lien négatif entre une qualification globale favorable et le volume du trafic motorisé a d'ailleurs déjà fait surface lors de la comparaison des perceptions entre les résidents des deux quartiers.

Pour la synthèse des indicateurs d'accessibilité, une autre procédure a été appliquée. Ici, nous avons créé un indice qui correspond à la somme des variables bimodales représentant l'accessibilité des services et installations en fonction des durées de déplacement. Un tel indice a été calculé pour l'accessibilité liée à un déplacement de 5, 10 et 20 minutes. Pour les analyses suivantes, nous allons retenir l'indice d'accessibilité globale associé aux déplacements de 10 minutes, qui présente en effet les corrélations bivariées les plus importantes avec les variables dépendantes⁹. Au niveau de l'interprétation, cet indice, qui porte le nom de ACCESS10, est effectivement beaucoup plus intéressant qu'un facteur issu d'une analyse en composantes principales, puisque sa valeur correspond au nombre de destinations qui sont accessibles par un déplacement à pied de 10 minutes. Les valeurs de l'indice se situent donc entre 0 et 15, où 0 signifie que la personne ne peut atteindre aucune destination en 10 minutes, tandis que la valeur 15 traduit le fait qu'elle retrouve toutes les destinations considérées dans un périmètre d'une telle durée de déplacement.

Comme il a été dit, l'effet des trois variables de l'environnement construit, ACCESS10, ATTRACT et MODTRAF est testé dans un premier modèle indépendamment des variables de contrôle. La figure 5.13 présente en premier lieu les coefficients du modèle de base et en deuxième lieu le modèle intégral pour la première variable dépendante, à savoir l'indicateur bimodal des 30 minutes de mobilité à force humaine (HPM30). L'amélioration du modèle

Tableau 5.13 : Régression logistique de HPM30 (niveau du voisinage) au moins 30 minutes de mobilité à force humaine par jour

		B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)	95% Confidence Interval for B	
								Lower Bound	Upper Bound
Step 1(a)	ACCESS10	0.134	0.054	6.153	1	0.013	1.143	1.028	1.271
	ATTRACT	0.407	0.167	5.966	1	0.015	1.502	1.084	2.083
	MODTRAF	0.165	0.170	0.952	1	0.329	1.180	0.846	1.645
	Constant	0.155	0.574	0.073	1	0.788	1.167		
a. Variable(s) entered on step 1: ACCESS10, ATTRACT, MODTRAF.									
		B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)	95% Confidence Interval for B	
								Lower Bound	Upper Bound
Step 1(a)	ACCESS10	0.125	0.065	3.662	1	0.056	1.133	0.997	1.288
	ATTRACT	0.184	0.220	0.703	1	0.402	1.203	0.781	1.851
	MODTRAF	0.168	0.215	0.609	1	0.435	1.183	0.776	1.804
	SEX	-0.039	0.461	0.007	1	0.933	0.962	0.390	2.376
	AGE	-0.024	0.021	1.199	1	0.273	0.977	0.937	1.019
	ACT100	-1.497	0.752	3.965	1	0.046	0.224	0.051	0.977
	HGHEDU	-0.962	0.518	3.444	1	0.063	0.382	0.138	1.055
	CHILD05	1.070	0.762	1.970	1	0.160	2.915	0.654	12.985
	PROPT	-0.019	0.228	0.007	1	0.932	0.981	0.628	1.533
	PROWALK	0.550	0.226	5.897	1	0.015	1.733	1.112	2.700
	LSHOME	-0.335	0.211	2.522	1	0.112	0.716	0.474	1.081
	LSURBA	0.191	0.256	0.555	1	0.456	1.210	0.733	1.999
	LSFMLY	-0.121	0.229	0.280	1	0.597	0.886	0.565	1.388
	AV_CAR	-0.238	0.527	0.203	1	0.652	0.788	0.281	2.216
	Constant	3.365	1.456	5.341	1	0.021	28.945		
a. Variable(s) entered on step 1: ACCESS10, ATTRACT, MODTRAF, SEX, AGE ACT100, HGHEDU, CHILD05, PROPT, PROWALK, LSHOME, LSURBA, LSFMLY, AV_CAR.									

⁹ Voir annexe 7.1, page 172, où ces indices figurent sous les noms de ACCESS5, ACCESS10 et ACCESS20

liée à l'intégration des variables de contrôle est assez marginale : le pourcentage de prédictions correctes augmente uniquement de 82,2% à 84,1% (voir annexe 7.2, page 173). Dans le modèle de base l'indicateur d'accessibilité (ACCESS10) et le facteur « attrait de l'environnement construit » (ATTRACT) sont les deux significatifs et présentent des liens positifs avec la variable HPM30. Les personnes ayant à disposition un grand nombre d'installations accessibles par une marche de 10 minutes et évaluant de manière positive l'attractivité de leur voisinage sont donc plus enclines à se déplacer au moins 30 minutes par jour par des moyens de locomotion douce. Les variables liées à l'environnement construit perdent pourtant du pouvoir explicatif quand le modèle est complété par les variables de contrôle. Parmi celles-ci, uniquement deux contributions significatives font surface : le coefficient négatif d'une activité professionnelle à 100% (ACT100) et le coefficient positif associé au facteur « pro marche » (PROWALK). Le facteur ATTRACT perd sa significativité alors que le coefficient ACCESS10 se situe presque exactement sur le seuil $\alpha = 5\%$. L'indicateur de l'accessibilité globale contribue donc effectivement à expliquer la variable HPM30 étant donné toutes les variables sociodémographiques, les préférences et les modes de vie. L'interprétation de cette contribution en termes de chances est particulièrement intéressante : pour chaque destination accessible en 10 minutes, les chances de pratiquer 30 minutes de mobilité à force humaine augmentent d'un facteur 1,13. Une personne retrouvant l'ensemble des destinations dans un périmètre de 10 minutes de marche aurait ainsi 6,52 fois plus de chances d'atteindre le seuil de 30 minutes par jour qu'une personne n'ayant pas à disposition des installations dans ce périmètre.

La deuxième variable, que nous mettons en relation avec les attributs de l'environnement construit, est le temps consacré aux déplacements utilitaires effectués depuis le domicile (WALKUTIL). En présentant une forte asymétrie positive dans sa distribution, la variable a préalablement été transformée par une opération de type $X^t = \sqrt{X}+1$, ce qui a permis d'améliorer la qualité de la régression. Notons qu'à travers les trois variables de l'environnement construit seules, la part notable de 11% de la variance de WALKUTIL peut être expliquée (voir annexe 7.3, page 174). Le tableau 5.14 montre que le facteur de l'attrait et de la circulation motorisée est significatif dans ce modèle de base. L'indicateur d'accessibilité, pour lequel nous avons attendu un lien important, ne constitue pas un prédicteur significatif pour le temps consacré à la marche utilitaire, étant donné les autres variables indépendantes. Le coefficient de la variable MODTRAF présente, ce qui est assez surprenant, un signe négatif indiquant que les personnes déclarant être le plus gênées par le trafic ont tendance à marcher plus longtemps à des fins utilitaires. Nous estimons que cette relation négative correspond en réalité un lien artificiel entre les variables qui est provoqué par des corrélations communes avec des variables au sens inverse. En l'occurrence,

Tableau 5.14 : Régression multiple de WALKUTIL (niveau du voisinage)
temps hebdomadaire consacré aux déplacements à pied utilitaires

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients Beta	t	Sig.	95% Confidence Interval for B		Zero-order	Correlations	
	B	Std. Error				Lower Bound	Upper Bound		Partial	Part
1 (Constant)	6.293	0.987		6.377	0.000	4.349	8.237			
ACCESS10	0.124	0.088	0.090	1.400	0.163	-0.050	0.298	0.152	0.089	0.086
ATTRACT	0.582	0.250	0.146	2.325	0.021	0.089	1.075	0.164	0.147	0.143
MODTRAF	-0.670	0.252	-0.168	-2.659	0.008	-1.166	-0.174	-0.189	-0.168	-0.164
a. Dependent Variable: WALKUT12										
Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients Beta	t	Sig.	95% Confidence Interval for B		Zero-order	Correlations	
	B	Std. Error				Lower Bound	Upper Bound		Partial	Part
1 (Constant)	5.333	1.777		3.001	0.003	1.830	8.836			
ACCESS10	0.129	0.086	0.098	1.511	0.132	-0.039	0.298	0.163	0.104	0.091
ATTRACT	-0.129	0.272	-0.034	-0.474	0.636	-0.664	0.407	0.180	-0.033	-0.029
MODTRAF	-0.394	0.250	-0.102	-1.576	0.117	-0.886	0.099	-0.195	-0.109	-0.095
SEX	-0.255	0.551	-0.032	-0.463	0.644	-1.340	0.830	0.078	-0.032	-0.028
AGE	0.042	0.028	0.114	1.512	0.132	-0.013	0.096	0.183	0.104	0.091
ACT100	-0.902	0.669	-0.097	-1.348	0.179	-2.222	0.417	-0.202	-0.093	-0.081
HGHEDU	0.359	0.541	0.044	0.664	0.507	-0.707	1.426	0.062	0.046	0.040
CHILD05	1.070	0.793	0.093	1.350	0.179	-0.493	2.633	0.140	0.093	0.081
PROPT	0.540	0.299	0.137	1.806	0.072	-0.050	1.130	0.199	0.124	0.109
PROWALK	1.039	0.267	0.277	3.890	0.000	0.513	1.566	0.358	0.260	0.234
LSHOME	-0.019	0.253	-0.005	-0.073	0.942	-0.516	0.479	-0.041	-0.005	-0.004
LSURBA	0.592	0.296	0.141	2.000	0.047	0.008	1.175	0.033	0.137	0.120
LSFMLY	0.423	0.271	0.105	1.563	0.120	-0.111	0.957	0.217	0.108	0.094
AV_CAR	-0.444	0.629	-0.054	-0.706	0.481	-1.684	0.796	-0.151	-0.049	-0.043
a. Dependent Variable: WALKUT12										

il s'avère justement que MODTRAF et négativement corrélée avec la variable ACCESS10, qui présente elle une corrélation bivariée positive avec WALKUTIL (voir matrice de corrélation de l'annexe 7.1, page 172). Cette colinéarité négative entre ACCESS10 et MODTRAF constitue une raison importante de la non-significativité de la variable ACCESS10 dans le modèle de régression. ACCESS10 devient en effet significative dans le modèle de base, si MODTRAF est omise et se rapproche dans ce cas du niveau $\alpha = 5\%$ dans le modèle intégral. Quand tous les trois indicateurs sont intégrés dans le modèle intégral, aucun ne présente un coefficient qui atteint un niveau significatif (voir tableau 5.14). La qualité globale du modèle peut cependant être qualifiée d'assez satisfaisante : le pourcentage de variance expliquée de WALKUTIL s'élève à 25%. En même temps, seule la variable PROWALK et LSURBA présentent un coefficient significatif.

La variable WALKREC, qui correspond au temps consacré à la marche de loisirs effectuée depuis le domicile, a subi la même transformation de normalisation avant l'analyse que la variable WALKUTIL. Ici, le facteur de l'attrait de l'environnement construit (ATTRACT) ne constitue pas seulement un prédicteur significatif dans le modèle de base, mais figure également parmi les variables indépendantes les plus significatives du modèle intégral (voir tableau 5.15). Dans ce dernier, la significativité de son coefficient se voit en effet uniquement dépassée par la variable de l'activité professionnelle (ACT100). À part celle-ci, la présence d'enfants de moins de 6 ans dans le ménage (CHILD05) et le facteur « pro marche » sont les variables de contrôle qui contribuent de manière significative à l'explication de WALKREC. Le pouvoir explicatif de la variable ATTRACT est très extraordinaire par rapport aux autres prédicteurs et nous indique alors que l'attrait du voisinage perçu par les individus peut être mis en relation avec le temps consacré aux promenades et aux marches d'entraînement depuis leur domicile. La qualité globale du modèle intégral dépasse d'ailleurs celle des régressions précédentes : il permet d'expliquer 29% de la variance de la variable WALKREC.

Tableau 5.15 : Régression multiple de WALKREC (niveau du voisinage)
temps hebdomadaire consacré aux déplacements à pied de loisirs

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		t	Sig.	95% Confidence Interval for B		Zero-order	Correlations	
	B	Std. Error	Beta				Lower Bound	Upper Bound		Partial	Part
1 (Constant)	7.302	1.334			5.472	0.000	4.674	9.930			
ACCESS10	-0.054	0.119	-0.028		-0.452	0.652	-0.288	0.181	0.035	-0.029	-0.027
ATTRACT	1.881	0.329	0.348		5.710	0.000	1.232	2.530	0.343	0.343	0.342
MODTRAF	0.031	0.332	0.006		0.093	0.926	-0.624	0.686	0.008	0.006	0.006

a. Dependent Variable: WALKREC2

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		t	Sig.	95% Confidence Interval for B		Zero-order	Correlations	
	B	Std. Error	Beta				Lower Bound	Upper Bound		Partial	Part
1 (Constant)	6.652	2.552			2.607	0.010	1.622	11.683			
ACCESS10	-0.016	0.122	-0.008		-0.128	0.898	-0.256	0.225	0.030	-0.009	-0.007
ATTRACT	1.088	0.376	0.199		2.895	0.004	0.347	1.828	0.341	0.196	0.169
MODTRAF	0.425	0.346	0.077		1.230	0.220	-0.256	1.106	0.012	0.085	0.072
SEX	-0.371	0.767	-0.033		-0.484	0.629	-1.883	1.140	0.126	-0.033	-0.028
AGE	0.058	0.039	0.111		1.513	0.132	-0.018	0.135	0.198	0.104	0.088
ACT100	-3.111	0.924	-0.235		-3.369	0.001	-4.932	-1.290	-0.312	-0.227	-0.196
HGHEDU	0.609	0.755	0.052		0.807	0.421	-0.879	2.097	0.046	0.056	0.047
CHILD05	2.836	1.110	0.173		2.556	0.011	0.649	5.024	0.234	0.174	0.149
PROPT	-0.530	0.409	-0.094		-1.297	0.196	-1.335	0.275	-0.003	-0.089	-0.076
PROWALK	1.028	0.372	0.192		2.761	0.006	0.294	1.763	0.349	0.188	0.161
LSHOME	0.196	0.347	0.035		0.565	0.572	-0.487	0.879	0.021	0.039	0.033
LSURBA	0.617	0.412	0.102		1.496	0.136	-0.196	1.430	-0.009	0.103	0.087
LSFMLY	0.468	0.375	0.081		1.246	0.214	-0.272	1.208	0.262	0.086	0.073
AV_CAR	-0.330	0.859	-0.028		-0.385	0.701	-2.024	1.363	-0.014	-0.027	-0.022

a. Dependent Variable: WALKREC2

Si l'on traite la marche effectuée depuis le domicile en termes de nombre de déplacements, la structure des liens observés avec les attributs de l'environnement construit se modifie, notamment en ce qui concerne la marche utilitaire. Le tableau 5.16 présente les coefficients d'un modèle de régression pour la variable TRIPUTIL, qui mesure le nombre de déplacements utilitaires effectués depuis le domicile. Cette variable a été l'objet de la même transformation en racine carrée citée ci-dessus. L'on peut constater que dans le modèle de base, l'attribut central expliquant la variable n'est pas comme auparavant l'attrait du voisinage, mais clairement l'indicateur d'accessibilité. L'accessibilité est également un prédicteur fortement significatif dans le modèle intégral. Par

Tableau 5.16 : Régression multiple de TRIPUTIL (niveau du voisinage)
nombre de déplacements à pied utilitaires par semaine

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients Beta	t	Sig.	95% Confidence Interval for B		Zero-order	Partial	Correlations Part
	B	Std. Error				Lower Bound	Upper Bound			
1 (Constant)	2.051	0.262		7.816	0.000	1.534	2.568			
ACCESS10	0.093	0.023	0.247	3.961	0.000	0.047	0.139	0.292	0.243	0.237
ATTRACT	0.108	0.067	0.099	1.622	0.106	-0.023	0.240	0.144	0.102	0.097
MODTRAF	-0.136	0.067	-0.124	-2.018	0.045	-0.269	-0.003	-0.179	-0.127	-0.121

a. Dependent Variable: TRIPUTIL2

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients Beta	t	Sig.	95% Confidence Interval for B		Zero-order	Partial	Correlations Part
	B	Std. Error				Lower Bound	Upper Bound			
1 (Constant)	2.382	0.494		4.821	0.000	1.408	3.356			
ACCESS10	0.067	0.024	0.180	2.854	0.005	0.021	0.114	0.289	0.192	0.168
ATTRACT	-0.032	0.075	-0.029	-0.426	0.671	-0.180	0.116	0.152	-0.029	-0.025
MODTRAF	-0.132	0.069	-0.121	-1.902	0.059	-0.269	0.005	-0.190	-0.129	-0.112
SEX	-0.118	0.152	-0.053	-0.775	0.439	-0.418	0.182	0.022	-0.053	-0.045
AGE	0.008	0.008	0.076	1.030	0.304	-0.007	0.023	-0.009	0.070	0.061
ACT100	-0.143	0.186	-0.054	-0.766	0.444	-0.510	0.224	-0.088	-0.052	-0.045
HGHEDU	0.044	0.150	0.019	0.291	0.771	-0.253	0.340	0.001	0.020	0.017
CHILD05	0.071	0.221	0.022	0.320	0.750	-0.366	0.507	-0.024	0.022	0.019
PROPT	0.174	0.081	0.158	2.143	0.033	0.014	0.335	0.283	0.145	0.126
PROWALK	0.139	0.074	0.131	1.875	0.062	-0.007	0.286	0.151	0.127	0.110
LSHOME	0.100	0.070	0.089	1.435	0.153	-0.037	0.237	0.082	0.098	0.084
LSURBA	0.316	0.082	0.263	3.848	0.000	0.154	0.478	0.236	0.255	0.226
LSFMLY	-0.023	0.076	-0.020	-0.302	0.763	-0.172	0.126	-0.027	-0.021	-0.018
AV_CAR	-0.412	0.173	-0.176	-2.387	0.018	-0.753	-0.072	-0.322	-0.161	-0.140

a. Dependent Variable: TRIPUTIL2

ailleurs, nous pouvons observer un coefficient significatif associé au facteur « pro transports publics », au facteur « mode de vie urbain » et – pour la première fois – à la disponibilité d'une voiture. Après le facteur « mode de vie urbain », l'indicateur d'accessibilité est le prédicteur le plus important dans le modèle. L'importance de son lien avec le nombre de déplacements dépasse celle de toutes les relations entre les variables de l'environnement construit et la marche jusqu'ici observées : le coefficient de corrélation partielle indique que ACCESS10 arrive à expliquer 3,6% de la variance de TRIPUTIL laissée inexpliquée par les autres prédicteurs. Au total, le modèle explique 26% de la variance de la variable dépendante.

En raison d'un très important problème de non-normalité, qui n'a pas pu être résolu par des transformations en racine carrée, le nombre de déplacements à pied de loisirs (TRIPREC) est traité par une variable bimodale. Un zéro de la variable représente que la personne n'entreprend jamais des déplacements de ce type, alors que la valeur 1 correspond à la déclaration d'une ou plusieurs promenades ou marche d'entraînement. Tout comme le traitement de ce type de marche en termes de durée, la régression du nombre de déplacements souligne le rôle important de l'attrait de l'environnement construit (voir figure 5.17). La variable ATTRACT constitue ici même la variable la plus significative de l'ensemble du modèle intégral. Un changement de cette variable du premier au troisième quartile (intervalle de 1,41) entraîne en effet une augmentation des chances d'effectuer de tels déplacements du facteur très extraordinaire de 3,43. En d'autres mots, une personne percevant son voisinage comme attractif au niveau de l'environnement construit a trois fois plus de chances de pratiquer la marche de loisirs qu'une personne rapportant un attrait esthétique faible.

Les deux derniers modèles de régression montrent que les attributs de l'environnement construit ont une influence beaucoup plus importante sur le comportement de marche en termes de nombre de déplacements qu'au niveau du temps total consacré aux déplacements. Cette observation concerne notamment les déplacements à pied utilitaires et soulève la question générale de la relation entre le nombre et la durée des parcours effectués à pied. L'analyse comparative des deux populations a d'ailleurs déjà montré que les résidents du quartier présentant une forte marchabilité effectuent plus de déplacements à pied, mais que ceux-ci sont généralement plus courts que les déplacements dans le quartier dans lequel le niveau d'accessibilité est inférieur. Ce n'est pas seulement l'importance des attributs de l'environnement construit qui se différencie selon la mesure du comportement piétonnier, mais aussi l'influence des variables de contrôle. Ainsi, le facteur « pro marche », prédicteur central dans les modèles sur le temps consacré à la marche, perd une partie de son pouvoir explicatif dans les modèles

Tableau 5.17 : Régression logistique de TRIPREC (niveau du voisinage) au moins un déplacement à pied de loisirs par semaine

		B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)	95% Confidence Interval for B	
								Lower Bound	Upper Bound
Step 1	ACCESS10	-0.026	0.052	0.252	1	0.616	0.974	0.880	1.079
	ATTRACT	1.015	0.164	38.175	1	0.000	2.760	2.000	3.808
	MODTRAF	0.066	0.147	0.205	1	0.651	1.069	0.802	1.424
	Constant	0.946	0.582	2.642	1	0.104	2.575		
a. Variable(s) entered on step 1: ACCESS10, ATTRACT, MODTRAF.									
		B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)	95% Confidence Interval for B	
								Lower Bound	Upper Bound
Step 1	ACCESS10	-0.039	0.061	0.401	1	0.527	0.962	0.853	1.085
	ATTRACT	0.875	0.202	18.733	1	0.000	2.399	1.614	3.565
	MODTRAF	0.246	0.179	1.897	1	0.168	1.279	0.901	1.815
	SEX	-0.218	0.382	0.326	1	0.568	0.804	0.381	1.700
	AGE	0.028	0.019	2.071	1	0.150	1.028	0.990	1.068
	ACT100	-0.756	0.527	2.054	1	0.152	0.470	0.167	1.320
	HGHEDU	-0.165	0.390	0.179	1	0.672	0.848	0.395	1.820
	CHILDO5	1.256	0.651	3.720	1	0.054	3.512	0.980	12.585
	PROPT	-0.012	0.203	0.004	1	0.952	0.988	0.664	1.470
	PROWALK	0.441	0.193	5.202	1	0.023	1.554	1.064	2.270
	LSHOME	-0.169	0.181	0.870	1	0.351	0.845	0.592	1.204
	LSURBA	0.265	0.206	1.659	1	0.198	1.303	0.871	1.951
	LSFMLY	0.238	0.203	1.373	1	0.241	1.269	0.852	1.889
	AV_CAR	-0.554	0.445	1.550	1	0.213	0.575	0.240	1.375
Constant	1.050	1.302	0.650	1	0.420	2.857			
a. Variable(s) entered on step 1: ACCESS10, ATTRACT, MODTRAF, SEX, AGE ACT100, HGHEDU, CHILDO5, PROPT, PROWALK, LSHOME, LSURBA, LSFMLY, AV_CAR.									

portant sur le nombre de déplacement. Dans le modèle du nombre de déplacements utilitaires, il ne constitue même plus un prédicteur significatif.

5.4.3 Discussion des résultats : troisième étape d'analyse

Les informations provenant de l'évaluation subjective de l'environnement construit à l'échelle du voisinage a permis de tester l'importance des attributs particuliers de l'environnement construit. Par une synthèse de l'information à l'aide d'analyses en composantes principales, ces données ont pu être traitées dans le cadre des dimensions que nous avons définies dans le modèle conceptuel des liens entre l'environnement construit et la marche, à savoir l'accessibilité, l'attrait esthétique et l'importance du trafic.

L'hypothèse D1, qui porte sur la présence d'un lien entre l'indice de marchabilité objectif et les perceptions des résidents, se voit en grande partie confirmée : pour la grande majorité des items, nous avons effectivement observé des différences significatives entre les deux quartiers. Les résidents de Seefeld ont notamment donné une meilleure évaluation de l'accessibilité des services et commerces et de la qualité des itinéraires de marche. Cette observation concorde tout à fait avec les résultats de l'étude de Foletti (2005). En outre, les résidents de Seefeld évaluent de manière plus positive la plupart des items qui portent sur l'attrait esthétique de l'environnement construit. En même temps, les résidents de Seefeld sont confrontés à un volume de trafic plus important que les habitants de Witikon. La corrélation positive entre l'accessibilité et le volume de trafic a d'ailleurs engendré dans le modèle de la marche utilitaire un impact positif et paradoxal du volume de trafic sur le temps consacré aux déplacements à pied. En ce qui concerne l'accessibilité et les caractéristiques des itinéraires liées à la connectivité du réseau routier, le lien entre notre mesure objective de la marchabilité et les perceptions des personnes interrogées ressortent clairement. De plus, nous constatons également que les résidents du quartier de Seefeld, qui habitent un quartier caractérisé par son degré de densité, de mixité et de connectivité élevée, évaluent aussi de manière plus favorable la variabilité visuelle du bâti, la présence de parcs, la qualité de l'architecture ainsi que l'ambiance dans les rues.

En général, les modèles de régression montrent des effets beaucoup plus importants issus des variables représentant les caractéristiques de l'environnement construit que dans les modèles de la deuxième étape d'analyse, dans

lesquels la mesure était limitée à l'appartenance aux quartiers. Cette observation pourrait s'expliquer par le changement de l'analyse à l'échelle plus petite du voisinage, qui est en mesure de capter des variations de l'environnement construit à l'intérieur du périmètre des quartiers. L'augmentation de l'importance des termes liés à l'environnement construit s'illustre bien au niveau de la variable portant sur la mobilité à force humaine : tandis que nous n'avons pas trouvé d'effet significatif du type de quartier sur le temps consacré à la locomotion douce, celui-ci présente un faible lien significatif avec l'indicateur d'accessibilité mesuré au niveau du voisinage. Dans ce cas, le modèle de régression logistique montre que les chances de pratiquer 30 minutes de ce type d'activité par jour augmentent avec un facteur 1,13 pour chaque destination accessible en 10 minutes.

Au niveau des variables du temps consacré à la marche, l'hypothèse D2 doit être rejeté : un lien significatif entre l'indicateur de l'accessibilité et le temps consacré à des déplacements utilitaires n'est pas vérifié. En fait, aucune des variables représentant les dimensions de l'environnement construit contribue de manière significative à l'explication de cette variable. Cette observation est assez surprenante, puisque nous avons vu lors des analyses comparatives que les résidents de Seefeld, qui profitent d'une meilleure accessibilité des services et commerces, consacrent généralement plus de temps à ce type de déplacements à pied. En revanche, les modèles montrent que le nombre de déplacements utilitaires est très fortement lié au degré d'accessibilité. Les personnes profitant d'une bonne accessibilité ont donc tendance à effectuer un grand nombre de déplacements à pied de type utilitaire, qui sont pourtant relativement courts et ne garantissent pas forcément un temps important consacré à l'activité physique sous forme de marche. Ce constat, qui relativise donc l'importance de l'accessibilité des destinations quotidiennes dans une perspective d'activité physique, contredit d'ailleurs les résultats d'études antérieures (cf. De Bourdeaudhuij et al., 2003 ; Ball et al., 2001 ; Humpel et al., 2004 ; Giles-Corti et Donovan, 2002a). Puisque l'effet non significatif de l'accessibilité contredit aussi les observations faites à l'échelle des quartiers, il nous semble délicat et précipité de tirer la conclusion que cette dimension de l'environnement construit n'a aucune importance pour l'activité physique sous forme de marche. Nous avons d'ailleurs constaté que l'accessibilité constitue un prédicteur significatif dans le modèle de la mobilité à force humaine. Par conséquent, une analyse plus approfondie de l'accessibilité à travers d'autres indicateurs et des études sur la relation entre le nombre et la durée des déplacements utilitaires seraient indispensables.

Alors que le rôle de l'environnement construit est moins évidents pour le temps consacré aux déplacements utilitaires, il est manifeste pour le temps consacré aux promenades et à la marche pour s'entraîner. Tandis que l'indicateur d'accessibilité ne présente toujours pas de coefficients significatifs, la dimension de l'attrait de l'environnement construit est un prédicteur central. Son pouvoir explicatif est seulement dépassé par la variable du taux d'activité professionnelle, qui renvoie évidemment à la disponibilité du temps pour pratiquer ce type d'activité physique. Comme on a vu, l'importance de l'attrait de l'environnement construit ressort de manière tout à fait exceptionnelle, si l'on considère la probabilité d'effectuer au moins un déplacement à pied pour le plaisir par semaine. Cette observation nous amène alors à la confirmation partielle de la dernière hypothèse que nous avons formulée (hypothèse D3), qui admet la présence d'un effet des perceptions de l'attrait du quartier et du trafic sur la marche de loisirs. En détail, le rôle central du facteur de l'attrait traduit l'importance de plusieurs attributs de l'environnement construit : la présence d'itinéraires directs et alternatifs, la présence d'espaces de repos, la variabilité visuelle de l'environnement construit, la présence de parcs publics, la qualité des éléments architecturaux ainsi que la présence d'autres piétons dans les rues. Cette observation concorde avec toute une série d'études antérieures dont la plupart proviennent des États-Unis et d'Australie. Booth et al. (2000) soulignent également l'importance de la présence de parcs. Leur étude porte pourtant sur le niveau d'activité global. Par ailleurs, nos analyses confirment les résultats de Ball et al. (2001) qui ont trouvé un lien significatif entre la marche pour s'entraîner et l'attrait esthétique du quartier. La même observation a été faite dans l'étude de Humpel et al. (2004). Nos résultats s'écartent en revanche des études de Ball et al. ainsi que de Humpel et al. dans la mesure où ces chercheurs observent également un effet des mesures d'accessibilité sur les promenades et les marches d'entraînement. Une troisième étude qui met en évidence le rôle de l'attrait du quartier pour les promenades est l'étude effectuée par Giles-Corti et Donovan (2002a). Notons enfin qu'aucun de nos modèles ne confirme un effet significatif de la perception du quartier au niveau de l'importance de trafic. Ce résultat concorde avec l'observation de De Bourdeaudhuij et al. (2003) qui ne trouvent pas non plus de relation entre la sécurité face au trafic et le temps total consacré à la marche.

Alors que les modèles de régression testés ne sont pas capables de confirmer la nature causale des liens observés,

nous n'avons peu de raisons de la remettre en question. Étant donné que nous avons de nouveau pris en compte l'ensemble des variables de contrôle relatives au modèle conceptuel général, nous pouvons exclure que les liens observés pourraient traduire en réalité des relations artificielles provoquées par certaines variables interférentes. Par ailleurs, il serait peu probable que la force des liens se modifient s'ils étaient testés dans le cadre d'un modèle d'équations structurelles prenant également en compte les relations entre les prédicteurs (et ainsi le choix du lieu de résidence). Dans le modèle d'équations structurelles estimé pour évaluer le rôle de l'appartenance aux quartiers, celui-ci ne s'est pas fortement modifié par rapport aux modèles de régression multiple. Il est peu probable que les variables relatives à l'évaluation subjective de l'environnement construit se comportent de manière différente. Toutefois, une analyse des dimensions subjectives dans le cadre d'un modèle d'équations structurelles pourrait être très intéressante. En particulier, cette approche permettrait de tester également si et dans quelle mesure le comportement de marche a une influence sur la manière de percevoir l'environnement construit, question que nous n'avons pas pu traiter par les analyses effectuées.

Chapitre 6: **Conclusions**



En général, notre travail confirme à plusieurs niveaux l'hypothèse de base selon laquelle l'environnement construit influence l'activité physique sous forme de déplacements quotidiens. Le lien entre l'environnement construit et le comportement de marche a d'une part été démontré par une approche comparative des résidents de deux quartiers se distinguant fortement selon leur degré de marchabilité, et d'autre part à l'aide d'une modélisation du comportement de marche en fonction d'une évaluation subjective du voisinage par les personnes interrogées.

Le choix des deux quartiers à l'aide de l'indice de marchabilité, qui renvoie au degré de densité, de mixité fonctionnelle et à la connectivité du réseau routier s'est avéré pertinent et judicieux. L'analyse de l'évaluation subjective des personnes montre que cette simple mesure globale de la marchabilité se traduit à une échelle plus locale au niveau de l'accessibilité des destinations, mais aussi au niveau de la manière dont les habitants perçoivent l'attractivité de l'environnement construit. Les modèles de régression et le modèle d'équations structurelles ont permis de tester le lien entre l'indice de marchabilité et le comportement de marche en contrôlant l'influence de toute une série de caractéristiques individuelles des personnes. Dans ces modèles, l'indicateur objectif de la marchabilité a été simplement traité par un indicateur bimodal représentant dans quel quartier la personne réside. Étant donné que d'autres relations possibles, pouvant provoquer une sur-estimation de l'effet de l'environnement construit, ont été considérées de manière explicite dans les modèles, nous n'avons pas d'indications que l'hypothèse d'un lien causal devrait être rejetée. Étant donné qu'il ne s'agit pourtant pas de véritables modèles comportementaux, comme c'est le cas pour les modèles de choix modal dans le domaine des transports, les analyses ne renseignent pas sur les mécanismes directs à l'origine de l'influence de l'environnement construit sur le comportement de marche. Or, un point faible de ce travail réside justement dans le fait qu'il n'insiste peut-être pas assez sur l'explication des liens observés. Une réflexion plus approfondie sur la question de savoir comment l'environnement construit influence précisément le comportement des personnes aurait permis de contribuer davantage à la discussion sur le cadre conceptuel et les modèles les plus appropriés pour la recherche dans ce domaine.

L'analyse comparative des quartiers montre que la population du quartier à forte marchabilité, les résidents de Seefeld, consacrent par semaine 35 minutes de plus à des déplacements à pied effectués depuis le domicile que les résidents de Witikon, qui habitent un quartier présentant une faible marchabilité. Cette différence s'explique notamment par la moindre importance des déplacements utilitaires dans le quartier de Witikon. Les modèles de régression tenant également compte des variables de contrôle, montrent que ce lien entre l'appartenance aux quartiers et le temps consacré à la marche est en vérité très faible. Après la soustraction de la variance expliquée par les autres prédicteurs, la part de la variance du temps consacré à la marche expliquée par l'appartenance aux quartiers ne dépasse guère 1%. Le traitement du temps consacré à la marche par une régression logistique aboutit à une interprétation un peu plus optimiste. Selon celle-ci, le fait d'habiter à Seefeld plutôt qu'à Witikon augmente d'un facteur 1,64 les chances de marcher 30 minutes par jour depuis son domicile, compte tenu de l'ensemble des variables de contrôle. Dans le contexte général de l'étude, la question se pose de savoir dans quelle mesure ces différences faibles dans le comportement de marche pourraient avoir un impact sur le niveau global de l'activité physique et ainsi sur la santé. Nos analyses fournissent très peu d'indications empiriques pour la présence de cet impact. En effet, les deux populations ne montrent ni des différences en ce qui concerne le temps globalement consacré à la marche, ni des différences au niveau de l'activité physique mesurée par les indicateurs de l'Enquête suisse sur la santé 2002 (ESS 2002). En même temps, il faut admettre que ces deux mesures globales présentent chacune certaines limites. Premièrement, nous avons mis en évidence une fiabilité test-retest faible de l'item qui porte sur le temps global consacré à la marche. Deuxièmement, l'indicateur de l'ESS 2002 peut être considéré comme assez pénalisant à l'égard de l'activité physique sous forme de marche, qui peut, nous l'avons vu, provoquer des effets bénéfiques pour la santé sans atteindre le niveau d'intensité correspondant à un « léger essoufflement ». Dans ce contexte, il sera tout à fait intéressant d'analyser les mesures objectives de l'activité physique qui ont été effectuées dans le cadre de l'enquête par l'Office fédéral du sport (OFSP). Ces mesures par accéléromètres permettront en effet de distinguer de manière précise différentes intensités d'activité physique. Leur analyse fera l'objet d'une étude complémentaire qui s'effectuera dans le cadre d'un mandat de l'OFSP. À part les similarités des populations au niveau du temps de marche global et des indicateurs d'activité physique, nous avons pu mettre en évidence des différences au niveau de l'indice de masse corporelle, qui se rapprochent du seuil de significativité. Ces différences mériteraient des analyses plus approfondies auxquelles nous n'avons pas pu procéder dans le cadre de notre travail, limité et centré sur la marche. Il serait intéressant de tester le lien entre l'appartenance aux quartiers et l'indice de masse corporelle en tenant compte des variables de contrôle, comme

nous l'avons fait pour les variables relatives à la marche. En particulier, ces analyses distingueront idéalement les différents groupes de population, puisque nous avons trouvé des différences tout à fait significatives de l'indice de masse corporelle dans le groupe des hommes et des personnes âgées entre 25 et 44 ans.

Une autre question ouverte qui n'a pas pu être traitée dans le cadre de ce travail est celle des liens entre les indicateurs de l'activité physique et les attributs particuliers de l'environnement construit. Lors des analyses à cette échelle, nous avons mis l'accent uniquement sur les indicateurs relatifs à la marche et à la mobilité à force humaine. Il est théoriquement possible, que l'évaluation subjective de l'environnement puisse être mise en relation directe avec le niveau d'activité physique globale. Une telle relation fournirait des preuves pour la pertinence directe du rôle des dimensions de l'environnement construit favorisant la marche dans une perspective d'activité physique, preuves que nous n'avons pas pu mettre en évidence lors de l'analyse comparative des deux populations.

Des analyses supplémentaires des liens entre l'environnement construit et l'activité physique sur la base de l'évaluation du voisinage se motivent pas ailleurs par le fait que c'est à cette échelle, que nous avons trouvé les impacts les plus importants des caractéristiques de l'environnement. Ainsi, les modèles ont montré que l'accessibilité des destinations quotidiennes constitue un prédicteur significatif pour le temps consacré à la mobilité à force humaine. Le rôle de l'accessibilité pour la mobilité à force humaine constitue, dans une optique pure d'activité physique, probablement le résultat le plus important de notre étude, qui est pourtant principalement centrée sur les déplacements à pied. Ce lien peut être quantifié de manière suivante : pour chaque service ou commerce accessible à pied en 10 minutes, les chances d'une personne de consacrer au moins 30 minutes à la mobilité à force humaine par jour augmentent d'un facteur 1,133.

Le rôle important de l'accessibilité a en outre été mis en évidence pour le nombre de déplacements à pied utilitaires effectués depuis le domicile. Puisqu'en revanche, la relation entre l'accessibilité et le temps consacré à ce type de marche n'est pas confirmée, la question se pose de savoir si un niveau d'accessibilité extrêmement élevé, dans une optique pure d'activité physique, pourrait avoir même un impact négatif en diminuant le temps total consacré à la marche. Voilà un point intéressant qui mérite d'être approfondi par des études futures.

Aucun effet de la perception de l'attrait de l'environnement construit sur la marche utilitaire et sur la mobilité à force humaine n'a fait surface dans nos modèles. L'attrait de l'environnement construit – en termes du nombre d'itinéraires et de leur caractère direct, de la présence d'espace de repos, de la variabilité visuelle de l'environnement, de la présence de parc et de l'ambiance dans les rues – joue en revanche un rôle crucial pour la marche de loisirs, c'est-à-dire pour les promenades et l'entraînement physique. Selon les modèles, l'attrait de l'environnement construit est une variable centrale qui favorise ce type de marche : son pouvoir explicatif dépasse celui de la plupart des variables sociodémographiques et même le poids de la variable qui mesure l'attitude plus ou moins favorable vis-à-vis de la marche. Enfin, un éventuel effet négatif de l'importance du trafic motorisé sur le temps consacré à la marche ne s'est pas confirmé.

L'analyse de l'effet des attributs particuliers de l'environnement construit se base en quelque sorte sur l'hypothèse que l'évaluation subjective de ceux-ci par les personnes interrogées constitue une mesure plus ou moins précise des caractéristiques réelles. Or, il est évidemment bien possible que la perception de l'environnement construit puisse à son tour être influencée par le comportement de marche. Ainsi, il se pourrait qu'une personne, se déplaçant souvent à pied et étant ainsi plus sensible aux aspects de son environnement, donne une évaluation plus favorable de la qualité de ses environs. Ce phénomène pourrait se manifester dans le jugement de l'attrait de l'environnement tout comme dans l'estimation des distances des certaines destinations. En ce qui concerne ces dernières, une sur-estimation des temps de parcours par des personnes ne se déplaçant que rarement à pied est par ailleurs fort probable. Dans ce contexte, il pourrait s'avérer utile de tester les relations observées dans le cadre d'un modèle d'équations structurelles. Cette méthode permet, on l'a vu, la prise en compte de la présence de certains liens réciproques entre le comportement de marche et la perception de l'environnement construit.

Dans ce contexte, un point faible de l'étude réside dans le fait qu'elle se base en grande partie sur les déclarations des personnes interrogées afin d'évaluer les attributs de l'environnement construit. Ainsi, il serait judicieux de compléter l'analyse par des mesures objectives de l'environnement construit à l'échelle du voisinage. Cette

évaluation objective pourrait s'effectuer par des observations directes sur le terrain ou bien, dans la mesure du possible, par des analyses à l'aide d'un système d'information géographique (SIG). Le recours à des SIG nous semble constituer une perspective importante pour la recherche future dans ce domaine d'étude. Leurs potentialités ont d'ailleurs été reconnues par de nombreux chercheurs. Idéalement, une étude optant pour une telle approche porterait sur un espace géographique plus étendu qu'un quartier, afin de pouvoir prendre en considération des variations maximales des dimensions de l'environnement construit mesurées. Il faut cependant admettre que l'approche des SIG présente actuellement certaines limites en raison d'un manque de données pertinentes. Du côté du comportement de mobilité, les données issues du microrecensement suisse 2005 ouvrent pourtant des perspectives importantes, puisqu'elles comprennent désormais des références géographiques précises de tous les déplacements répertoriés.

Un point fort de notre étude par rapport aux études antérieures réside dans l'approche basée sur un modèle conceptuel très global. Tandis que la majorité des autres études quantitatives se limitent à la prise en considération de quelques variables sociodémographiques, les modèles proposés dans ce travail tiennent également compte des préférences des personnes en matière de mobilité ainsi que de la dimension des modes de vie, qui peuvent effectivement influencer le comportement de marche. Une prise en considération de ces dimensions s'est avérée indispensable afin de pouvoir « nettoyer » l'effet observé des caractéristiques de l'environnement construit. Nous avons montré que les préférences et les modes de vie corrélaient aussi avec les variables de l'environnement construit, ce qui provoquerait par conséquent la sur-estimation de l'effet de ces dernières, si ces caractéristiques individuelles ne sont pas prises en considération. Ainsi, l'intégration de ces dimensions a permis de soulever la question de savoir si les différences du comportement de marche ne s'expliquent pas plutôt par le fait que les personnes choisissent de vivre dans un environnement favorable à leurs préférences que par un véritable impact de l'environnement construit. L'analyse explicite de cette hypothèse par une modélisation à équations structurelles confirme la présence des deux phénomènes. Un deuxième apport de la méthode réside dans l'interprétation en termes de relations causales qu'elle permet. Certes, une telle interprétation se comprend sous certaines réserves. Le modèle estimé constitue un modèle valide parmi d'autres qui pourraient théoriquement contredire les effets observés. En outre, une modélisation à équations structurelles n'est jamais en mesure de prouver l'existence de liens causaux, mais permet uniquement de vérifier si des hypothèses causales ne sont pas contredites dans le cadre du modèle spécifié. Les bases empiriques définitives pour la confirmation d'un modèle causal ne pourront qu'être fournies par des données provenant d'études longitudinales. Dans ce contexte, les résultats des études longitudinales menées actuellement aux États-Unis par S. Handy et en Australie par B. Giles-Corti peuvent être attendus avec un intérêt particulier.

Le questionnaire que nous avons développé constitue en général un instrument très satisfaisant pour l'étude du lien entre l'environnement construit et l'activité physique sous forme de marche dans le cadre conceptuel qui a été proposé. Alors qu'il nécessite seulement un investissement de temps d'environ 20 minutes, ce qui devrait avoir eu une répercussion positive sur le taux de participation, il fournit un très grand nombre d'informations relatives aux dimensions du modèle conceptuel. En raison de différentes considérations, certains items n'ont pourtant pas été indispensables pour les analyses et pourraient par conséquent être supprimés. Ceci concerne notamment la question B7 sur les facteurs dissuasifs pour la marche et les items E1 à E5, qui portent sur les préférences vis-à-vis du lieu de résidence. En revanche, il semblerait assez judicieux d'intégrer plus de questions sur le comportement de marche global. La fiabilité de l'item correspondant dans le questionnaire, qui présente un coefficient test-retest assez médiocre, doit être remise en question. Un instrument de mesure alternatif pour le comportement de marche serait une sorte d'agenda dans lequel les personnes noteraient tous les déplacements effectués durant plusieurs jours. Tandis qu'un tel instrument fournirait certainement des données plus fiables, il compliquerait davantage la participation et pourrait avoir un effet dissuasif. En ce qui concerne la qualité de mesure générale du questionnaire, les mesures répétées des items ont globalement montré des niveaux de fiabilité test-retest satisfaisants. La fiabilité des items devrait pourtant être évaluée de manière plus rigoureuse avant une utilisation plus ample du questionnaire.

Enfin, une remarque concernant la question de savoir dans quelle mesure les résultats de cette étude sont généralisables nous semble indispensable. Nous estimons qu'une généralisation des observations est limitée par des contraintes qui se situent sur deux niveaux. Premièrement, il faut se rappeler que les populations étudiées présentent certaines caractéristiques assez particulières : elles montrent d'une part un statut socioéconomique

assez élevé et se caractérisent d'autre part par des proportions d'étrangers relativement faibles, notamment en ce qui concerne les étrangers provenant de pays hors de l'Union européenne. La deuxième réserve concerne les spécificités de la ville de Zurich dont les deux quartiers font partie. Celle-ci peut en général être qualifiée de très favorable aux déplacements à pied, d'autant plus qu'elle présente un système de transport public extrêmement performant. Dans ce contexte, il nous semble indispensable de réaliser des enquêtes comparables dans d'autres villes suisses plus dominées par les déplacements motorisés individuels.

Afin de conclure ces réflexions finales, rappelons-nous que l'objectif principal de ce travail était d'analyser le rôle de l'environnement construit pour l'activité physique sous forme de marche. Nos analyses débouchent sur des résultats qui confirment les potentialités de l'environnement construit comme un vecteur de promotion de l'activité physique. Dans le cadre de ce travail, nous n'étions pourtant pas en mesure de tirer des conclusions en vue d'une élaboration de stratégies concrètes pour des interventions susceptibles d'influencer les comportements en matière d'activité physique. Comme d'autres chercheurs, nous estimons d'ailleurs que la recherche dans le domaine n'est pas encore au point qui permettrait de déduire des implications directes au niveau de l'aménagement urbain. Les résultats de notre recherche soulignent pourtant bel et bien la nécessité d'une collaboration plus étroite des disciplines touchées, qui sont le domaine des transports, le domaine de la promotion de l'activité physique et de la santé publique, l'urbanisme et l'architecture. Par ailleurs, il serait très souhaitable que ce courant de recherche relativement récent arrive à s'imposer également en Suisse, où les études correspondantes sont relativement rares. Nous espérons avoir fourni une contribution précieuse, bien que néanmoins modeste.

Bibliographie



- Ainsworth, B. E. et al. (2000) Compendium of physical activities : an update of activity codes and MET intensities. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 32 (suppl.) : S498-S516.
- Angst, D. (1984) *Zürich-Witikon, 1934-1984. 50 Jahre Eingemeindung*. Zürich : Quartierverein Witikon.
- ARE et OFS, Office fédéral du développement territorial et Office fédéral de la statistique (2001) *La mobilité en Suisse. Résultats du microrecensement 2000 sur le comportement de la population en matière de transports*. Berne et Neuchâtel.
- ARE et BFS, Bundesamt für Raumentwicklung und Bundesamt für Statistik (2002) *Mikrozensus Verkehrsverhalten 2000. Hintergrundbericht zu "Mobilität in der Schweiz"*. Bern et Neuchâtel.
- Bagley, M. N. et Mokhtarian, P. L. (2002) The impact of residential neighborhood type on travel behavior : A structural equations modeling approach. *The Annals of Regional Science* 36 : 279-297.
- Bailly, A. S. (1978) *L'organisation urbaine : théories et modèles*. Paris : Centre de Recherche d'Urbanisme.
- Bandura A. (1986) *Social foundations of thought and action : a social cognitive theory*. Englewood Cliffs, New Jersey : Prentice Hall.
- Ball, K. et al. (2001) Perceived environmental aesthetics and convenience and company are associated with walking for exercise among Australian adults. *Preventive Medicine* 33: 434-440.
- Baur, M. et Galle, A. (1978) *Planung Dorfkern Witikon. Jahres- und Diplomarbeit*. ETH Zürich : Architekturabteilung.
- Bavaud, F. (1998) *Modèles et données. Une introduction à la Statistique uni-, bi- et trivariée*. Paris : L'Harmattan.
- Bavoux, J.-J. et al., (2005) *Géographie des transports*. Paris : Armand Colin.
- Berrigan, D. et Troiano, R. P. (2002) The association between urban form and physical activity in U. S. adults. *American Journal of Preventive Medicine* 23 (2S) : 74-79.
- Boarnet, M. G. et Sarmiento, S. (1998) Can land-use policy really affect travel behavior? A study of the link between non-work travel and land-use characteristics. *Urban Studies* 35 (7) : 1155-1169.
- Boarnet, M. G. (2003) *The built environment and physical activity : empirical methods and data resources*. Paper prepared for the Transportation Research Board and the Institute of Medicine Committee on Physical Activity, Health, Transportation, and Land Use, Irvine : University of California.
- Bollen, K. A. (1989) *Structural equations with latent variables*. New York : John Wiley and Sons.
- Bonanomi, L. (2000) *Vers un urbanisme de proximité. Coordonner développement urbain et transports*. Berne : Dossiers du PNR 41 « Transports et environnement », Volume M21.
- Booth, M. L. et al. (2000) Social-cognitive and perceived environment influences associated with physical activity in older Australians. *Preventive Medicine* 31: 15-22.
- Both, F. (2005) Régimes d'urbanisation et rythmes urbains. *Urbia. Les cahiers du développement urbain durable* 1 : 9-22.
- Bovi, P. H. (1994) *Le rôle du piéton dans les transports urbains*. Lausanne: Edition de la Société du bulletin technique de la Suisse Romande.
- Büro für Mobilität et Häberli, V. (2002) *Massnahmen zur Erhöhung der Akzeptanz von längerer Fuss- und Velostrecken*. Forschungsauftrag 42/98 auf Antrag der Vereinigung Schweizerischer Verkehrsingenieure SVI. Bern und Zürich : Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation und Bundesamt für Strassen.
- Cervero, R. (2002) Built environments and mode choice: toward a normative framework. *Transportation Research Part D* 7: 265-284.
- Cervero, R. et Duncan, M. (2003) Walking, bicycling, and urban landscapes : evidence from the San Francisco Bay Area. *American Journal of Preventive Medicine* 93 (9): 1478-1483.
- Cervero, R. et Gorham, R. (1995) Commuting in transit versus automobile neighborhoods. *Journal of the American Planning Association* 61 (2) : 210-219.
- Cervero, R. et Kockelmann, K. (1997) Travel demand and the 3 Ds : density, diversity, and design. *Transportation Research Part D* 2 (3) : 199-219.
- Cervero, R. et Radisch, C. (1996) Travel choices in pedestrian versus automobile oriented neighborhoods. *Transport Policy* 3 (3) : 127-141.
- Craig, C. L. et al. (2002) Exploring the effect of the environment on physical activity. A study examining walking to work. *American Journal of Preventive Medicine* 23 (2S) : 36-43.
- Crane, R. et Crepeau, R. (1998) Does neighborhood design influence travel? A behavioral analysis of travel diary and gis data. *Transportation Research Part D* 3 : 225-238.

- Crane, R. (1995) *On form versus function : Will the « New Urbanism » reduce traffic or increase it ?*. Working Paper UCTC No. 266. Berkeley : University of California.
- De Bourdeaudhuij, I. et al. (2003) Environmental correlates of physical activity in a sample of belgian adults. *American Journal of Health Promotion* 18 (1) : 83-92.
- Ewing, R. et al. (2003) Relationships between urban sprawl and physical activity, obesity, and morbidity. *American Journal of Health Promotion* 18(1) : 47-57.
- Foletti, F. (2005) *Environnement construit et marche à pied, comparaison entre deux quartiers de Lausanne*. Mémoire de licence. Lausanne : Institut de Géographie. [non publié].
- Frank, L. D. (2000) Land use and transportation interaction: implications on public health and quality of life. *Journal of Planning Education and Research* 20 : 6-22.
- Frank, L. D. et Engelke, P. (1999) *How land use and transportation systems impact public health: a literature review of the relationship between physical activity and built form*. ACES: Active Community Environments Initiative Working Paper #1. City and Regional Planning Program College of Architecture & Georgia Institute of Technology.
- Frank, L. D. et Pivo, G. (1994) *Relationships between land use and travel behavior in the Puget Sound region*. Final report to Washington State Transportation Center and Washington State Department of Transportation. Olympia, Washington.
- Frank, L. D. et al. (2003) *Health and community design, The impact of the build environment on physical activity*. Washington : Island Press.
- Frank, L. D. et al. (2004) Obesity relationships with community design, physical activity, and time spent in cars. *American Journal of Preventive Medicine* 27 (2) : 87-96.
- Frank, L. D. et al. (2005) Linking objectively measures physical activity with objectively measured urban form – findings from SMARTRAQ. *American Journal of Preventive Medicine* 28 (2S2) : 117-125.
- Fussverkehr Schweiz, éd. (2001) *Elemente einer Strategie zur Förderung des Fussverkehrs*. Zürich : Expertenbericht für das Leitbild Langsamverkehr des Bundes im Auftrag des Bundesamtes für Strassen ASTRA.
- Giles-Corti, B. et Donovan, R. J. (2002a) The relative influence of individual, social and physical environment determinants of physical activity. *Social Science & Medicine* 54 : 1793-1812.
- Giles-Corti, B. et Donovan, R. J. (2002b) Socioeconomic status differences in recreational physical activity levels and real and perceived acces to a supportive physical environment. *Preventive Medicine* 35 : 601-611.
- Greenwald, M. J. et Boarnet, M. G. (2001) *The built environement as a determinant of walking behavior : analyzing non-work pedestrian travel in Portland, Oregon*. Irvine : University of California, Institute of Transportation Studies.
- Handy, S. (1996) Methodologies for exploring the link between urban form and travel behavior. *Transportation Research Part D* 1 (2) : 151-165.
- Handy, S. (2005) *Critical assessment of the literature on the relationships among transportation, land use, and physical activity*. Paper prepared for the Transportation Research Board and the Institute of Medicine Committee on Physical Activity, Health, Transportation, and Land Use.
- Handy, S. et al. (2002) How the built environment affects physical activity: views from urban planning. *American Journal of Preventive Medicine* 23 (2 Suppl) : 64-73.
- Hanson, S. et al. (2005) *Does the built environment influence physical activity? Examining the evidence*. Special Report 282. Transportation Research Board and Institute of Medicine, Committee on Physical Activitiy, Health, Transportation, and Land Use, Washington DC.
- Hills, A. P. et al. (2006) Validation of the intensity of walking for pleasure in obese adults. *American Journal of Preventive Medicine* 42 (1) : 47-50.
- Hoehner, Ch. et al. (2003) Opportunities for integrating public health and urban planning approaches to promote active community environments. *American Journal of Health Promotion* 18 (1) : 14-20.
- Howell, D. C. (1998) *Méthodes statistiques en sciences humaines*. Paris : DeBoeck Université.
- Humpel, N. et al (2004). Perceived environment attributes, residential location, and walking for particular purposes. *American Journal of Preventive Medicine* 26 (2) : 119-125.
- Humpel, N. et al. (2002) Environmental factors associated with adult's participation in physical activity. A review. *American Journal of Preventive Medicine* 22 (3) : 188-199.
- King, A. C. et al. (2002) Theoretical approaches to the promotion of physical activity – forging a transdisciplinary paradigm. *American Journal of Preventive Medicine* 23 (2 S) : 15-25.

- Kitamura, R. et al. (1997) A micro-analysis of land use and travel in five neighborhoods in the San Francisco Bay Area. *Transportation* 24 : 125-158.
- Lamprecht, M. et Stamm, H. (1999) *Bewegung, Sport und Gesundheit in der Schweizer Bevölkerung. Sekundäranalyse der Daten der Schweiz. Gesundheitsbefragung 1997 im Auftrag des Bundesamtes für Sport*. Zürich : L&S Sozialforschung und Beratung.
- Lamprecht, M. et Stamm, H. (2006) *Activité physique, sport et santé – Faits et tendances se dégageant des Enquêtes suisses sur la santé de 1992, 1997 et 2002*. Neuchâtel : Office fédéral de la statistique (OFS).
- Leslie, E. et al. (2004) Residents' perceptions of walkability attributes in objectively different neighbourhoods: a pilot study. *Health and Place*. Article in Press.
- Lynch, K. (1989) *Das Bild der Stadt*. Braunschweig/Wiesbaden, Fried : Vieweg & Sohn.
- Merlin, P. (1984) *La planification des transports urbains : enjeux et méthodes*. Paris : Masson.
- Moudon, A. V., éd. (1987) *Public streets for public use*. New York : Van Nostrand Reinhold Company Inc.
- OUFROU, Office fédéral des routes (2002) *Plan directeur de la locomotion douce*. Berne : Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication.
- OFSP, Office fédéral du sport, et al. (2000) Körperliche Aktivität in der Schweizer Bevölkerung : Niveau und Zusammenhänge mit der Gesundheit. *Schweizerische Zeitschrift für Sportmedizin und Sporttraumatologie* 48 (2) : 87-88.
- OFSP, Office fédéral du sport, et al. (2001) Répercussions économiques du rapport entre santé et activité physique : premières estimations pour la Suisse. *Schweizerische Zeitschrift für Sportmedizin und Sporttraumatologie* 49 (2) : 87-89.
- Oja, P. et al. (1998) Daily walking and cycling to work : their utility as health-enhancing physical activity. *Patient Education and Counseling* 33 : S87-S94.
- Owen, N. et al. (2004) Understanding environmental influences on walking. Review and research agenda. *American Journal of Preventive Medicine* 27 (1) : 67-76.
- Parsons Brinckerhoff Quade and Douglas, Inc. et al. (1993) *The pedestrian environment*. 1000 Friends of Oregon : Making the land use transportation air quality connection. Volume 4A.
- Pikora, T. J. et al. (2002) Developing a reliable audit instrument to measure the physical environment for physical activity. *American Journal of Preventive Medicine* 23 (3) : 187-194.
- Pikora, T. J. et al. (2003) Developing a framework for assessment of the environmental determinants of walking and cycling. *Social Science and Medicine* 56 (8) : 1693-1703.
- Reilly, M. et Landis, J. (2002) *The influence of built-form and land use on mode choice. Evidence from the 1996 Bay Area Travel Survey*. University of California Transportation Center Research Paper. Berkeley : University of California.
- Rérat, P. (2005) Etalement, fragmentation, mobilité. Analyse de tendances de l'urbanisation dans la région de Neuchâtel. *Urbia. Les cahiers du développement urbain durable* 1 : 41-55.
- Réseau piétons-vélos, éd. (1999) *L'avenir appartient aux déplacements à pied et à vélo – État des connaissances, mesures et potentiels – Vers une réorientation des politiques de transport*. Berne : Dossiers du PNR 41 „Transport et environnement“, Rapport A9.
- Rodriguez, D. A. et Joo, J. (2004) The relationship between non-motorized mode choice and the local physical environment. *Transportation Research Part D* 9 : 151-173.
- Rutt, C. D. et Coleman, K. J. (2004) Examining the relationships among built environment, physical activity, and body mass index in El Paso, TX. *Preventive Medicine*. Article in Press.
- Saelens, B. E. et al. (2003) Neighborhood-based differences in physical activity: an environment scale evaluation. *American Journal of Public Health* 93 (9) : 1552-1558.
- Sallis, J. F. et al. (1998) Environmental and Policy Interventions to Promote Physical Activity. *American Journal of Preventive Medicine* 15 (4) : 379-397.
- Sallis, J. F. et al. (2004) Active transportation and physical activity : opportunities for collaboration on transportation and public health research. *Transportation Research Part A* 38 : 249-268.
- Satariano, W. A. et McAuley, E. (2003) Promoting physical activity among older adults: from ecology to the individual. *American Journal of Preventive Medicine* 25 (3 Suppl 2) : 184-192.
- Schmid, J. (2006) *L'influence de l'environnement construit sur l'activité physique en termes de marche à pied. Une analyse de modélisation à équations structurelles*. Projet en méthodes mathématiques. Lausanne : Section d'informatique et méthodes mathématiques. [non publié].

- Shepard, R. J. (1997) What is the optimal type of physical activity to enhance health ? *British Journal of Sports Medicine* 31(4) : 277-284.
- Shriver, K. (1997) Influence of environmental design on pedestrian travel behavior in four Austin neighborhoods. *Transportation Research Record* 1578.
- Spence, J. C. et Lee, E. R. (2003) Toward a comprehensive model of physical activity. *Psychology of Sport and Exercise* 4 : 7-24.
- Statistik Stadt Zürich (2004) *Vielfältiges Zürich – Die Menschen und Ihre Quartiere*, Eidgenössische Volkszählungen 1970-2000. Zürich : Analysen 9/2004.
- Statistik Stadt Zürich (2006) *Statistisches Jahrbuch der Stadt Zürich 2005/2006*. Zürich.
- Timperiano, A. et al. (2004) Perceptions about the local neighborhood and walking and cycling among children. *Preventive Medicine* 38 : 39-47.
- Tolley, R. (1990) *The greening of urban transport : planning for walking and cycling in Western cities*. London : Belhaven Press.
- Untermann, R. K. (1984) *Accommodating the pedestrian – adapting towns and neighborhoods for walking and cycling*. New York : Van Nostrand Reinhold Company Inc.
- Van Lenthe, F. J. et al. (2005) Neighbourhood inequalities in physical inactivity: the role of neighbourhood attractiveness, proximity to local facilities and safety in the Netherlands. *Social Science & Medicine* 60 : 763-775.
- Wiel, M. (1999) *La transition urbaine ou le passage de la ville pédestre à la ville motorisée*. Liège : Coll. Architecture et Recherche, Mardaga.
- Zahawi, Y. et Tavitie, A. (1980) Regularities in travel time and money expenditure. *Transportation Research Record* 750 : 13-19.

Annexe



Annexe 1 : Choix des quartiers

Annexe 1.1 : Scores des indicateurs de marchabilité des quartiers de Zurich

Quartier	densité de population nette ^{a, b)}	entropie de mixité ^{c)}	densité d'intersections à 4 ou plus de branches ^{d)}
Affoltern	92.5	0.39	5.3
Albisrieden	107.3	0.63	10.5
Altstetten	116.2	0.83	12.4
Alt-Wiedikon	128.1	0.76	10.0
City	248.8	0.68	55.6
Enge	97.2	0.73	30.6
Escher Wyss	60.1	0.88	9.9
Fluntern	51.1	0.50	20.4
Friesenberg	90.7	0.39	9.6
Gewerbeschule	181.3	0.72	54.3
Hard	174.1	0.71	12.3
Hirslanden	90.0	0.45	25.7
Hirzenbach	111.1	0.25	11.9
Hochschulen	230.6	0.66	27.6
Hoengg	87.3	0.44	13.7
Hottingen	72.5	0.61	19.7
Langstrasse	179.7	0.80	43.4
Leimbach	82.2	0.30	5.8
Muehlebach	100.9	0.71	27.1
Oberstrass	94.4	0.65	22.7
Oerlikon	87.4	0.75	20.0
Saatlen	98.1	0.47	16.7
Schwamendingen-Mitte	112.6	0.41	12.2
Seebach	86.9	0.74	8.6
Seefeld	151.7	0.74	30.2
Sihlfeld	170.4	0.56	40.0
Unterstrass	106.6	0.59	26.2
Weinegg	52.7	0.69	11.6
Werd	138.4	0.82	34.8
Wipkingen	125.7	0.39	25.1
Witikon	62.9	0.24	6.3
Wollishofen	88.5	0.57	14.5

a) Etat recensement fédéral 2000; Source: Office fédéral de la statistique, Recensements fédéraux; Publication: Statistik Stadt Zürich, Vielfältiges Zürich - Die Menschen und ihre Quartiere, Analysen 9, 2004.

b) Source: Statistik Stadt Zürich; Publication: Jahrbuch 2004, Kapitel 2: Stadtgebiet und Meteorologie.

c) Source: Statistik Stadt Zürich; Publication: Die Quartiere der Stadt Zürich im Aufriss. Flächennutzung nach Geschoss und Stadtquartier, Daten 3, 2004.

d) Source: Vector 25, Swisstopo, état 2000; Amtliche Vermessung Stadt Zürich.

Annexe 1.2 : Analyse en composantes principales des indicateurs de marchabilité

Total Variance Explained

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	1.936	64.537	64.537	1.936	64.537	64.537
2	0.766	25.524	90.061	0.766	25.524	90.061
3	0.298	9.939	100			

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Communalities

	Initial	Extraction
mix	1	0.997
int_dy_m	1	0.842
dy_net	1	0.863

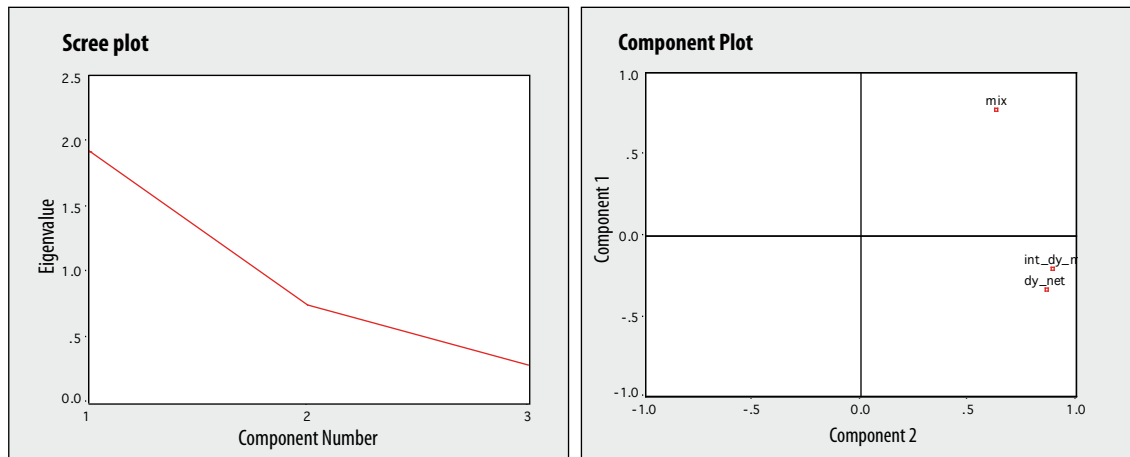
Extraction Method: Principal Component Analysis.

Component Matrix

	Component	
	1	2
mix	0.629	0.776
int_dy_m	0.893	-0.214
dy_net	0.863	-0.344

Extraction Method: Principal Component Analysis.

a 2 components extracted.



Annexe 1.3 : Scores des l'indices de marchabilité des quartiers de Zurich

Quartier	Scores déciles
Leimbach	3
Witikon	3
Affoltern	6
Friesenberg	7
Hirzenbach	10
Hoengg	10
Weinegg	10
Fluntern	11
Hottingen	11
Saatlen	12
Seebach	12
Wollishofen	12
Albisrieden	13
Escher Wyss	13
Hirslanden	13
Schwamendingen-Mitte	13
Oberstrass	15
Wipkingen	15
Oerlikon	16
Unterstrass	16
Alt-Wiedikon	18
Hard	18
Enge	19
Muehlebach	19
Altstetten	20
Sihlfeld	21
Hochschulen	23
Seefeld	23
Werd	24
City	26
Gewerbeschule	26
Langstrasse	26

Quartier	Facteur ACP
Witikon	-1.653
Leimbach	-1.373
Affoltern	-1.128
Friesenberg	-1.000
Hirzenbach	-0.982
Fluntern	-0.800
Hoengg	-0.792
Weinegg	-0.734
Schwamendingen-Mitte	-0.673
Saatlen	-0.536
Wollishofen	-0.528
Seebach	-0.432
Hottingen	-0.413
Escher Wyss	-0.380
Albisrieden	-0.368
Hirslanden	-0.333
Wipkingen	-0.143
Oberstrass	-0.044
Oerlikon	-0.008
Alt-Wiedikon	0.049
Unterstrass	0.086
Altstetten	0.138
Muehlebach	0.296
Enge	0.408
Hard	0.452
Seefeld	0.926
Sihlfeld	1.102
Werd	1.109
Hochschulen	1.425
Langstrasse	1.752
Gewerbeschule	1.982
City	2.596

Annexe 1.4 : Quartier de Seefeld et de Witikon: profil sociodémographique, types d'habitation et utilisation des surfaces d'étage

	Seefeld	Witikon
Population en 2004 ^{a)}	4993	9711
Hommes	49.6%	44.4%
Femmes	50.4%	55.6%
0-19 ans	9.1%	15.5%
20-64 ans	76.5%	56.4%
65-79 ans	9.8%	18.7%
80 ans et plus	4.6%	9.4%
Proportion d'étrangers	27.3%	16.9%
Niveau de formation en 2000 ^{a)}		
Ecole obligatoire	14.0%	13.2%
Apprentissage professionnelle	25.2%	31.3%
Ecole de maturité	9.7%	8.1%
Formation professionnelle supérieure, haute école spécialisée	15.6%	14.4%
Haute école, université	21.7%	16.9%
Structure des ménages en 2000 ^{a)}		
Habite seul	66.1%	45.2%
Couple sans enfants	17.2%	30.1%
Couple avec enfants	7.2%	17.2%
Ménages monoparentaux	2.9%	4.2%
Autres	6.6%	3.3%
Type d'habitation ^{a)}		
Maisons individuelles	2.0%	38.5%
Immeubles collectifs	43.8%	54.5%
Autres unités résidentielles	54.2%	7.0%
Utilisation des surfaces d'étage ^{b)}		
Surfaces d'habitation	53.4%	92.9%
Surfaces de production	4.9%	1.0%
Surfaces de bureaux / cabinets	35.1%	3.7%
Surfaces commerciales	6.6%	2.4%

a) Source: Statistik Stadt Zürich; Publication: Jahrbuch 2005/2006

b) Source: Statistik Stadt Zürich; Publication: Die Quartiere der Stadt Zürich im Aufriss. Flächennutzung nach Geschoss und Stadtquartier. Daten 3 / 2004. (entrepôt et parcage exclu dans analyses)

Annexe 1.5 : Impressions de l'environnement construit du quartier de Seefeld



Dufourstrasse



Dufourstrasse



Feldeggstrasse



Lindenstrasse



Mittelstrasse



Bellerivestrasse



Zones des quais: Chinagarten



Zones des quais: Zürichhorn



Seefeldstrasse



Seefeldstrasse / Falkenstrasse



Seefeldstrasse



Terrains de sport, Seefeldstrasse

Annexe 1.6 : Impressions de l'environnement construit du quartier de Witikon



Centre commercial, Witikonerstrasse



Buchzelgstrasse



Buchholzstrasse



Stöckenhaldenweg, Buchholz



An der Specki



In der Looren



Zweiackerstrasse



Kienastewies



Wiesliacher



Segeten



Carl Spitteler - Strasse



Drusbergstrasse

Annexe 2 : Documents de l'enquête et liste des variables

Annexe 2.1 : Le questionnaire de l'enquête

(leer lassen)

Quartier: Seefeld

Datum:

ID:

FRAGEBOGEN "Gebaute Umwelt, zu Fuss gehen und Gesundheit"

Bitte nehmen Sie sich rund 20 Minuten Zeit, um den Fragebogen auszufüllen. Dort, wo Sie keine spezielle Anleitung vorfinden, geben Sie bitte eine einzige Antwort.

Legen Sie bitte den ausgefüllten Fragebogen in das beigelegte, frankierte Kuvert und werfen Sie es in den nächsten Briefkasten der Post. Die Rücksendung des Fragebogens erfolgt anonym und alle Ihre Angaben werden streng vertraulich behandelt. Für das Ausfüllen danken wir Ihnen bestens.

A. Mobilitätskennzahlen

A1 Besitzen Sie einen Führerausweis für Personenwagen ?

- 1 ja
0 nein

A2 Besitzen Sie ein Abo der Zürcher Verkehrsbetriebe oder ein Generalabonnement der SBB ?

- 1 ja
0 nein

A3 Welche der folgenden Verkehrsmittel stehen Ihnen gewöhnlich zur Verfügung ?

→ mehrere Antworten möglich

- 1 Velo
2 Mofa / Moped / Scooter
3 Motorrad
4 Auto

A4 Wie lange sind Sie **täglich durchschnittlich** mit den folgenden Verkehrsmitteln unterwegs ?

	an Werktagen	an Wochenenden
1. zu Fuss	..... Std. und Min.	..... Std. und Min.
2. mit dem Velo	..... Std. und Min.	..... Std. und Min.
3. mit Inline / Trotinett / Skateboard	..... Std. und Min.	..... Std. und Min.
4. mit öV (Bus, Tram, Zug, etc.)	..... Std. und Min.	..... Std. und Min.
5. motorisiert (Auto, Töff, Scooter, etc.)	..... Std. und Min.	..... Std. und Min.

B. Zu Fuss gehen

Bei den Fragen B1 bis B6 geht es darum herauszufinden, wieviel Sie sich von zu Hause aus zu Fuss bewegen. Wir haben die Fragen in verschiedene Arten von Fussmärschen unterteilt: **zu Fuss zur Arbeit oder zur Ausbildung, zu Fuss zum Einkaufen, zu Fuss zu öV-Haltestellen, Spaziergänge**, und **Gehen, um sich körperlich zu trainieren**. Falls gewisse Fussmärsche nicht unter diese Kategorien fallen, führen Sie sie bitte unter der Rubrik «andere» auf.

B1 Gehen Sie zu Fuss zur Arbeit oder zur Ausbildung ohne andere Verkehrsmittel zu benützen ?

- 1 ja
0 nein

falls ja:

→ 1. Wieviel Mal pro Woche legen Sie diese Strecke zurück ?
(Hin – und Rückweg zählen)

..... Mal

→ 2. Wie lange sind sie für einen Weg durchschnittlich unterwegs ?

..... Min.

B2 Gingen Sie **letzte Woche** von zu Hause aus **zu Fuss einkaufen**, ohne andere Verkehrsmittel zu benützen ?

- 1 ja
0 nein

falls ja:

- 1. Wieviel Mal gingen Sie letzte Woche von zu Hause aus zu Fuss einkaufen ?
..... Mal
- 2. Wie lange waren Sie für einen Weg (hin und zurück) durchschnittlich unterwegs ?
..... Min.

B3 Gingen Sie **letzte Woche** von zu Hause aus **zu Fuss zu Haltestellen des öffentlichen Verkehrs** ?

- 1 ja
0 nein

falls ja:

- 1. Wieviel Mal legten Sie diesen Weg zurück ? (Hin- und Rückweg zählen)
..... Mal
- 2. Wie lange dauerte **ein** Weg durchschnittlich (nur Hinweg) ?
..... Min.

B4 Haben Sie **letzte Woche Spaziergänge** von zu Hause aus unternommen ?

- 1 ja
0 nein

falls ja:

- 1. Wieviel Mal gingen Sie letzte Woche spazieren ?
..... Mal
- 2. Wie lange dauerte ein Spaziergang durchschnittlich ?
..... Min.

B5 Haben Sie **letzte Woche** von zu Hause aus **Fussmärsche** unternommen, um sich **körperlich zu trainieren** ? (gemeint ist Gehen, nicht Joggen)

- 1 ja
0 nein

falls ja:

- 1. Wieviel Mal gingen Sie letzte Woche zu Fuss um zu trainieren ?
..... Mal
- 2. Wie lange dauerte ein solcher Fussmarsch durchschnittlich ?
..... Min.

B6 Haben Sie **letzte Woche** von zu Hause aus **andere Fussmärsche** unternommen ?

- 1 ja
0 nein

falls ja:

- 1. Wieviel Mal haben Sie letzte Woche von zu Hause aus andere Fussmärsche unternommen ?
..... Mal
- 2. Wie lange dauerten diese Fussmärsche durchschnittlich ?
..... Min.

B7 Möglicherweise gibt es Faktoren, die Sie **davon abhalten**, sich in Ihrer Wohnumgebung **mehr zu Fuss zu bewegen**. Falls dies der Fall ist, kreuzen Sie die entsprechenden Gründe an.

→ maximal 5 Antworten

- | | |
|---|--|
| 1 <input type="checkbox"/> habe zu wenig Zeit | 8 <input type="checkbox"/> Strassen sind zu wenig belebt |
| 2 <input type="checkbox"/> zu viel Verkehr auf den Strassen | 9 <input type="checkbox"/> zu wenig interessante Ziele |
| 3 <input type="checkbox"/> zu wenig attraktive Umgebung | 10 <input type="checkbox"/> keine Lust |
| 4 <input type="checkbox"/> zu viel Gepäck | 11 <input type="checkbox"/> Strecken sind zu weit |
| 5 <input type="checkbox"/> zu Fuss gehen ist zu langsam | 12 <input type="checkbox"/> zu Fuss gehen ist mir zu langweilig |
| 6 <input type="checkbox"/> Strassen sind zu steil | 13 <input type="checkbox"/> zu Fuss gehen ist mir zu anstrengend |
| 7 <input type="checkbox"/> Behinderung, gesundheitl. Probleme | 14 <input type="checkbox"/> andere : |

C. Körperliche Aktivität

C1 Hier geht es um körperliche Aktivitäten, bei denen Sie mindestens ein bisschen ausser Atem kommen; zum Beispiel zügiges Gehen, Wandern, Tanzen, viele Gartenarbeiten oder viele Sportarten.

1. An wievielen Tagen pro Woche machen Sie körperliche Aktivitäten dieser Art ?

Kreisen Sie diejenige Zahl ein, die am ehesten für Sie zutrifft

0 1 2 3 4 5 6 7

Anzahl Tage pro Woche

2. Wie lange sind Sie durchschnittlich an jedem dieser Tage aktiv ?

Minuten

C2 Hier geht es um sportliche oder körperliche Aktivitäten, bei denen Sie ziemlich ins Schwitzen kommen; zum Beispiel Joggen, Aerobics, Tennis, schnelles Radfahren, Spilsportarten, Schwimmen, Lasten tragen, Graben, Schaufeln.

1. An wievielen Tagen pro Woche machen Sie Trainings-Aktivitäten dieser Art ?

Kreisen Sie diejenige Zahl ein, die am ehesten für Sie zutrifft

0 1 2 3 4 5 6 7

Anzahl Tage pro Woche

2. Wie lange sind Sie durchschnittlich an jedem dieser Tage aktiv ?

Minuten

C3 Wie gross sind Sie ?

Zentimeter

-9 keine Antwort

C4 Wie schwer sind Sie ?

Kilogramm

-9 keine Antwort

D. Fragen zur Wohnumgebung

Erreichbarkeit von Läden und anderen Örtlichkeiten

D1 Bitte geben Sie an, wieviele Minuten Sie benötigen, um **von Ihrem Wohnort zu Fuss** zu den folgenden Orten zu gelangen (gemeint ist jeweils der Nächste von zu Hause aus).

	1-5 Min.	6-10 Min.	11-15 Min.	16-20 Min.	21-30 Min.	mehr als 30 Min.	weiss nicht
1. kleiner Quartierladen	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>	6 <input type="checkbox"/>	-8 <input type="checkbox"/>
2. Supermarkt	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>	6 <input type="checkbox"/>	-8 <input type="checkbox"/>
3. Bäckerei	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>	6 <input type="checkbox"/>	-8 <input type="checkbox"/>
4. Metzgerei	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>	6 <input type="checkbox"/>	-8 <input type="checkbox"/>
5. Post	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>	6 <input type="checkbox"/>	-8 <input type="checkbox"/>
6. Restaurant	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>	6 <input type="checkbox"/>	-8 <input type="checkbox"/>
7. Café	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>	6 <input type="checkbox"/>	-8 <input type="checkbox"/>
8. Bank	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>	6 <input type="checkbox"/>	-8 <input type="checkbox"/>
9. Apotheke	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>	6 <input type="checkbox"/>	-8 <input type="checkbox"/>

	1-5 Min.	6-10 Min.	11-15 Min.	16-20 Min.	21-30 Min.	mehr als 30 Min.	weiss nicht	
10. Haltestelle öffentl. Verkehr	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>	6 <input type="checkbox"/>	-8 <input type="checkbox"/>	
11. Park	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>	6 <input type="checkbox"/>	-8 <input type="checkbox"/>	
12. Wald	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>	6 <input type="checkbox"/>	-8 <input type="checkbox"/>	
13. See oder Fluss	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>	6 <input type="checkbox"/>	-8 <input type="checkbox"/>	
14. Sportanlage	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>	6 <input type="checkbox"/>	-8 <input type="checkbox"/>	
15. Ihr Arbeits- / Ausbildungsort	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>	6 <input type="checkbox"/>	-8 <input type="checkbox"/>	
Fragen D2 bis D13:								
Bitte geben Sie an, wie stark für Sie die folgenden Aussagen zu Ihrer Wohnumgebung zutreffen. Mit dem Ausdruck « Wohnumgebung » ist jeweils die Umgebung Ihres Wohnortes gemeint, die mit einem 10-minütigen Fussmarsch zu erreichen ist.								
Strassen und Wege in Ihrer Wohnumgebung								
D2 Um zu Fuss von meinem Wohnort zu einem Ziel in der Umgebung zu gelangen, habe ich die Wahl zwischen verschiedenen Routen . Ich muss nicht immer denselben Weg nehmen.			1 <input type="checkbox"/>	trifft gar nicht zu				
			2 <input type="checkbox"/>	trifft eher nicht zu				
			3 <input type="checkbox"/>	teils teils				
			4 <input type="checkbox"/>	trifft eher zu				
			5 <input type="checkbox"/>	trifft sehr zu	-8 <input type="checkbox"/>	weiss nicht		
D3 Die Wege, die ich in meiner Wohnumgebung zu Fuss zurücklege, um einen bestimmten Ort zu erreichen, führen direkt zum Ziel . Ich muss keine oder kaum Umwege machen. (Stellen Sie sich als Vergleich die Luftlinie zwischen Ausgangspunkt und Ziel vor.)			1 <input type="checkbox"/>	trifft gar nicht zu				
			2 <input type="checkbox"/>	trifft eher nicht zu				
			3 <input type="checkbox"/>	teils teils				
			4 <input type="checkbox"/>	trifft eher zu				
			5 <input type="checkbox"/>	trifft sehr zu	-8 <input type="checkbox"/>	weiss nicht		
Fussgängerinfrastrukturen								
D4 Die Sicherheit der Fussgänger gegenüber dem Strassenverkehr ist in meiner Wohnumgebung gewährleistet.			1 <input type="checkbox"/>	trifft gar nicht zu				
			2 <input type="checkbox"/>	trifft eher nicht zu				
			3 <input type="checkbox"/>	teils teils				
			4 <input type="checkbox"/>	trifft eher zu				
			5 <input type="checkbox"/>	trifft sehr zu	-8 <input type="checkbox"/>	weiss nicht		
D5 Wenn ich zu Fuss in der Umgebung meines Wohnortes unterwegs bin, finde ich angenehme Orte vor, die zum Absitzen und Verweilen einladen.			1 <input type="checkbox"/>	trifft gar nicht zu				
			2 <input type="checkbox"/>	trifft eher nicht zu				
			3 <input type="checkbox"/>	teils teils				
			4 <input type="checkbox"/>	trifft eher zu				
			5 <input type="checkbox"/>	trifft sehr zu	-8 <input type="checkbox"/>	weiss nicht		
Qualität der Wohnumgebung								
D6 In den Strassen meiner Wohnumgebung hat es Bäume oder andere Pflanzen .			1 <input type="checkbox"/>	trifft gar nicht zu				
			2 <input type="checkbox"/>	trifft eher nicht zu				
			3 <input type="checkbox"/>	teils teils				
			4 <input type="checkbox"/>	trifft eher zu				
			5 <input type="checkbox"/>	trifft sehr zu	-8 <input type="checkbox"/>	weiss nicht		
D7 In den Strassen der Umgebung zu spazieren ist abwechslungsreich und es gibt etwas zu sehen.			1 <input type="checkbox"/>	trifft gar nicht zu				
			2 <input type="checkbox"/>	trifft eher nicht zu				
			3 <input type="checkbox"/>	teils teils				
			4 <input type="checkbox"/>	trifft eher zu				
			5 <input type="checkbox"/>	trifft sehr zu	-8 <input type="checkbox"/>	weiss nicht		
D8 In der Umgebung meines Wohnortes gibt es Pärke oder andere Grünzonen , die für das Zufussgehen interessant sind.			1 <input type="checkbox"/>	trifft gar nicht zu				
			2 <input type="checkbox"/>	trifft eher nicht zu				
			3 <input type="checkbox"/>	teils teils				
			4 <input type="checkbox"/>	trifft eher zu				
			5 <input type="checkbox"/>	trifft sehr zu	-8 <input type="checkbox"/>	weiss nicht		

D9	In meiner Umgebung gibt es schöne Bauten und Häuser .	1 <input type="checkbox"/> trifft gar nicht zu 2 <input type="checkbox"/> trifft eher nicht zu 3 <input type="checkbox"/> teils teils 4 <input type="checkbox"/> trifft eher zu 5 <input type="checkbox"/> trifft sehr zu	-8 <input type="checkbox"/> weiss nicht
D10	In den Strassen meiner Umgebung ist etwas los. Es hat viele Leute, die sich zu Fuss bewegen .	1 <input type="checkbox"/> trifft gar nicht zu 2 <input type="checkbox"/> trifft eher nicht zu 3 <input type="checkbox"/> teils teils 4 <input type="checkbox"/> trifft eher zu 5 <input type="checkbox"/> trifft sehr zu	-8 <input type="checkbox"/> weiss nicht
Verkehrssituation			
D11	Auf der Strasse, an der ich wohne , hat es soviel Verkehr , dass ich mich als Fussgänger gestört fühle.	1 <input type="checkbox"/> trifft gar nicht zu 2 <input type="checkbox"/> trifft eher nicht zu 3 <input type="checkbox"/> teils teils 4 <input type="checkbox"/> trifft eher zu 5 <input type="checkbox"/> trifft sehr zu	-8 <input type="checkbox"/> weiss nicht
D12	Auf den Strassen in der Umgebung hat es soviel Verkehr , dass ich mich als Fussgänger gestört fühle.	1 <input type="checkbox"/> trifft gar nicht zu 2 <input type="checkbox"/> trifft eher nicht zu 3 <input type="checkbox"/> teils teils 4 <input type="checkbox"/> trifft eher zu 5 <input type="checkbox"/> trifft sehr zu	-8 <input type="checkbox"/> weiss nicht
Fussgängerfreundlichkeit			
D13	Ich wohne in einer fussgängerfreundlichen Umgebung .	1 <input type="checkbox"/> trifft gar nicht zu 2 <input type="checkbox"/> trifft eher nicht zu 3 <input type="checkbox"/> teils teils 4 <input type="checkbox"/> trifft eher zu 5 <input type="checkbox"/> trifft sehr zu	-8 <input type="checkbox"/> weiss nicht

E. EINSTELLUNG UND LEBENSSTIL

Die folgenden Punkte betreffen Ihre Einstellungen bezüglich des Wohnortes, der Mobilität und der Bewegung. Wir bitten Sie möglichst ehrlich zu antworten. Es gibt keine richtigen oder falschen Antworten.

Präferenzen bezüglich dem Wohnort

E1	Ein Haus mit Umschwung ist / wäre mir am liebsten.	1 <input type="checkbox"/> trifft gar nicht zu 2 <input type="checkbox"/> trifft eher nicht zu 3 <input type="checkbox"/> teils teils 4 <input type="checkbox"/> trifft eher zu 5 <input type="checkbox"/> trifft sehr zu	-8 <input type="checkbox"/> weiss nicht
E2	Ich finde, dass man in einem Wohnblock nicht genug Privatsphäre hat.	1 <input type="checkbox"/> trifft gar nicht zu 2 <input type="checkbox"/> trifft eher nicht zu 3 <input type="checkbox"/> teils teils 4 <input type="checkbox"/> trifft eher zu 5 <input type="checkbox"/> trifft sehr zu	-8 <input type="checkbox"/> weiss nicht
E3	Ich wohne am liebsten in einem Quartier, in dem etwas los ist.	1 <input type="checkbox"/> trifft gar nicht zu 2 <input type="checkbox"/> trifft eher nicht zu 3 <input type="checkbox"/> teils teils 4 <input type="checkbox"/> trifft eher zu 5 <input type="checkbox"/> trifft sehr zu	-8 <input type="checkbox"/> weiss nicht
E4	Es ist mir sehr wichtig, an einem Ort zu wohnen, von dem aus ich Läden und andere Örtlichkeiten zu Fuss erreichen kann.	1 <input type="checkbox"/> trifft gar nicht zu 2 <input type="checkbox"/> trifft eher nicht zu 3 <input type="checkbox"/> teils teils 4 <input type="checkbox"/> trifft eher zu 5 <input type="checkbox"/> trifft sehr zu	-8 <input type="checkbox"/> weiss nicht

E5	Viel Natur (Park, Wald, See, etc.) in meiner Wohnumgebung zu haben ist mir sehr wichtig.	<input type="checkbox"/> trifft gar nicht zu <input type="checkbox"/> trifft eher nicht zu <input type="checkbox"/> teils teils <input type="checkbox"/> trifft eher zu <input type="checkbox"/> trifft sehr zu	-8 <input type="checkbox"/> weiss nicht
Mobilität und Bewegung			
E6	Ich reise gerne in öffentlichen Verkehrsmitteln (Tram, Bus, Zug, etc.)	<input type="checkbox"/> trifft gar nicht zu <input type="checkbox"/> trifft eher nicht zu <input type="checkbox"/> teils teils <input type="checkbox"/> trifft eher zu <input type="checkbox"/> trifft sehr zu	-8 <input type="checkbox"/> weiss nicht
E7	Ich lege Wert darauf, umweltfreundliche Verkehrsmittel zu benutzen.	<input type="checkbox"/> trifft gar nicht zu <input type="checkbox"/> trifft eher nicht zu <input type="checkbox"/> teils teils <input type="checkbox"/> trifft eher zu <input type="checkbox"/> trifft sehr zu	-8 <input type="checkbox"/> weiss nicht
E8	Für die Mobilität im Alltag finde ich das Velo sehr attraktiv	<input type="checkbox"/> trifft gar nicht zu <input type="checkbox"/> trifft eher nicht zu <input type="checkbox"/> teils teils <input type="checkbox"/> trifft eher zu <input type="checkbox"/> trifft sehr zu	-8 <input type="checkbox"/> weiss nicht
E9	Für die Mobilität im Alltag finde ich das Auto sehr attraktiv.	<input type="checkbox"/> trifft gar nicht zu <input type="checkbox"/> trifft eher nicht zu <input type="checkbox"/> teils teils <input type="checkbox"/> trifft eher zu <input type="checkbox"/> trifft sehr zu	-8 <input type="checkbox"/> weiss nicht
E10	Für die Mobilität in der Freizeit finde ich das Auto sehr attraktiv.	<input type="checkbox"/> trifft gar nicht zu <input type="checkbox"/> trifft eher nicht zu <input type="checkbox"/> teils teils <input type="checkbox"/> trifft eher zu <input type="checkbox"/> trifft sehr zu	-8 <input type="checkbox"/> weiss nicht
E11	Für mich ist zu Fuss gehen ein eigenständiges und wichtiges Fortbewegungsmittel im Alltag.	<input type="checkbox"/> trifft gar nicht zu <input type="checkbox"/> trifft eher nicht zu <input type="checkbox"/> teils teils <input type="checkbox"/> trifft eher zu <input type="checkbox"/> trifft sehr zu	-8 <input type="checkbox"/> weiss nicht
E12	Ich finde es im Alltag oft attraktiver zu Fuss zu gehen, als ein Verkehrsmittel zu nehmen, das schneller wäre.	<input type="checkbox"/> trifft gar nicht zu <input type="checkbox"/> trifft eher nicht zu <input type="checkbox"/> teils teils <input type="checkbox"/> trifft eher zu <input type="checkbox"/> trifft sehr zu	-8 <input type="checkbox"/> weiss nicht
E13	Die Mobilität im Alltag ist für mich ungenutzte Zeit.	<input type="checkbox"/> trifft gar nicht zu <input type="checkbox"/> trifft eher nicht zu <input type="checkbox"/> teils teils <input type="checkbox"/> trifft eher zu <input type="checkbox"/> trifft sehr zu	-8 <input type="checkbox"/> weiss nicht
E14	Die Mobilität im Alltag ist für mich eine gute Gelegenheit, um etwas Gutes für meine Gesundheit zu tun.	<input type="checkbox"/> trifft gar nicht zu <input type="checkbox"/> trifft eher nicht zu <input type="checkbox"/> teils teils <input type="checkbox"/> trifft eher zu <input type="checkbox"/> trifft sehr zu	-8 <input type="checkbox"/> weiss nicht
E15	Ich achte sehr auf eine gesunde Lebensweise.	<input type="checkbox"/> trifft gar nicht zu <input type="checkbox"/> trifft eher nicht zu <input type="checkbox"/> teils teils <input type="checkbox"/> trifft eher zu <input type="checkbox"/> trifft sehr zu	-8 <input type="checkbox"/> weiss nicht

Freizeitgestaltung

E16 Bei dieser Frage geht es um Ihre Freizeitgestaltung. Bitte geben Sie an, wie oft Sie in der Freizeit während den letzten 6 Monaten den aufgeführten Aktivitäten nachgingen. Benoten Sie die einzelnen Punkte anhand des untenstehenden Bewertungssystems. Setzen Sie dazu die entsprechende Zahl in die Kästchen, wie es das Beispiel zeigt.

Note von 1 - 5, wobei.....

- 1 = nie**
2 = selten
3 = manchmal
4 = oft
5 = sehr oft

Wie oft gingen Sie in Ihrer Freizeit während den letzten 6 Monaten den folgenden Aktivitäten nach ?

<i>Beispiel:</i> In die Berge fahren	<input type="text" value="3"/>	(= manchmal)
1) Wandern gehen oder Radtouren machen	<input type="text"/>	
2) intensiv Sport treiben	<input type="text"/>	
3) Ausflüge in andere Städte oder Orte machen	<input type="text"/>	
4) für den Job oder die Ausbildung arbeiten	<input type="text"/>	
5) kulturelle Veranstaltungen besuchen (z. B.: Theater, Konzerte, etc.)	<input type="text"/>	
6) in den eigenen vier Wänden bleiben	<input type="text"/>	
7) Gartenarbeit machen oder am Haus arbeiten	<input type="text"/>	
8) am Abend ausgehen (in Bars, Clubs, etc.)	<input type="text"/>	
9) stundenlang lesen	<input type="text"/>	
10) stundenlang fernsehen	<input type="text"/>	
11) mit der Familie zuhause sein	<input type="text"/>	
12) relaxen und nichtstun	<input type="text"/>	
13) stundenlang in Cafés oder Restaurants sitzen	<input type="text"/>	
14) in die Stadt shoppen gehen	<input type="text"/>	
15) Freunde / Bekannte besuchen oder einladen	<input type="text"/>	

F. Angaben zur Person

Zum Schluss bitten wir Sie um einige Angaben zu Ihrer Person. Diese Punkte sind für uns von Interesse, weil sie das Bewegungs- und Mobilitätsverhalten einer Person beeinflussen können. Alle Ihre Angaben werden streng vertraulich und anonym behandelt.

F1 Geschlecht 1 weiblich
 0 männlich

F2 Geburtsjahr (Beispiel: 1962)

F3 Da wir Ihre Wohnumgebung durch zusätzliche Kriterien (Dichte, Alter der Gebäude, etc.) bewerten möchten, ist es für uns interessant zu wissen, wo genau Sie wohnen. Nachfolgend haben Sie deshalb die Möglichkeit, Ihre Adresse anzugeben. Sobald die Analyse der Daten abgeschlossen ist, wird die Adresse wieder gelöscht, so dass keine Verbindung zwischen Ihren persönlichen Angaben und Ihrem Wohnort mehr besteht.

Adresse:

F4 Nationalität	1 <input type="checkbox"/> Schweiz
	2 <input type="checkbox"/> EU
	3 <input type="checkbox"/> andere
F5 Erwerbstätigkeit	1 <input type="checkbox"/> in Ausbildung
	2 <input type="checkbox"/> arbeitslos
	3 <input type="checkbox"/> Vollzeitanstellung / -selbständigkeit
	4 <input type="checkbox"/> Teilzeitanstellung / -selbständigkeit
	5 <input type="checkbox"/> Hausarbeit im eigenen Haushalt
	6 <input type="checkbox"/> Bezüger/In einer Rente (AHV / IV oder SUVA)
	7 <input type="checkbox"/> andere:
F6 Falls erwerbstätig, wieviele Stunden pro Woche arbeiten Sie ?	
	..... Stunden pro Woche
F7 Welches ist die höchste Ausbildung, die Sie abgeschlossen haben ?	
	1 <input type="checkbox"/> keine Ausbildung
	2 <input type="checkbox"/> obligatorische Schule
	3 <input type="checkbox"/> Berufsschule, Berufslehre, Berufsmaturität
	4 <input type="checkbox"/> Maturitätsschule, Lehrer/Innenseminar, andere allgemeinbildende Schule
	5 <input type="checkbox"/> höhere Berufsausbildung (Meisterdiplom, Eidg. Fachausweis, höhere Fachschule)
	6 <input type="checkbox"/> Fachhochschule (HTL, HWV, etc.)
	7 <input type="checkbox"/> Universität, Hochschule
F8 Wie hoch ist das monatliche Bruttoeinkommen in Ihrem Haushalt ? (falls Paar, Summe Einkommen beider Partner)	
	1 <input type="checkbox"/> bis 4'000 .-
	2 <input type="checkbox"/> 4'001.- bis 6'000.-
	3 <input type="checkbox"/> 6'001 bis 8'000.-
	4 <input type="checkbox"/> 8'001 bis 10'000.-
	5 <input type="checkbox"/> 10'001 – bis 12'000.-
	6 <input type="checkbox"/> mehr als 12'000.-
	8 <input type="checkbox"/> ich weiss nicht
	9 <input type="checkbox"/> keine Antwort
F9 Welche der folgenden Kategorien beschreibt am besten ihre Haushaltsform ?	
	1 <input type="checkbox"/> wohne alleine
	2 <input type="checkbox"/> Paar ohne Kinder
	3 <input type="checkbox"/> Paar mit Kinder
	Anzahl Kinder : 1 – 5 Jahre alt : ___ 11 – 15 Jahre alt : ___
	6 - 10 Jahre alt : ___ über 16 Jahre alt : ___
	4 <input type="checkbox"/> alleinerziehender Elternteil
	Anzahl Kinder : 1 – 5 Jahre alt : ___ 11 – 15 Jahre alt : ___
	6 - 10 Jahre alt : ___ über 16 Jahre alt : ___
	5 <input type="checkbox"/> Wohngemeinschaft oder andere Haushaltsformen
	Anzahl Personen im Haushalt : ___ P.
	Anzahl Kinder : 1 – 5 Jahre alt : ___ 11 – 15 Jahre alt : ___
	6 - 10 Jahre alt : ___ über 16 Jahre alt : ___
F10 Wie lange wohnen Sie schon unter der aktuellen Adresse ?	
	seit Jahren falls weniger als ein Jahr: seit Monaten
F11 Besitzen Sie einen Hund ?	1 <input type="checkbox"/> ja
	0 <input type="checkbox"/> nein
Besten Dank für Ihre Zeit und Ausdauer ! Ihre Angaben werden für uns sehr wertvoll sein !	

Annexe 2.2 : Lettre d'accompagnement de l'Université de Lausanne



Faculté des Géosciences et
de l'environnement
Institut de Géographie

Lausanne, im September 2005

Studie über den Zusammenhang zwischen Wohnumgebung und Bewegungsverhalten

Sehr geehrte Dame, sehr geehrter Herr

Das Geographische Institut der Universität Lausanne führt in Zürich eine Studie zum Thema «*Gebaute Umwelt, zu Fuss gehen und Gesundheit*» durch. Ziel der Studie ist es, die Beziehungen zwischen der Quartierumgebung und dem Bewegungsverhalten im Alltag besser zu verstehen. Damit soll erforscht werden, wie ein Quartier aussehen sollte, damit es die körperliche Aktivität und das Wohlbefinden der Einwohner fördert. Zu diesem Zweck werden in den Stadtquartieren Witikon und Seefeld je 600 Personen zu ihrem Mobilitätsverhalten, zur körperlichen Betätigung und zu ihrer Wohnumgebung befragt.

Um über eine repräsentative Stichprobe der beiden Quartiere zu verfügen, sind mit Bewilligung des Stadtrates im Register des Bevölkerungsamtes der Stadt Zürich 1200 Personen gezogen worden. Der Zufall wollte es, dass Sie dazugehören.

So bitten wir Sie, **den beigelegten Fragebogen auszufüllen und mit dem frankierten Kuvert zurückzusenden**. Die Beantwortung der Fragen dauert rund 20 Minuten.

Selbstverständlich ist die Teilnahme freiwillig. Mit dem Ausfüllen des Fragebogens leisten Sie jedoch einen grossen Beitrag zum Gelingen dieser Studie.

Die Rücksendung des Fragebogens geschieht anonym an das Amt von Statistik Stadt Zürich, das die Studie unterstützt. Alle Ihre Informationen werden streng vertraulich behandelt. Die Fragebogen werden spätestens am 1. Januar 2006 vernichtet. Betreffend dem Datenschutz unterliegt die Befragung folgenden gesetzlichen Grundlagen: § 12 des Datenschutzgesetzes des Kantons Zürich und Art. 6 und 9 der Allgemeinen Datenschutzverordnung der Stadt Zürich.

Die wichtigsten Resultate werden nach der Fertigstellung der Studie auf der Internetseite von Statistik Stadt Zürich veröffentlicht (www.statistik-stadt-zuerich.info).

Herzlichen Dank für Ihre Teilnahme und freundliche Grüsse

Prof. Dr. Giuseppe Pini
Universität Lausanne

Jonas Schmid
Diplomand Universität Lausanne

Annexe 2.3 : Lettre d'accompagnement du PD Dr. méd. Albert Wettstein

Stadtärztlicher Dienst Walchestrasse 31/33 Telefon 01 216 51 11
Postfach, 8035 Zürich Telefax 01 362 12 13

Chefarzt e-mail: wettstein.albert@pzz.stzh.ch Sekretariat 01 216 43 57



Zürich, im September 2005

**Studie über den Zusammenhang zwischen Wohnumgebung
und Bewegungsverhalten**

Sehr geehrte Einwohnerinnen und Einwohner von Zürich

Als Stadtarzt ist mir die Gesundheitsförderung ein wichtiges und dauerndes Anliegen. Leider wissen wir aber gerade in diesem Bereich nicht genau genug, wo mit welchen Massnahmen das Bewegungsverhalten und somit die Gesundheit besonders wirksam gefördert werden kann.

Herr Jonas Schmid, Diplomand an der Universität Lausanne, hat sich zum Ziel gesetzt, für seine Diplomarbeit die Zusammenhänge zwischen der gebauten Umwelt, dem zu Fuss gehen und der Gesundheit zu untersuchen. Diese Fragestellungen sind auch für uns von grossem Interesse.

Um möglichst gezielt handeln zu können, bin ich Ihnen sehr dankbar, wenn Sie den beiliegenden Fragebogen ausfüllen und zurücksenden. Die Resultate dieser Diplomarbeit werden dem Stadtärztlichen Dienst vollumfänglich zur Verfügung stehen und von grossem Nutzen sein.

Besten Dank für Ihre Mithilfe.

Ihr Stadtarzt

PD Dr. med. Albert Wettstein



Annexe 2.4 : Lettre d'accompagnement concernant les mesures par accéléromètre

Faculté des Géosciences et
de l'environnement
Institut de Géographie

Lausanne, im September 2005

Studie über den Zusammenhang zwischen Wohnumgebung und Bewegungsverhalten

Sehr geehrte Dame, sehr geehrter Herr

Sie gehören zu 400 zusätzlich durch Zufall bestimmte Personen, die diesen Brief erhalten. Wir möchten Sie darin über einen zweiten Teil der Untersuchung informieren und Sie um Ihre Teilnahme bitten. Wir weisen Sie gleichzeitig darauf hin, dass Sie auch einen grossen Beitrag zum Gelingen der Studie leisten, wenn Sie nur den Fragebogen ausfüllen und auf diesen zweiten Teil der Untersuchung verzichten.

Mit diesem Schreiben möchten wir Sie anfragen, ob Sie interessiert und bereit sind, während einer Woche ein Messgerät zu tragen, das Ihre körperliche Aktivität tagsüber aufzeichnet. Es handelt sich dabei um einen Beschleunigungsmesser in der Grösse einer Zündholzschachtel, der an der Hüfte getragen wird (siehe Abbildungen). Es geht dabei nicht darum, Ihre Antworten im Fragebogen mit diesem Gerät zu überprüfen. Vielmehr gewinnen wir damit detailliertere Angaben zu Ihrem Bewegungsverhalten.



Die Hochschule für Sport Magglingen, welche mit dieser Messmethode vertraut ist, wird sich in den nächsten 14 Tagen telefonisch bei Ihnen melden. Falls Sie nicht teilnehmen möchten, können Sie dies ohne Angabe von Gründen der anrufenden Person mitteilen. Falls Sie an dieser Messung interessiert sind, erhalten Sie weitere Informationen über das Vorgehen.

Da Sie Ihren nummerierten Fragebogen an Statistik Stadt Zürich senden und Ihre Adresse mit der Fragebogennummer nur in Magglingen unter Verschluss aufbewahrt wird, bleibt die Anonymität des Fragebogens gewährleistet. Nach Abschluss der Erhebung (spätestens am 1.1.2006), wird Ihr Name sofort gelöscht, damit Ihre Informationen nicht mehr mit Ihnen in Verbindung gebracht werden können. Falls Sie eine persönliche Auswertung Ihrer Messdaten möchten, würden wir Ihnen diese zustellen, Ihren Namen aber unmittelbar danach ebenfalls löschen.

Falls Sie vor dem Anruf der Hochschule Fragen zu diesem Teil der Studie haben, können Sie sich an Dr. Urs Mäder (urs.maeder@baspo.admin.ch, Tel. 032 327 61 67) wenden.

Besten Dank und freundliche Grüsse

Prof. Dr. Giuseppe Pini
Universität Lausanne

Jonas Schmid
Diplomand Universität Lausanne

Annexe 2.5 : Rappel de participation de l'enquête

Lausanne, im Oktober 2005

Sehr geehrte Dame, sehr geehrter Herr

Mitte September 2005 haben wir Ihnen als BewohnerInnen der Quartiere Seefeld und Witikon einen Fragebogen geschickt. Dieser steht im Zusammenhang mit der Studie «Gebaute Umwelt, zu Fuss gehen und Gesundheit», die das Geographische Institut der Universität Lausanne durchführt.

Etliche Personen sind unserer Anfrage nachgekommen und haben den Fragebogen ausgefüllt. Falls Sie zu diesen Personen gehören, möchten wir uns bei Ihnen herzlich bedanken und Sie bitten, den hier beigelegten Fragebogen nicht mehr zu beachten.

Möglicherweise gehören Sie zu den Personen, von denen wir noch keine Antwort erhalten haben. Ist dies der Fall, möchten wir Sie noch einmal bitten, den Fragebogen auszufüllen und zurückzuschicken. Wir danken Ihnen im voraus dafür. Je mehr Antworten wir erhalten, desto bessere Kenntnisse können aus der Studie gewonnen werden.

Mit freundlichen Grüssen



Jonas Schmid
Diplomand Universität Lausanne

Annexe 2.6 : Liste des variables primaires et dérivées du questionnaire

N°	Nom	Label	Type	Scores	Règles de codage	Variables dérivées
	ID	identification	quant.	N		
	DAT	date	cat.			
	ID_AKM	identification accélérômetre	quant.	R		
	INH	quartier	cat.	8008 = Serfeld, 8053 = Wilkion		NH07 = 0 si INH = 8053, 1 sinon
A1	LC	possession d'un permis de conduire	bimod.	0 = non 1 = oui	pas de réponse du tout => données manquantes	
A2	AV_ABO	disponibilité d'un abo				
A3-1	AV_BY	disponibilité d'un vélo				
A3-2	AV_MOTO	disponibilité d'un scooter, mofa				
A3-3	AV_MBY	disponibilité d'une motocyçlette				
A3-4	AV_CAR	disponibilité d'une voiture				
A4-1	T_WA_WD	temps journalier marche à pied (par semaine)	quant.	N		T_WA = (5* T_BY_WD + 2* T_WA_WE) / 7 T_BY = (5* T_BY_WD + 2* T_BY_WE) / 7 T_WA = (5* T_WA_WD + 2* T_WA_WE) / 7 T_PT = (5* T_PT_WD + 2* T_PT_WE) / 7 T_MOT = (5* T_MOT_WD + 2* T_MOT_WE) / 7 HPM = T_WA + T_BY + T_LL WALKS08: 1 si T_WA > 30, 0 sinon
A4-1	T_WA_WD	temps journalier marche à pied (par semaine)	quant.	N		
A4-1	T_WA_WE	temps journalier marche à pied (week-end)				
A4-2	T_BY_WD	temps journalier bicyclette (semaine)				
A4-2	T_BY_WE	temps journalier bicyclette (week-end)				
A4-3	T_LL_WD	temps journalier roller et autres (semaine)				
A4-3	T_LL_WE	temps journalier roller et autres (week-end)				
A4-4	T_PT_WD	temps journalier transports publics (semaine)				
A4-4	T_PT_WE	temps journalier transports publics (week-end)				
A4-5	T_MOT_WD	temps journalier motorisés (semaine)				
A4-5	T_MOT_WE	temps journalier motorisés (week-end)				
B1-1	W_WORK_F	fréquence marche au travail (par semaine)	quant.	N		W_WORK = W_WORK_F * W_WORK_T W_SHO = W_SHO_F * W_SHO_T W_PT = W_PT_F * W_SHO_T W_STRO = W_STRO_F * W_STRO_T W_TRAI = W_TRAI_F * W_TRAI_T W_OTH = W_OTH_F * W_OTH_T W_TOTAL = W_WORK + W_SHO + W_PT + W_STRO + W_OTH W_TRIPS = W_WORK_F + W_SHO_F + W_PT_F + W_STRO_F + W_TRAI_F + W_OTH_F WALKS_WORK_WALKS_SHO_WALKS_PT_WALKS_STRO_WALKS_TRAI_WALKS_OTH = T si fréquence relative > 0,0 sinon WALKUTL = W_WORK + W_SHO + W_PT + W_STRO + W_TRAI + W_OTH WALKREC = W_STRO + W_TRAI + W_PT + W_OTH
B1-2	W_WORK_T	durée moyenne marche au travail				
B2-1	W_SHO_F	fréquence marche pour courses (par semaine)				
B2-2	W_SHO_T	durée moyenne marche pour courses				
B3-1	W_PT_F	fréquence marche aux transports publics (par semaine)				
B3-2	W_PT_T	durée moyenne marche aux transports publics				
B4-1	W_STRO_F	fréquence promenades à pied (par semaine)				
B4-2	W_STRO_T	durée moyenne promenades à pied				
B5-1	W_TRAI_F	fréquence marche pour entraînement (par semaine)				
B5-2	W_TRAI_T	durée moyenne marche pour entraînement				
B6-1	W_OTH_F	fréquence autres marches (par semaine)				
B6-2	W_OTH_T	durée moyenne autres marches				
B7-1	OB_TI	obstacle marche: manque de temps	bimod.	0 = non 1 = oui	- si aucune réponse => 0 partout - si partie précédente et suivante également vide => données manquantes	
B7-2	OB_TRA	obstacle marche: trop de trafic				
B7-3	OB_ENV	obstacle marche: environnement maltraçatif				
B7-4	OB_BAG	obstacle marche: trop de bagages				
B7-5	OB_SLOW	obstacle marche: trop lent				
B7-6	OB_TOP	obstacle marche: topo en pente				
B7-7	OB_HAND	obstacle marche: handicap				
B7-8	OB_AMB	obstacle marche: manque de piétons				
B7-9	OB_DEST	obstacle marche: manque de destination intéressantes				
B7-10	OB_MOT	obstacle marche: manque de motivation				
B7-11	OB_DST	obstacle marche: distances trop importantes				
B7-12	OB_BOR	obstacle marche: marche trop ennuyant				
B7-13	OB_VG	obstacle marche: marche trop fatigant				
B8-14	OB_OTH	obstacle marche: autres	cat.	texte		
C1-1	MPA_F	fréquence activité physique modérée (par semaine)	quant.	N		Catégories activité physique d'intensité moyenne: MPA_ACT, MPA_IRREG, MPA_PART MPA_INACT
C1-2	MPA_T	durée moyenne activité physique modérée				
C2-1	VVA_F	fréquence activité physique vigoureuse (par semaine)				Catégories activité physique globale: PA_TRAI, PA_ACT2, PA_IRREG, PA_PART, PA_INACT
C2-2	VVA_T	durée moyenne activité physique vigoureuse				BMI = WEGHT / (SORT(TALLE)^2)
C3	HEIGHT	taille (cm)				
C4	WEIGHT	poide (kg)				

N°	Nom	Label	Type	Scores	Règles de codage	Variables dérivées
D1.1	D_SHOP	temps de marche épièrre	ordinal	1 = 1-5 min. 2 = 6-10 min. 3 = 11-15 min. 4 = 16-20 min. 5 = 21-30 min. 6 = > 30 min. 8 = ne sais pas	si double réponse => rennir échelon inférieur	Variables bimodales: accessibilité 5, 10 et 20 minutes Indicateurs d'accessibilité globale ACCESS5, ACCESS10, ACCESS20 (somme des variables bimodales)
D1.2	D_SM	temps de marche supemarché	ordinal			
D1.3	D_BAK	temps de marche boulangerie	ordinal			
D1.4	D_BUTCH	temps de marche boucherie	ordinal			
D1.5	D_POST	temps de marche poste	ordinal			
D1.6	D_REST	temps de marche restaurant	ordinal			
D1.7	D_CAFE	temps de marche café	ordinal			
D1.8	D_BANK	temps de marche banque	ordinal			
D1.9	D_DRUG	temps de marche pharmacie	ordinal			
D1.10	D_PT	temps de marche arrêt transports publics	ordinal			
D1.11	D_PARK	temps de marche parc	ordinal			
D1.12	D_FO	temps de marche forêt	ordinal			
D1.13	D_LAKE	temps de marche lac ou rivière	ordinal			
D1.14	D_SG	temps de marche terrain de sport	ordinal			
D1.15	D_JOB	temps de marche poste de travail / formation	ordinal			
D2	N_ALT	présence d'itinéraires alternatifs	ordinal	1 = pas du tout d'accord 2 = plutôt pas d'accord 3 = plus ou moins d'accord 4 = plutôt d'accord 5 = tout à fait d'accord 8 = ne sais pas	si double réponse => rennir échelon inférieur	Analyses en composantes principales: ATTRACT, MODTRAF
D3	N_DIR	présence d'itinéraires directs	ordinal			
D4	N_SEC	sécurité face au trafic	ordinal			
D5	N_CHILL	présence d'espaces détente / bancs	ordinal			
D6	N_GREEN	présence végétation dans la rue	ordinal			
D7	N_VAR	environnement construit	ordinal			
D8	N_PARK	présence d'espaces verts / parcs	ordinal			
D9	N_ARCH	architecture intéressante	ordinal			
D10	N_AMB	ambiance dans la rue / présence d'autres piétons	ordinal			
D11	N_TRAF1	trop de trafic dans rue de résidence	ordinal			
D12	N_TRAF2	trop de trafic dans rues voisines	ordinal			
D13	N_PED_F	environnement favorable à la marche	ordinal			
E1	P_N_VAR	préférences quartier: maison avec terrain	ordinal			
E2	P_N_PRI	préférences quartier: pas d'asph. de vie privée dans immeubles	ordinal			
E3	P_N_AMB	préférences quartier: ça doit bouger	ordinal			
E4	P_N_WB	préférences quartier: lieux accessibles à pied	ordinal			
E5	P_N_MAT	préférences quartier: nature	ordinal			
E6	P_M_PT	préférences mobilité: aime voyager en transports publics	ordinal			
E7	P_M_ENV	préférences mobilité: tient à utiliser mt. respectueux de l'environnement	ordinal			
E8	P_M_BY	préférences mobilité: vélo attractif	ordinal			
E9	P_M_CAR1	préférences mobilité: voiture attractive pour quotidien	ordinal			
E10	P_M_CAR2	préférences mobilité: voiture attractive pour loisirs	ordinal			
E11	P_M_IND	préférences mobilité: marche est mt. important et autonome	ordinal			
E12	P_M_ATT	préférences mobilité: marche plus attractive même si plus lent	ordinal			
E13	P_M_TI	préférences mobilité: mobilité est temps perdu	ordinal			
E14	P_M_PA	préférences mobilité: mobilité pour faire du bien pour la santé	ordinal			
E15	P_M_HTH	préférences mobilité: mode de vie sain	ordinal			
E16.1	LS_HME	loisirs: randonnée à pied ou à vélo	ordinal	1 = jamais 2 = rarement 3 = quelques fois 4 = souvent 5 = très souvent -10 = manquant		Analyses en composantes principales: LSURBA, LSHOME, LSHMLY
E16.2	LS_SPORT	loisirs: faire du sport	ordinal			
E16.3	LS_EXC	loisirs: excursions	ordinal			
E16.4	LS_JOB	loisirs: travailler	ordinal			
E16.5	LS_CULT	loisirs: culture	ordinal			
E16.6	LS_HOME	loisirs: rester à la maison	ordinal			
E16.7	LS_GARD	loisirs: jardiner	ordinal			
E16.8	LS_BARS	loisirs: sortir en boîte	ordinal			
E16.9	LS_READ	loisirs: lire pendant des heures	ordinal			
E16.10	LS_TV	loisirs: regarder la télé pendant des heures	ordinal			
E16.11	LS_FAM	loisirs: passer du temps avec la famille	ordinal			
E16.12	LS_RIX	loisirs: relax. et rien faire	ordinal			
E16.13	LS_CAFE	loisirs: passer du temps dans cafés et restaurants	ordinal			
E16.14	LS_SHOP	loisirs: faire les boutiques	ordinal			
E16.15	LS_FRND	loisirs: visiter amis	ordinal			

N°	Nom	Label	Type	Scores	Regles de codage	Variables dérivées
F1	SEX	sexe	cat.	0 = masculin 1 = féminin		
F2	BIRTH	année de naissance	cat.	N		CL_AGE
F2b	AGE	âge	quant.	N		1 si AGE = 18-24 2 si AGE = 25-44 3 si AGE = 45-59
F3	STREET	adresse	cat.	texte		
F3b	ST_NUMB	n° de rue	quant.	N		
F4	NAT	nationalité	cat.	1 = GH 2 = EU 3 = autres	si au même temps, CH et autre réponse => 1	
F5	ACTIV	type d'activité	cat.	1 = en formation 2 = sans emploi 3 = employé à temps complet 4 = employé à temps partiel 5 = foyer 6 = bénéficiaire d'une rente / assurance maladie 7 = autres 8 = formation et travail à temps partiel 9 = ménage et travail à temps partiel 10 = rente et travail à temps partiel		ACT100: 1 si ACTIV = 1,3,8 0 si ACTIV = 2,4,5,6,7,9,10
F6	HHS_JOB	heures d'activité par semaine	quant.	N		
F7	EDU	niveau de formation	cat.	1 = pas de formation 2 = école obligatoire 3 = école professionnelle, matu professionnelle 4 = matuité, école pédagogique 5 = école professionnelle supérieure 6 = haute école spécialisée 7 = université, haute école		HGHEDU: 0 si EDU = 1,2,3,4 1 si EDU = 5,6,7
F8	INC	salaires	cat.	1 = < 4000 2 = 4001 - 6000 3 = 6001 - 8000 4 = 8001 - 10000 5 = 10001 - 12000 6 = > 12000 -8 = ne sais pas -9 = pas de réponse		
F9	HH_TYPE	type de ménage	cat.	1 = habite seul 2 = couple sans enfants 3 = couple avec enfants 4 = ménage monoparental 5 = collocation et autres		
F9b	CH1_5	nombre d'enfants entre 0 et 5	quant.	N		CHLDD5: 1 si CHLDD1_5 > 0 0 sinon
	CH6_10	nombre d'enfants entre 6 et 10				
	CH11_15	nombre d'enfants entre 11 et 15				
	CH1_015	nombre d'enfants plus de 15				
	HH_FERS	nombre de personnes dans ménage				
F10	Y_INH	résident à l'adresse actuelle depuis (années)	cat.	texte		
F11	DOG	possession d'un chien	bimod.	0 = non, 1 = oui		

Annexe 3 : Tests de la moyenne

Annexe 3.1 : Facteurs de pondération pour les analyses statistiques

		proportion désirée	effectif observé	proportion observé	facteur de pondération
Seefeld	Hommes	50.00%	94	39.7%	1.2606
	Femmes	50.00%	143	60.3%	0.8287
	Total	100.0%	237	100.0%	
Witikon	Hommes	50.00%	111	46.3%	1.0811
	Femmes	50.00%	129	53.8%	0.9302
	Total	100.0%	240	100.0%	

Annexe 3.2: Disponibilité des moyens de transport

Group Statistics

	Quartier	N	Mean	Std. Deviation	Error Mean
av_abo	Witikon	240	0.64	0.48	0.03
	Seefeld	237	0.66	0.48	0.03
av_by	Witikon	240	0.63	0.48	0.03
	Seefeld	237	0.75	0.43	0.03
av_moto	Witikon	240	0.05	0.23	0.02
	Seefeld	237	0.06	0.24	0.02
av_mby	Witikon	240	0.11	0.32	0.02
	Seefeld	237	0.04	0.21	0.01
av_car	Witikon	240	0.73	0.45	0.03
	Seefeld	237	0.53	0.50	0.03

Independent Samples Test

		Equality of Variances	
		F	Sig.
av_abo	Equal variances assumed	0.816	0.367
av_by	Equal variances assumed	32.174	0.000
av_moto	Equal variances assumed	0.24	0.625
av_mby	Equal variances assumed	32.382	0.000
av_car	Equal variances assumed	58.853	0.000

Independent Samples Test

		t-test for Equality of Means			Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
		t	df	Sig. (2-tailed)			Lower	Upper
av_abo	Equal variances assumed	-0.452	475	0.651	-0.02	0.044	-0.106	0.066
	Equal variances not assumed	-0.452	474.979	0.651	-0.02	0.044	-0.106	0.066
av_by	Equal variances assumed	-2.876	475	0.004	-0.121	0.042	-0.204	-0.038
	Equal variances not assumed	-2.878	470.472	0.004	-0.121	0.042	-0.204	-0.038
av_moto	Equal variances assumed	-0.245	475	0.807	-0.005	0.021	-0.047	0.037
	Equal variances not assumed	-0.245	473.589	0.807	-0.005	0.021	-0.047	0.037
av_mby	Equal variances assumed	2.76	475	0.006	0.067	0.024	0.019	0.115
	Equal variances not assumed	2.767	411.554	0.006	0.067	0.024	0.02	0.115
av_car	Equal variances assumed	4.57	475	0.000	0.198	0.043	0.113	0.283
	Equal variances not assumed	4.567	467.544	0.000	0.198	0.043	0.113	0.283

Annexe 3.3 : Temps de déplacement moyen par jour selon moyens de transport

Group Statistics					Independent Samples Test				
	Quartier	N	Mean	Std. Deviation	Error Mean		Equality of Variances		
							F		Sig.
t_wa_day	Witikon	240	57.16	53.38	3.45	t_wa_day	Equal variances assumed	1.037	0.309
	Seefeld	233	55.41	48.04	3.14				
t_by_day	Witikon	240	10.97	23.09	1.49	t_by_day	Equal variances assumed	6.405	0.012
	Seefeld	233	18.91	25.18	1.65				
t_il_day	Witikon	240	0.61	4.84	0.31	t_il_day	Equal variances assumed	3.331	0.069
	Seefeld	233	1.08	5.83	0.38				
t_hpm_day	Witikon	240	68.73	62.92	4.06	t_hpm_day	Equal variances assumed	0.316	0.574
	Seefeld	233	75.40	59.07	3.87				
t_pt_day	Witikon	240	43.06	50.34	3.25	t_pt_day	Equal variances assumed	3.306	0.070
	Seefeld	233	37.25	43.59	2.85				
t_mot_day	Witikon	240	37.18	49.54	3.20	t_mot_day	Equal variances assumed	13.296	0.000
	Seefeld	233	19.68	31.98	2.09				
hpm30	Witikon	240	0.75	0.43	0.03	hpm30	Equal variances assumed	23.01	0.000
	Seefeld	233	0.84	0.37	0.02				

Independent Samples Test

		t-test for Equality of Means			Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
		t	df	Sig. (2-tailed)			Lower	Upper
t_wa_day	Equal variances assumed	0.374	471	0.708	1.749	4.673	-7.433	10.931
	Equal variances not assumed	0.375	468.401	0.708	1.749	4.666	-7.420	10.918
t_by_day	Equal variances assumed	-3.577	471	0.000	-7.941	2.220	-12.303	-3.579
	Equal variances not assumed	-3.573	465.237	0.000	-7.941	2.222	-12.308	-3.574
t_il_day	Equal variances assumed	-0.965	471	0.335	-0.475	0.492	-1.441	0.492
	Equal variances not assumed	-0.963	451.127	0.336	-0.475	0.493	-1.444	0.494
t_hpm_day	Equal variances assumed	-1.188	471	0.236	-6.667	5.613	-17.697	4.364
	Equal variances not assumed	-1.189	470.629	0.235	-6.667	5.608	-17.687	4.354
t_pt_day	Equal variances assumed	1.342	471	0.180	5.817	4.334	-2.699	14.333
	Equal variances not assumed	1.345	464.997	0.179	5.817	4.325	-2.682	14.317
t_mot_day	Equal variances assumed	4.551	471	0.000	17.497	3.845	9.942	25.052
	Equal variances not assumed	4.577	409.909	0.000	17.497	3.823	9.982	25.012
hpm30	Equal variances assumed	-2.362	471	0.019	-0.087	0.037	-0.159	-0.015
	Equal variances not assumed	-2.367	462.802	0.018	-0.087	0.037	-0.159	-0.015

Annexe 3.4 : Proportion de personnes se déplaçant à pied selon motif / type de déplacement

Group Statistics					Independent Samples Test				
	Quartier	N	Mean	Std. Deviation	Error Mean		Equality of Variances		
							F		Sig.
walks_work	Witikon	240	0.11	0.31	0.02	walks_work	Equal variances assumed	67.916	0.000
	Seefeld	237	0.24	0.43	0.03				
walks_shop	Witikon	239	0.58	0.50	0.03	walks_shop	Equal variances assumed	256.545	0.000
	Seefeld	235	0.88	0.33	0.02				
walks_pt	Witikon	239	0.73	0.45	0.03	walks_pt	Equal variances assumed	141.348	0.000
	Seefeld	235	0.91	0.28	0.02				
walks_stro	Witikon	239	0.62	0.49	0.03	walks_stro	Equal variances assumed	0.515	0.473
	Seefeld	235	0.64	0.48	0.03				
walks_traï	Witikon	239	0.09	0.29	0.02	walks_traï	Equal variances assumed	8.814	0.003
	Seefeld	235	0.14	0.34	0.02				
walks_oth	Witikon	239	0.12	0.32	0.02	walks_oth	Equal variances assumed	4.464	0.035
	Seefeld	235	0.15	0.36	0.02				

Independent Samples Test

		t-test for Equality of Means			Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
		t	df	Sig. (2-tailed)			Lower	Upper
walks_work	Equal variances assumed	-3.941	475	0.000	-0.135	0.034	-0.203	-0.068
	Equal variances not assumed	-3.934	429.733	0.000	-0.135	0.034	-0.203	-0.068
walks_shop	Equal variances assumed	-7.676	472	0.000	-0.297	0.039	-0.373	-0.221
	Equal variances not assumed	-7.697	415.711	0.000	-0.297	0.039	-0.373	-0.221
walks_pt	Equal variances assumed	-5.421	472	0.000	-0.186	0.034	-0.254	-0.119
	Equal variances not assumed	-5.438	402.731	0.000	-0.186	0.034	-0.253	-0.119
walks_stro	Equal variances assumed	-0.359	472	0.720	-0.016	0.044	-0.103	0.071
	Equal variances not assumed	-0.359	472.375	0.720	-0.016	0.044	-0.103	0.071
walks_traï	Equal variances assumed	-1.474	472	0.141	-0.043	0.029	-0.101	0.014
	Equal variances not assumed	-1.472	457.804	0.142	-0.043	0.029	-0.101	0.014
walks_oth	Equal variances assumed	-1.053	472	0.293	-0.033	0.031	-0.095	0.029
	Equal variances not assumed	-1.052	465.844	0.293	-0.033	0.031	-0.095	0.029

Annexe 3.5 : Nombre moyen de déplacement à pied par semaine selon motif / type de déplacement

Group Statistics					Independent Samples Test				
	Quartier	N	Mean	Std. Deviation	Error Mean		Equality of Variances		
							F		Sig.
w_work_f	Witikon	240	0.75	2.63	0.17	w_work_f	Equal variances assumed	38.847	0.000
	Seefeld	237	1.90	4.36	0.28				
w_sho_f	Witikon	239	1.22	1.43	0.09	w_sho_f	Equal variances assumed	3.318	0.069
	Seefeld	235	2.34	1.61	0.10				
w_pt_f	Witikon	239	5.11	5.17	0.33	w_pt_f	Equal variances assumed	2.116	0.146
	Seefeld	235	6.84	5.68	0.37				
w_stro_f	Witikon	239	1.13	1.27	0.08	w_stro_f	Equal variances assumed	6.961	0.009
	Seefeld	235	1.34	1.58	0.10				
w_trai_f	Witikon	239	0.18	0.68	0.04	w_trai_f	Equal variances assumed	0.029	0.865
	Seefeld	235	0.18	0.51	0.03				
w_oth_f	Witikon	239	0.25	0.80	0.05	w_oth_f	Equal variances assumed	5.522	0.019
	Seefeld	235	0.35	0.94	0.06				

Independent Samples Test

		t-test for Equality of Means			Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
		t	df	Sig. (2-tailed)			Lower	Upper
w_work_f	Equal variances assumed	-3.513	475	0.000	-1.156	0.329	-1.803	-0.510
	Equal variances not assumed	-3.503	386.938	0.001	-1.156	0.330	-1.805	-0.507
w_sho_f	Equal variances assumed	-7.982	472	0.000	-1.113	0.140	-1.388	-0.839
	Equal variances not assumed	-7.975	464.046	0.000	-1.113	0.140	-1.388	-0.839
w_pt_f	Equal variances assumed	-3.479	472	0.001	-1.734	0.498	-2.713	-0.755
	Equal variances not assumed	-3.477	466.937	0.001	-1.734	0.499	-2.714	-0.754
w_stro_f	Equal variances assumed	-1.548	472	0.122	-0.203	0.131	-0.461	0.055
	Equal variances not assumed	-1.546	448.242	0.123	-0.203	0.132	-0.462	0.055
w_trai_f	Equal variances assumed	-0.078	472	0.938	-0.004	0.055	-0.113	0.104
	Equal variances not assumed	-0.078	441.85	0.938	-0.004	0.055	-0.113	0.104
w_oth_f	Equal variances assumed	-1.23	472	0.219	-0.098	0.080	-0.256	0.059
	Equal variances not assumed	-1.228	459.625	0.220	-0.098	0.080	-0.256	0.059

Annexe 3.6 : Durée moyenne des déplacements à pied selon motif / type de déplacement

Group Statistics					Independent Samples Test				
	Quartier	N	Mean	Std. Deviation	Error Mean		Equality of Variances		
							F		Sig.
w_work_t	Witikon	26	18.44	15.59	3.06	w_work_t	Equal variances assumed	2.58	0.112
	Seefeld	58	15.08	11.36	1.49				
w_sho_t	Witikon	134	19.41	13.84	1.20	w_sho_t	Equal variances assumed	0.825	0.364
	Seefeld	204	14.6	11.59	0.81				
w_pt_t	Witikon	175	5.74	4.26	0.32	w_pt_t	Equal variances assumed	0.855	0.356
	Seefeld	209	5.15	11.00	0.76				
w_stro_t	Witikon	147	55.2	27.92	2.30	w_stro_t	Equal variances assumed	0.139	0.710
	Seefeld	148	48.98	28.87	2.37				
w_trai_t	Witikon	22	53.86	21.32	4.55	w_trai_t	Equal variances assumed	9.85	0.003
	Seefeld	32	84.06	68.29	12.07				
w_oth_t	Witikon	27	38.33	29.42	5.66	w_oth_t	Equal variances assumed	0.026	0.872
	Seefeld	33	41.12	29.88	5.20				

Independent Samples Test

		t-test for Equality of Means			Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
		t	df	Sig. (2-tailed)			Lower	Upper
w_work_t	Equal variances assumed	1.114	82	0.269	3.365	3.021	-2.645	9.374
	Equal variances not assumed	0.989	37.384	0.329	3.365	3.402	-3.527	10.256
w_sho_t	Equal variances assumed	3.457	336	0.001	4.816	1.393	2.076	7.557
	Equal variances not assumed	3.333	249.09	0.001	4.816	1.445	1.97	7.662
w_pt_t	Equal variances assumed	0.667	382	0.505	0.588	0.882	-1.146	2.322
	Equal variances not assumed	0.712	278.418	0.477	0.588	0.826	-1.038	2.214
w_stro_t	Equal variances assumed	1.879	293	0.061	6.214	3.307	-0.294	12.722
	Equal variances not assumed	1.88	292.792	0.061	6.214	3.306	-0.293	12.721
w_trai_t	Equal variances assumed	-2.003	52	0.050	-30.199	15.078	-60.455	0.057
	Equal variances not assumed	-2.341	39.249	0.024	-30.199	12.9	-56.286	-4.112
w_oth_t	Equal variances assumed	-0.362	58	0.719	-2.788	7.701	-18.203	12.627
	Equal variances not assumed	-0.363	56.002	0.718	-2.788	7.689	-18.19	12.614

Annexe 3.7 : Temps moyen consacré à la marche par semaine selon motif / type de déplacement

Group Statistics					Independent Samples Test				
	Quartier	N	Mean	Std. Deviation	Error Mean		Equality of Variances		
							F	Sig.	
w_work	Witikon	240	12.29	57.74	3.73	w_work	Equal variances assumed	7.955	0.005
	Seefeld	237	22.48	54.80	3.56				
w_sho	Witikon	234	23.60	43.55	2.85	w_sho	Equal variances assumed	0.016	0.900
	Seefeld	233	32.96	37.33	2.45				
w_pt	Witikon	239	28.08	38.46	2.49	w_pt	Equal variances assumed	0.097	0.756
	Seefeld	230	30.69	44.85	2.96				
w_stro	Witikon	236	60.69	79.98	5.21	w_stro	Equal variances assumed	0.094	0.759
	Seefeld	232	60.65	81.46	5.35				
w_trai	Witikon	238	10.30	49.63	3.22	w_trai	Equal variances assumed	4.481	0.035
	Seefeld	235	16.81	66.73	4.36				
w_oth	Witikon	238	7.85	26.56	1.72	w_oth	Equal variances assumed	8.896	0.003
	Seefeld	233	12.70	40.22	2.63				

Independent Samples Test								
		t-test for Equality of Means			Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
		t	df	Sig. (2-tailed)			Lower	Upper
w_work	Equal variances assumed	-1.976	475	0.049	-10.186	5.155	-20.316	-0.056
	Equal variances not assumed	-1.977	474.19	0.049	-10.186	5.154	-20.313	-0.059
w_sho	Equal variances assumed	-2.493	464	0.013	-9.367	3.758	-16.751	-1.982
	Equal variances not assumed	-2.493	454.238	0.013	-9.367	3.756	-16.749	-1.984
w_pt	Equal variances assumed	-0.679	467	0.498	-2.616	3.853	-10.187	4.956
	Equal variances not assumed	-0.677	450.666	0.499	-2.616	3.864	-10.210	4.979
w_stro	Equal variances assumed	0.005	466	0.996	0.041	7.464	-14.627	14.708
	Equal variances not assumed	0.005	465.273	0.996	0.041	7.465	-14.629	14.710
w_trai	Equal variances assumed	-1.204	471	0.229	-6.509	5.404	-17.128	4.111
	Equal variances not assumed	-1.202	431.462	0.230	-6.509	5.415	-17.152	4.135
w_oth	Equal variances assumed	-1.546	469	0.123	-4.844	3.134	-11.002	1.314
	Equal variances not assumed	-1.54	401.655	0.124	-4.844	3.146	-11.028	1.340

Annexe 3.8 : Le niveau d'activité physique d'intensité moyenne

Group Statistics					Independent Samples Test				
	Quartier	N	Mean	Std. Deviation	Error Mean		Equality of Variances		
							F	Sig.	
mpa_act	Witikon	217	0.11	0.315	0.021	mpa_act	Equal variances assumed	0.076	0.782
	Seefeld	204	0.11	0.309	0.022				
mpa_irreg	Witikon	217	0.26	0.441	0.03	mpa_irreg	Equal variances assumed	7.191	0.008
	Seefeld	204	0.21	0.406	0.028				
mpa_part	Witikon	217	0.46	0.499	0.034	mpa_part	Equal variances assumed	1.307	0.254
	Seefeld	204	0.5	0.501	0.035				
mpa_inact	Witikon	217	0.17	0.375	0.025	mpa_inact	Equal variances assumed	1.509	0.220
	Seefeld	204	0.19	0.394	0.028				

Independent Samples Test								
		t-test for Equality of Means			Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
		t	df	Sig. (2-tailed)			Lower	Upper
mpa_act	Equal variances assumed	0.138	418	0.890	0.004	0.03	-0.056	0.064
	Equal variances not assumed	0.138	417.451	0.890	0.004	0.03	-0.056	0.064
mpa_irreg	Equal variances assumed	1.332	418	0.183	0.055	0.041	-0.026	0.137
	Equal variances not assumed	1.336	418.075	0.182	0.055	0.041	-0.026	0.136
mpa_part	Equal variances assumed	-0.745	418	0.457	-0.036	0.049	-0.132	0.06
	Equal variances not assumed	-0.745	416.537	0.457	-0.036	0.049	-0.132	0.06
mpa_inact	Equal variances assumed	-0.614	418	0.539	-0.023	0.037	-0.097	0.051
	Equal variances not assumed	-0.613	413.155	0.540	-0.023	0.038	-0.097	0.051

Annexe 3.9 : Le niveau d'activité physique global

Group Statistics					Independent Samples Test				
	Quartier	N	Mean	Std. Deviation	Error Mean		Equality of Variances		
							F	Sig.	
pa_tra1	Witikon	233	0.31	0.465	0.03	pa_tra1	Equal variances assumed	2.527	0.113
	Seefeld	229	0.28	0.45	0.03				
pa_act2	Witikon	236	0.03	0.181	0.012	pa_act2	Equal variances assumed	5.693	0.017
	Seefeld	229	0.06	0.232	0.015				
pa_irreg	Witikon	234	0.28	0.449	0.029	pa_irreg	Equal variances assumed	0.166	0.684
	Seefeld	227	0.29	0.453	0.03				
pa_part	Witikon	233	0.29	0.456	0.03	pa_part	Equal variances assumed	0.461	0.497
	Seefeld	227	0.28	0.449	0.03				
pa_inact	Witikon	231	0.09	0.282	0.019	pa_inact	Equal variances assumed	0.633	0.427
	Seefeld	226	0.10	0.297	0.02				

Independent Samples Test								
		t-test for Equality of Means			Mean	Std. Error	95% Confidence Interval of the Difference	
		t	df	Sig. (2-tailed)	Difference	Difference	Lower	Upper
pa_tra1	Equal variances assumed	0.795	460	0.427	0.034	0.043	-0.05	0.117
	Equal variances not assumed	0.795	459.887	0.427	0.034	0.043	-0.05	0.117
pa_act2	Equal variances assumed	-1.187	463	0.236	-0.023	0.019	-0.061	0.015
	Equal variances not assumed	-1.182	431.468	0.238	-0.023	0.019	-0.061	0.015
pa_irreg	Equal variances assumed	-0.204	459	0.839	-0.009	0.042	-0.091	0.074
	Equal variances not assumed	-0.204	458.277	0.839	-0.009	0.042	-0.091	0.074
pa_part	Equal variances assumed	0.339	458	0.734	0.014	0.042	-0.069	0.097
	Equal variances not assumed	0.339	457.944	0.734	0.014	0.042	-0.069	0.097
pa_inact	Equal variances assumed	-0.397	455	0.691	-0.011	0.027	-0.064	0.042
	Equal variances not assumed	-0.397	452.484	0.691	-0.011	0.027	-0.064	0.042

Annexe 3.10 : Temps moyen consacré à la marche, proportion de personnes qui marchent 30 min. par jour, proportion de personnes pratiquant 30 min. de mobilité à force humaine par jour, temps total moyen consacré à la marche depuis le domicile, nombre de déplacements depuis le domicile et indice de masse corporelle: toute la population

Group Statistics					Independent Samples Test				
	Quartier	N	Mean	Std. Deviation	Error Mean		Equality of Variances		
							F	Sig.	
t_wa_day	Witikon	240	57.16	53.38	3.45	t_wa_day	Equal variances assumed	1.037	0.309
	Seefeld	233	55.41	48.04	3.14				
walks30total	Witikon	240	0.68	0.469	0.03	walks30total	Equal variances assumed	2.336	0.127
	Seefeld	233	0.71	0.456	0.03				
hpm30	Witikon	240	0.75	0.43	0.03	hpm30	Equal variances assumed	23.01	0.000
	Seefeld	233	0.84	0.37	0.02				
w_total	Witikon	229	143.50	142.83	9.45	w_total	Equal variances assumed	1.267	0.261
	Seefeld	226	178.61	147.35	9.80				
walks30	Witikon	229	0.21	0.41	0.03	walks30	Equal variances assumed	35.544	0.000
	Seefeld	226	0.34	0.47	0.03				
w_trips	Witikon	239	8.64	6.56	0.42	w_trips	Equal variances assumed	4.28	0.039
	Seefeld	235	12.96	7.62	0.50				
bmi	Witikon	233	23.24	4.01	0.26	bmi	Equal variances assumed	0.859	0.355
	Seefeld	233	22.58	3.76	0.25				

Independent Samples Test								
		t-test for Equality of Means			Mean	Std. Error	95% Confidence Interval of the Difference	
		t	df	Sig. (2-tailed)	Difference	Difference	Lower	Upper
t_wa_day	Equal variances assumed	0.374	471	0.708	1.749	4.673	-7.433	10.931
	Equal variances not assumed	0.375	468.401	0.708	1.749	4.666	-7.420	10.918
walks30total	Equal variances assumed	-0.764	471	0.445	-0.032	0.043	-0.116	0.051
	Equal variances not assumed	-0.764	471.228	0.445	-0.032	0.043	-0.116	0.051
hpm30	Equal variances assumed	-2.362	471	0.019	-0.087	0.037	-0.159	-0.015
	Equal variances not assumed	-2.367	462.802	0.018	-0.087	0.037	-0.159	-0.015
w_total	Equal variances assumed	-2.579	452	0.010	-35.114	13.613	-61.867	-8.361
	Equal variances not assumed	-2.579	451.578	0.010	-35.114	13.616	-61.872	-8.356
walks30	Equal variances assumed	-2.983	452	0.003	-0.124	0.042	-0.206	-0.042
	Equal variances not assumed	-2.98	441.969	0.003	-0.124	0.042	-0.206	-0.042
w_trips	Equal variances assumed	-6.617	472	0.000	-4.320	0.653	-5.603	-3.037
	Equal variances not assumed	-6.609	460.186	0.000	-4.320	0.654	-5.604	-3.035
bmi	Equal variances assumed	1.835	464	0.067	0.660	0.360	-0.047	1.368
	Equal variances not assumed	1.835	462.195	0.067	0.660	0.360	-0.047	1.368

Annexe 3.11 : Marche globale, déplacements effectués depuis le domicile et indice de masse corporelle dans la population sans cyclistes et selon sexe et classe d'âge

Hommes

Group Statistics

	Quartier	N	Mean	Std. Deviation	Error Mean
t_wa_day	Witikon	111	52.986	46.696	4.432
	Seefeld	93	53.909	48.900	5.071
walks30total	Witikon	111	0.630	0.485	0.046
	Seefeld	93	0.690	0.466	0.048
w_total	Witikon	104	125.317	135.492	13.286
	Seefeld	89	175.542	158.932	16.847
w_trips	Witikon	111	7.685	6.355	0.603
	Seefeld	94	12.612	7.655	0.790
walks30	Witikon	104	0.150	0.363	0.036
	Seefeld	89	0.300	0.462	0.049
bmi	Witikon	111	24.358	3.221	0.306
	Seefeld	93	23.406	2.951	0.306

Independent Samples Test

		Equality of Variances	
		F	Sig.
t_wa_day	Equal variances assumed	0.096	0.758
walks30total	Equal variances assumed	2.997	0.085
w_total	Equal variances assumed	4.018	0.046
w_trips	Equal variances assumed	3.231	0.074
walks30	Equal variances assumed	25.681	0.000
bmi	Equal variances assumed	1.473	0.226

Independent Samples Test

		t-test for Equality of Means			Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
		t	df	Sig. (2-tailed)			Lower	Upper
t_wa_day	Equal variances assumed	-0.138	202	0.891	-0.924	6.707	-14.149	12.302
	Equal variances not assumed	-0.137	192.367	0.891	-0.924	6.735	-14.207	12.360
walks30total	Equal variances assumed	-0.86	202	0.391	-0.058	0.067	-0.190	0.074
	Equal variances not assumed	-0.863	198.228	0.389	-0.058	0.067	-0.189	0.074
w_total	Equal variances assumed	-2.37	191	0.019	-50.224	21.192	-92.024	-8.424
	Equal variances not assumed	-2.341	173.999	0.020	-50.224	21.455	-92.571	-7.878
w_trips	Equal variances assumed	-5.036	203	0.000	-4.927	0.978	-6.856	-2.998
	Equal variances not assumed	-4.959	181.085	0.000	-4.927	0.994	-6.887	-2.967
walks30	Equal variances assumed	-2.516	191	0.013	-0.150	0.059	-0.267	-0.032
	Equal variances not assumed	-2.47	165.77	0.015	-0.150	0.061	-0.269	-0.030
bmi	Equal variances assumed	2.182	202	0.030	0.951	0.436	0.092	1.811
	Equal variances not assumed	2.199	200.365	0.029	0.951	0.433	0.098	1.804

Femmes

Group Statistics

	Quartier	N	Mean	Std. Deviation	Error Mean
t_wa_day	Witikon	129	61.334	59.216	5.214
	Seefeld	140	56.929	47.349	4.002
walks30total	Witikon	129	0.720	0.450	0.040
	Seefeld	140	0.730	0.446	0.038
w_total	Witikon	125	161.060	148.034	13.241
	Seefeld	137	181.636	135.717	11.595
w_trips	Witikon	128	9.606	6.658	0.588
	Seefeld	141	13.316	7.611	0.641
walks30	Witikon	125	0.270	0.447	0.040
	Seefeld	137	0.370	0.485	0.041
bmi	Witikon	122	22.063	4.412	0.400
	Seefeld	139	21.744	4.282	0.363

Independent Samples Test

		Equality of Variances	
		F	Sig.
t_wa_day	Equal variances assumed	1.491	0.223
walks30total	Equal variances assumed	0.078	0.780
w_total	Equal variances assumed	0.292	0.589
w_trips	Equal variances assumed	1.49	0.223
walks30	Equal variances assumed	11.95	0.001
bmi	Equal variances assumed	0.043	0.836

Independent Samples Test

		t-test for Equality of Means			Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
		t	df	Sig. (2-tailed)			Lower	Upper
t_wa_day	Equal variances assumed	0.676	267	0.499	4.406	6.513	-8.418	17.230
	Equal variances not assumed	0.67	244.954	0.503	4.406	6.572	-8.540	17.352
walks30total	Equal variances assumed	-0.14	267	0.889	-0.008	0.055	-0.115	0.100
	Equal variances not assumed	-0.14	264.804	0.889	-0.008	0.055	-0.115	0.100
w_total	Equal variances assumed	-1.174	260	0.242	-20.576	17.530	-55.095	13.943
	Equal variances not assumed	-1.169	251.991	0.243	-20.576	17.600	-55.238	14.086
w_trips	Equal variances assumed	-4.236	267	0.000	-3.710	0.876	-5.434	-1.986
	Equal variances not assumed	-4.264	266.642	0.000	-3.710	0.870	-5.423	-1.997
walks30	Equal variances assumed	-1.735	260	0.084	-0.100	0.058	-0.214	0.014
	Equal variances not assumed	-1.741	259.976	0.083	-0.100	0.058	-0.214	0.013
bmi	Equal variances assumed	0.593	259	0.554	0.319	0.539	-0.742	1.381
	Equal variances not assumed	0.592	252.471	0.555	0.319	0.540	-0.744	1.383

18 - 24 ans

Group Statistics					
	Quarter	N	Mean	Std. Deviation	Error Mean
t_wa_day	Witikon	28	68.087	51.440	9.721
	Seefeld	25	83.371	63.104	12.621
walks30total	Witikon	28	0.820	0.390	0.074
	Seefeld	25	0.800	0.408	0.082
w_total	Witikon	28	101.375	103.272	19.517
	Seefeld	25	131.480	85.211	17.042
w_trips	Witikon	28	11.714	6.927	1.309
	Seefeld	25	16.200	7.561	1.512
walks30	Witikon	28	0.070	0.262	0.050
	Seefeld	25	0.160	0.374	0.075
bmi	Witikon	28	22.089	3.076	0.581
	Seefeld	24	20.864	1.416	0.289

Independent Samples Test			
		Equality of Variances	
		F	Sig.
t_wa_day	Equal variances assumed	0.289	0.593
	Equal variances not assumed		
walks30total	Equal variances assumed	0.152	0.698
	Equal variances not assumed		
w_total	Equal variances assumed	0.247	0.621
	Equal variances not assumed		
w_trips	Equal variances assumed	0.251	0.618
	Equal variances not assumed		
walks30	Equal variances assumed	4.279	0.044
	Equal variances not assumed		
bmi	Equal variances assumed	7.421	0.009
	Equal variances not assumed		

Independent Samples Test

		t-test for Equality of Means			Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
		t	df	Sig. (2-tailed)			Lower	Upper
t_wa_day	Equal variances assumed	-0.971	51	0.336	-15.285	15.747	-46.897	16.328
	Equal variances not assumed	-0.959	46.406	0.342	-15.285	15.931	-47.344	16.775
walks30total	Equal variances assumed	0.195	51	0.846	0.021	0.110	-0.199	0.242
	Equal variances not assumed	0.195	49.71	0.846	0.021	0.110	-0.200	0.242
w_total	Equal variances assumed	-1.149	51	0.256	-30.105	26.196	-82.695	22.485
	Equal variances not assumed	-1.162	50.707	0.251	-30.105	25.910	-82.129	21.919
w_trips	Equal variances assumed	-2.254	51	0.029	-4.486	1.990	-8.481	-0.490
	Equal variances not assumed	-2.243	48.994	0.029	-4.486	2.000	-8.505	-0.466
walks30	Equal variances assumed	-1.006	51	0.319	-0.089	0.088	-0.265	0.088
	Equal variances not assumed	-0.987	42.419	0.329	-0.089	0.090	-0.270	0.093
bmi	Equal variances assumed	1.793	50	0.079	1.225	0.683	-0.148	2.597
	Equal variances not assumed	1.886	39.198	0.067	1.225	0.649	-0.088	2.537

25 - 44 ans

Group Statistics					
	Quarter	N	Mean	Std. Deviation	Error Mean
t_wa_day	Witikon	134	60.229	59.506	5.141
	Seefeld	135	50.841	44.029	3.789
walks30total	Witikon	134	0.680	0.469	0.040
	Seefeld	135	0.690	0.465	0.040
w_total	Witikon	128	155.375	153.431	13.562
	Seefeld	129	166.257	141.086	12.422
w_trips	Witikon	133	8.365	6.624	0.574
	Seefeld	134	12.545	7.757	0.670
walks30	Witikon	128	0.260	0.439	0.039
	Seefeld	129	0.300	0.461	0.041
bmi	Witikon	129	23.086	3.225	0.284
	Seefeld	132	22.080	3.044	0.265

Independent Samples Test			
		Equality of Variances	
		F	Sig.
t_wa_day	Equal variances assumed	3.657	0.057
	Equal variances not assumed		
walks30total	Equal variances assumed	0.118	0.731
	Equal variances not assumed		
w_total	Equal variances assumed	0.655	0.419
	Equal variances not assumed		
w_trips	Equal variances assumed	3.563	0.060
	Equal variances not assumed		
walks30	Equal variances assumed	2.513	0.114
	Equal variances not assumed		
bmi	Equal variances assumed	0.521	0.471
	Equal variances not assumed		

Independent Samples Test

		t-test for Equality of Means			Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
		t	df	Sig. (2-tailed)			Lower	Upper
t_wa_day	Equal variances assumed	1.472	267	0.142	9.388	6.379	-3.172	21.948
	Equal variances not assumed	1.47	245.012	0.143	9.388	6.386	-3.191	21.967
walks30total	Equal variances assumed	-0.172	267	0.864	-0.010	0.057	-0.122	0.102
	Equal variances not assumed	-0.172	266.933	0.864	-0.010	0.057	-0.122	0.102
w_total	Equal variances assumed	-0.592	255	0.554	-10.882	18.385	-47.088	25.323
	Equal variances not assumed	-0.592	252.884	0.555	-10.882	18.391	-47.101	25.336
w_trips	Equal variances assumed	-4.733	265	0.000	-4.180	0.883	-5.919	-2.441
	Equal variances not assumed	-4.736	259.234	0.000	-4.180	0.883	-5.918	-2.442
walks30	Equal variances assumed	-0.792	255	0.429	-0.045	0.056	-0.155	0.066
	Equal variances not assumed	-0.793	254.575	0.429	-0.045	0.056	-0.155	0.066
bmi	Equal variances assumed	2.593	259	0.010	1.006	0.388	0.242	1.771
	Equal variances not assumed	2.591	257.317	0.010	1.006	0.388	0.242	1.771

45 - 59 ans

Group Statistics

	Quartier	N	Mean	Std. Deviation	Error Mean
t_wa_day	Witikon	78	48.929	42.731	4.838
	Seefeld	73	55.284	46.316	5.421
walks30total	Witikon	78	0.630	0.486	0.055
	Seefeld	73	0.730	0.449	0.053
w_total	Witikon	73	143.000	136.205	15.942
	Seefeld	72	219.071	159.872	18.841
w_trips	Witikon	78	8.231	6.154	0.697
	Seefeld	76	12.855	7.236	0.830
walks30	Witikon	73	0.210	0.407	0.048
	Seefeld	72	0.490	0.503	0.059
bmi	Witikon	76	23.668	5.371	0.616
	Seefeld	76	23.472	5.252	0.602

Independent Samples Test

		Equality of Variances	
		F	Sig.
t_wa_day	Equal variances assumed	0.001	0.978
walks30total	Equal variances assumed	6.479	0.012
w_total	Equal variances assumed	3.776	0.054
w_trips	Equal variances assumed	0.605	0.438
walks30	Equal variances assumed	37.434	0.000
bmi	Equal variances assumed	0.136	0.713

Independent Samples Test

		t-test for Equality of Means			Mean	Std. Error	95% Confidence Interval of the Difference	
		t	df	Sig. (2-tailed)	Difference	Difference	Lower	Upper
t_wa_day	Equal variances assumed	-0.877	149	0.382	-6.355	7.247	-20.675	7.964
	Equal variances not assumed	-0.875	145.855	0.383	-6.355	7.266	-20.716	8.005
walks30total	Equal variances assumed	-1.282	149	0.202	-0.098	0.076	-0.249	0.053
	Equal variances not assumed	-1.285	148.974	0.201	-0.098	0.076	-0.248	0.053
w_total	Equal variances assumed	-3.086	143	0.002	-76.071	24.653	-124.803	-27.339
	Equal variances not assumed	-3.082	138.865	0.002	-76.071	24.680	-124.869	-27.273
w_trips	Equal variances assumed	-4.276	152	0.000	-4.624	1.081	-6.761	-2.488
	Equal variances not assumed	-4.267	146.893	0.000	-4.624	1.084	-6.766	-2.483
walks30	Equal variances assumed	-3.695	143	0.000	-0.281	0.076	-0.431	-0.130
	Equal variances not assumed	-3.689	136.214	0.000	-0.281	0.076	-0.431	-0.130
bmi	Equal variances assumed	0.227	150	0.821	0.196	0.862	-1.507	1.898
	Equal variances not assumed	0.227	149.925	0.821	0.196	0.862	-1.507	1.898

Toute la population sans cyclistes

Group Statistics

	Quartier	N	Mean	Std. Deviation	Error Mean
t_wa_day	Witikon	184	57.48	52.28	3.86
	Seefeld	126	58.36	46.62	4.15
walks30total	Witikon	184	0.68	0.468	0.035
	Seefeld	128	0.76	0.43	0.038
w_total	Witikon	174	146.67	143.07	10.86
	Seefeld	122	192.30	151.54	13.70
w_trips	Witikon	183	8.81	6.61	0.49
	Seefeld	125	14.41	7.62	0.68

Independent Samples Test

		Equality of Variances	
		F	Sig.
t_wa_day	Equal variances assumed	0.629	0.428
walks30total	Equal variances assumed	9.659	0.002
w_total	Equal variances assumed	1.143	0.286
w_trips	Equal variances assumed	2.788	0.096

Independent Samples Test

		t-test for Equality of Means			Mean	Std. Error	95% Confidence Interval of the Difference	
		t	df	Sig. (2-tailed)	Difference	Difference	Lower	Upper
t_wa_day	Equal variances assumed	-0.151	308	0.880	-0.875	5.790	-12.267	10.518
	Equal variances not assumed	-0.154	287.425	0.877	-0.875	5.667	-12.029	10.280
walks30total	Equal variances assumed	-1.505	310	0.133	-0.08	0.052	-0.181	0.024
	Equal variances not assumed	-1.528	287.17	0.128	-0.08	0.051	-0.18	0.023
w_total	Equal variances assumed	-2.636	294	0.009	-45.628	17.313	-79.701	-11.556
	Equal variances not assumed	-2.609	251.665	0.010	-45.628	17.486	-80.066	-11.190
w_trips	Equal variances assumed	-6.866	306	0.000	-5.603	0.816	-7.209	-3.997
	Equal variances not assumed	-6.686	241.364	0.000	-5.603	0.838	-7.254	-3.952

Annexe 3.12 : Attitudes en matière de transport et modes de vie

Group Statistics						Independent Samples Test			
	Quartier	N	Mean	Std. Deviation	Error Mean		Equality of Variances	F	Sig.
propt	Witikon	222	-0.258	1.005	0.067	propt	Equal variances assumed	2.82	0.094
	Seefeld	217	0.259	0.921	0.062				
prowalk	Witikon	222	-0.166	0.988	0.066	prowalk	Equal variances assumed	0.08	0.777
	Seefeld	217	0.114	0.990	0.067				
lshome	Witikon	233	0.038	0.964	0.063	lshome	Equal variances assumed	0.911	0.340
	Seefeld	227	-0.031	1.028	0.068				
lsurba	Witikon	233	-0.229	1.007	0.066	lsurba	Equal variances assumed	0.604	0.437
	Seefeld	227	0.238	0.930	0.062				
lsfmly	Witikon	233	0.107	0.949	0.062	lsfmly	Equal variances assumed	4.048	0.045
	Seefeld	227	-0.147	1.044	0.069				

Independent Samples Test

		t-test for Equality of Means			Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
		t	df	Sig. (2-tailed)			Lower	Upper
propt	Equal variances assumed	-5.621	437.0	0.000	-0.517	0.092	-0.698	-0.336
	Equal variances not assumed	-5.627	435.4	0.000	-0.517	0.092	-0.698	-0.337
prowalk	Equal variances assumed	-2.965	437.0	0.003	-0.280	0.094	-0.465	-0.094
	Equal variances not assumed	-2.965	436.9	0.003	-0.280	0.094	-0.465	-0.094
lshome	Equal variances assumed	0.741	458.0	0.459	0.069	0.093	-0.114	0.251
	Equal variances not assumed	0.741	453.9	0.459	0.069	0.093	-0.114	0.252
lsurba	Equal variances assumed	-5.164	458.0	0.000	-0.467	0.090	-0.645	-0.289
	Equal variances not assumed	-5.169	456.5	0.000	-0.467	0.090	-0.645	-0.290
lsfmly	Equal variances assumed	2.734	458.0	0.006	0.254	0.093	0.071	0.437
	Equal variances not assumed	2.731	451.0	0.007	0.254	0.093	0.071	0.437

Annexe 3.13 : Accessibilité des services, commerces et installations (5 min., 10 min., 20 min.)

Group Statistics						Independent Samples Test			
	Quartier	N	Mean	Std. Deviation	Error Mean		Equality of Variances	F	Sig.
d_shop5	Witikon	209.7	0.38	0.486	0.034	d_shop5	Equal variances assumed	246.7986	0.000
	Seefeld	229.6	0.90	0.301	0.020		d_sm5	Equal variances assumed	53.64718	0.000
d_sm5	Witikon	237.1	0.26	0.438	0.028	d_bak5		Equal variances assumed	7.030642	0.008
	Seefeld	232.6	0.57	0.496	0.033		d_butch5	Equal variances assumed	108.1112	0.000
d_bak5	Witikon	234	0.23	0.420	0.027	d_post5		Equal variances assumed	120.6658	0.000
	Seefeld	231.7	0.72	0.451	0.030		d_rest5	Equal variances assumed	156.1244	0.000
d_butch5	Witikon	175.4	0.17	0.374	0.028	d_cafe5		Equal variances assumed	33.826	0.000
	Seefeld	196.7	0.40	0.491	0.035		d_bank5	Equal variances assumed	82.24285	0.000
d_post5	Witikon	238.9	0.20	0.401	0.026	d_drug5		Equal variances assumed	31.03137	0.000
	Seefeld	235.5	0.45	0.499	0.033		d_pt5	Equal variances assumed	214.3455	0.000
d_rest5	Witikon	234.1	0.36	0.482	0.032	d_park5		Equal variances assumed	22.97916	0.000
	Seefeld	235.5	0.87	0.342	0.022		d_fo5	Equal variances assumed	1138.299	0.000
d_cafe5	Witikon	223.1	0.31	0.462	0.031	d_lake5		Equal variances assumed	46.97081	0.000
	Seefeld	232.6	0.81	0.393	0.026		s_sg5	Equal variances assumed	11.75102	0.001
d_bank5	Witikon	237.8	0.29	0.454	0.029	d_job5		Equal variances assumed	33.46834	0.000
	Seefeld	230.9	0.13	0.335	0.022				
d_drug5	Witikon	235.8	0.31	0.464	0.030				
	Seefeld	233.4	0.80	0.401	0.026				
d_pt5	Witikon	239.9	0.73	0.444	0.029				
	Seefeld	236.3	0.94	0.238	0.015				
d_park5	Witikon	163.3	0.43	0.497	0.039				
	Seefeld	235.5	0.70	0.457	0.030				
d_fo5	Witikon	238.9	0.61	0.489	0.032				
	Seefeld	229.2	0.03	0.168	0.011				
d_lake5	Witikon	231	0.06	0.230	0.015				
	Seefeld	236.3	0.85	0.354	0.023				
s_sg5	Witikon	223.6	0.15	0.360	0.024				
	Seefeld	190.4	0.22	0.413	0.030				
d_job5	Witikon	215.7	0.04	0.188	0.013				
	Seefeld	218.4	0.11	0.307	0.021				

Independent Samples Test									
		t-test for Equality of Means			Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference		
		t	df	Sig. (2-tailed)			Lower	Upper	
d_shop5	Equal variances assumed	-13.72	437.3	0.000	-0.524	0.038	-0.599	-0.449	
	Equal variances not assumed	-13.45	342.1	0.000	-0.524	0.039	-0.601	-0.447	
d_sm5	Equal variances assumed	-7.26	467.6	0.000	-0.313	0.043	-0.398	-0.228	
	Equal variances not assumed	-7.25	458.3	0.000	-0.313	0.043	-0.398	-0.228	
d_bak5	Equal variances assumed	-12.15	463.7	0.000	-0.491	0.040	-0.570	-0.411	
	Equal variances not assumed	-12.14	460.8	0.000	-0.491	0.040	-0.570	-0.411	
d_butch5	Equal variances assumed	-5.05	370.0	0.000	-0.230	0.046	-0.320	-0.141	
	Equal variances not assumed	-5.13	361.4	0.000	-0.230	0.045	-0.319	-0.142	
d_post5	Equal variances assumed	-6.07	472.4	0.000	-0.252	0.042	-0.334	-0.171	
	Equal variances not assumed	-6.06	448.7	0.000	-0.252	0.042	-0.334	-0.170	
d_rest5	Equal variances assumed	-12.98	467.6	0.000	-0.501	0.039	-0.577	-0.425	
	Equal variances not assumed	-12.97	420.2	0.000	-0.501	0.039	-0.577	-0.425	
d_cafe5	Equal variances assumed	-12.55	453.7	0.000	-0.504	0.040	-0.582	-0.425	
	Equal variances not assumed	-12.50	436.2	0.000	-0.504	0.040	-0.583	-0.424	
d_bank5	Equal variances assumed	4.32	466.7	0.000	0.160	0.037	0.087	0.232	
	Equal variances not assumed	4.34	436.1	0.000	0.160	0.037	0.087	0.232	
d_drug5	Equal variances assumed	-12.17	467.2	0.000	-0.488	0.040	-0.567	-0.409	
	Equal variances not assumed	-12.18	459.0	0.000	-0.488	0.040	-0.567	-0.409	
d_pt5	Equal variances assumed	-6.34	474.2	0.000	-0.207	0.033	-0.272	-0.143	
	Equal variances not assumed	-6.37	367.2	0.000	-0.207	0.033	-0.271	-0.143	
d_park5	Equal variances assumed	-5.69	396.7	0.000	-0.274	0.048	-0.369	-0.180	
	Equal variances not assumed	-5.60	330.3	0.000	-0.274	0.049	-0.371	-0.178	
d_fo5	Equal variances assumed	17.01	466.1	0.000	0.580	0.034	0.513	0.647	
	Equal variances not assumed	17.29	295.7	0.000	0.580	0.034	0.514	0.646	
d_lake5	Equal variances assumed	-28.82	465.3	0.000	-0.798	0.028	-0.852	-0.744	
	Equal variances not assumed	-28.95	404.5	0.000	-0.798	0.028	-0.852	-0.744	
s_sg5	Equal variances assumed	-1.71	412.0	0.087	-0.065	0.038	-0.140	0.010	
	Equal variances not assumed	-1.69	378.6	0.091	-0.065	0.038	-0.141	0.010	
d_job5	Equal variances assumed	-2.79	432.1	0.005	-0.068	0.024	-0.117	-0.020	
	Equal variances not assumed	-2.80	361.0	0.005	-0.068	0.024	-0.116	-0.020	

Annexe 3 : Tests de la moyenne

Group Statistics

	Quartier	N	Mean	Std. Deviation	Error Mean
d_shop10	Witikon	210	0.72	0.449	0.031
	Seefeld	230	0.99	0.104	0.007
d_sm10	Witikon	237	0.67	0.471	0.031
	Seefeld	233	0.91	0.289	0.019
d_bak10	Witikon	234	0.68	0.466	0.030
	Seefeld	232	0.95	0.223	0.015
d_butc10	Witikon	175	0.47	0.500	0.038
	Seefeld	197	0.78	0.416	0.030
d_post10	Witikon	239	0.49	0.501	0.032
	Seefeld	235	0.85	0.360	0.023
d_rest10	Witikon	234	0.74	0.438	0.029
	Seefeld	235	0.98	0.132	0.009
d_cafe10	Witikon	223	0.74	0.438	0.029
	Seefeld	233	0.97	0.167	0.011
d_bank10	Witikon	238	0.64	0.481	0.031
	Seefeld	231	0.42	0.494	0.033
d_drug10	Witikon	236	0.74	0.440	0.029
	Seefeld	233	0.97	0.162	0.011
d_pt10	Witikon	240	0.98	0.126	0.008
	Seefeld	236	1.00	0.000	0.000
d_park10	Witikon	163	0.60	0.492	0.039
	Seefeld	235	0.92	0.274	0.018
d_fo10	Witikon	239	0.90	0.299	0.019
	Seefeld	229	0.27	0.446	0.029
d_lake10	Witikon	231	0.09	0.293	0.019
	Seefeld	236	0.99	0.084	0.005
d_sg10	Witikon	224	0.40	0.492	0.033
	Seefeld	190	0.49	0.501	0.036
d_job10	Witikon	216	0.06	0.237	0.016
	Seefeld	218	0.21	0.407	0.028

Independent Samples Test

		Equality of Variances	
		F	Sig.
d_shop10	Equal variances assumed	650.523	0.000
	Equal variances not assumed		
d_sm10	Equal variances assumed	216.355	0.000
	Equal variances not assumed		
d_bak10	Equal variances assumed	371.25	0.000
	Equal variances not assumed		
d_butc10	Equal variances assumed	75.236	0.000
	Equal variances not assumed		
d_post10	Equal variances assumed	220.973	0.000
	Equal variances not assumed		
d_rest10	Equal variances assumed	457.103	0.000
	Equal variances not assumed		
d_cafe10	Equal variances assumed	350.328	0.000
	Equal variances not assumed		
d_bank10	Equal variances assumed	6.009	0.015
	Equal variances not assumed		
d_drug10	Equal variances assumed	386.822	0.000
	Equal variances not assumed		
d_pt10	Equal variances assumed	15.955	0.000
	Equal variances not assumed		
d_park10	Equal variances assumed	305.742	0.000
	Equal variances not assumed		
d_fo10	Equal variances assumed	111.94	0.000
	Equal variances not assumed		
d_lake10	Equal variances assumed	91.815	0.000
	Equal variances not assumed		
d_sg10	Equal variances assumed	7.288	0.007
	Equal variances not assumed		
d_job10	Equal variances assumed	102.748	0.000
	Equal variances not assumed		

Independent Samples Test

		t-test for Equality of Means			Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
		t	df	Sig. (2-tailed)			Lower	Upper
d_shop10	Equal variances assumed	-8.77	437.0	0.000	-0.270	0.030	-0.327	-0.207
	Equal variances not assumed	-8.42	229.0	0.000	-0.270	0.032	-0.330	-0.205
d_sm10	Equal variances assumed	-6.55	468.0	0.000	-0.240	0.036	-0.307	-0.165
	Equal variances not assumed	-6.57	393.4	0.000	-0.240	0.036	-0.307	-0.166
d_bak10	Equal variances assumed	-7.76	464.0	0.000	-0.260	0.034	-0.330	-0.196
	Equal variances not assumed	-7.79	335.2	0.000	-0.260	0.034	-0.329	-0.197
d_butc10	Equal variances assumed	-6.60	370.0	0.000	-0.310	0.048	-0.407	-0.220
	Equal variances not assumed	-6.53	340.3	0.000	-0.310	0.048	-0.408	-0.219
d_post10	Equal variances assumed	-9.01	472.0	0.000	-0.360	0.040	-0.440	-0.283
	Equal variances not assumed	-9.03	432.4	0.000	-0.360	0.040	-0.440	-0.283
d_rest10	Equal variances assumed	-8.01	468.0	0.000	-0.240	0.030	-0.297	-0.180
	Equal variances not assumed	-7.99	275.2	0.000	-0.240	0.030	-0.297	-0.180
d_cafe10	Equal variances assumed	-7.43	454.0	0.000	-0.230	0.031	-0.290	-0.169
	Equal variances not assumed	-7.31	283.2	0.000	-0.230	0.031	-0.291	-0.168
d_bank10	Equal variances assumed	4.91	467.0	0.000	0.220	0.045	0.133	0.310
	Equal variances not assumed	4.91	465.3	0.000	0.220	0.045	0.133	0.310
d_drug10	Equal variances assumed	-7.65	467.0	0.000	-0.230	0.031	-0.295	-0.174
	Equal variances not assumed	-7.68	297.8	0.000	-0.230	0.031	-0.295	-0.175
d_pt10	Equal variances assumed	-1.96	474.0	0.050	-0.020	0.008	-0.032	0.000
	Equal variances not assumed	-1.98	238.9	0.049	-0.020	0.008	-0.032	0.000
d_park10	Equal variances assumed	-8.37	397.0	0.000	-0.320	0.039	-0.399	-0.247
	Equal variances not assumed	-7.61	232.2	0.000	-0.320	0.042	-0.407	-0.239
d_fo10	Equal variances assumed	18.04	466.0	0.000	0.630	0.035	0.561	0.699
	Equal variances not assumed	17.90	396.5	0.000	0.630	0.035	0.561	0.699
d_lake10	Equal variances assumed	-45.29	465.0	0.000	-0.900	0.020	-0.938	-0.860
	Equal variances not assumed	-44.86	266.5	0.000	-0.900	0.020	-0.938	-0.859
d_sg10	Equal variances assumed	-1.85	412.0	0.065	-0.090	0.049	-0.187	0.006
	Equal variances not assumed	-1.85	399.0	0.066	-0.090	0.049	-0.187	0.006
d_job10	Equal variances assumed	-4.64	432.0	0.000	-0.150	0.032	-0.212	-0.086
	Equal variances not assumed	-4.66	350.5	0.000	-0.150	0.032	-0.211	-0.086

Group Statistics

	Quartier	N	Mean	Std. Deviation	Error Mean
d_shop20	Witikon	210	0.97	0.176	0.012
	Seefeld	230	1.00	0.000	0.000
d_sm20	Witikon	237	0.96	0.188	0.012
	Seefeld	233	0.99	0.104	0.007
d_bak20	Witikon	234	0.97	0.170	0.011
	Seefeld	232	1.00	0.000	0.000
d_butc20	Witikon	175	0.83	0.378	0.029
	Seefeld	197	0.99	0.121	0.009
d_post20	Witikon	239	0.94	0.246	0.016
	Seefeld	235	1.00	0.000	0.000
d_rest20	Witikon	234	0.99	0.109	0.007
	Seefeld	235	1.00	0.000	0.000
d_cafe20	Witikon	223	0.95	0.215	0.014
	Seefeld	233	1.00	0.000	0.000
d_bank20	Witikon	238	0.96	0.199	0.013
	Seefeld	231	0.88	0.323	0.021
d_drug20	Witikon	236	0.98	0.130	0.008
	Seefeld	233	1.00	0.000	0.000
d_pt20	Witikon	240	1.00	0.000	0.000
	Seefeld	236	1.00	0.000	0.000
d_park20	Witikon	163	0.80	0.404	0.032
	Seefeld	235	1.00	0.000	0.000
d_fo20	Witikon	239	1.00	0.000	0.000
	Seefeld	229	0.76	0.430	0.028
d_lake20	Witikon	231	1.00	0.450	0.030
	Seefeld	236	0.76	0.000	0.000
d_sg20	Witikon	224	0.87	0.342	0.023
	Seefeld	190	0.81	0.392	0.028
d_job20	Witikon	216	0.13	0.335	0.023
	Seefeld	218	0.46	0.499	0.034

Independent Samples Test

		Equality of Variances	
		F	Sig.
d_shop20	Equal variances assumed	32.065	0.000
	Equal variances not assumed		
d_sm20	Equal variances assumed	13.803	0.000
	Equal variances not assumed		
d_bak20	Equal variances assumed	30.114	0.000
	Equal variances not assumed		
d_butc20	Equal variances assumed	164.764	0.000
	Equal variances not assumed		
d_post20	Equal variances assumed	74.121	0.000
	Equal variances not assumed		
d_rest20	Equal variances assumed	11.589	0.001
	Equal variances not assumed		
d_cafe20	Equal variances assumed	52.457	0.000
	Equal variances not assumed		
d_bank20	Equal variances assumed	41.575	0.000
	Equal variances not assumed		
d_drug20	Equal variances assumed	16.694	0.000
	Equal variances not assumed		
d_pt20	t cannot be computed because the standard deviations of both groups are 0.		
d_park20	Equal variances assumed	433.253	0.000
	Equal variances not assumed		
d_fo20	Equal variances assumed	669.157	0.000
	Equal variances not assumed		
d_lake20	Equal variances assumed	978.211	0.000
	Equal variances not assumed		
d_sg20	Equal variances assumed	9.165	0.003
	Equal variances not assumed		
d_job20	Equal variances assumed	253.459	0.000
	Equal variances not assumed		

Independent Samples Test

		t-test for Equality of Means			Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
		t	df	Sig. (2-tailed)			Lower	Upper
d_shop20	Equal variances assumed	-2.74	437.0	0.006	-0.030	0.012	-0.055	-0.009
	Equal variances not assumed	-2.62	208.7	0.010	-0.030	0.012	-0.056	-0.008
d_sm20	Equal variances assumed	-1.83	468.0	0.068	-0.030	0.014	-0.053	0.002
	Equal variances not assumed	-1.84	369.0	0.067	-0.030	0.014	-0.053	0.002
d_bak20	Equal variances assumed	-2.66	464.0	0.008	-0.030	0.011	-0.052	-0.008
	Equal variances not assumed	-2.67	233.0	0.008	-0.030	0.011	-0.052	-0.008
d_butc20	Equal variances assumed	-5.49	370.0	0.000	-0.160	0.028	-0.212	-0.100
	Equal variances not assumed	-5.24	206.3	0.000	-0.160	0.030	-0.215	-0.097
d_post20	Equal variances assumed	-4.01	472.0	0.000	-0.060	0.016	-0.096	-0.033
	Equal variances not assumed	-4.04	237.9	0.000	-0.060	0.016	-0.095	-0.033
d_rest20	Equal variances assumed	-1.68	468.0	0.093	-0.010	0.007	-0.026	0.002
	Equal variances not assumed	-1.68	233.1	0.095	-0.010	0.007	-0.026	0.002
d_cafe20	Equal variances assumed	-3.44	454.0	0.001	-0.050	0.014	-0.076	-0.021
	Equal variances not assumed	-3.37	222.1	0.001	-0.050	0.014	-0.077	-0.020
d_bank20	Equal variances assumed	3.11	467.0	0.002	0.080	0.025	0.028	0.125
	Equal variances not assumed	3.09	380.1	0.002	0.080	0.025	0.028	0.126
d_drug20	Equal variances assumed	-2.01	467.0	0.045	-0.020	0.008	-0.034	0.000
	Equal variances not assumed	-2.02	234.8	0.045	-0.020	0.008	-0.034	0.000
d_park20	Equal variances assumed	-7.74	397.0	0.000	-0.200	0.026	-0.256	-0.152
	Equal variances not assumed	-6.44	162.3	0.000	-0.200	0.032	-0.266	-0.141
d_fo20	Equal variances assumed	8.76	466.0	0.000	0.240	0.028	0.189	0.299
	Equal variances not assumed	8.58	228.2	0.000	0.240	0.028	0.188	0.300
d_lake20	Equal variances assumed	-24.61	465.0	0.000	-0.720	0.029	-0.778	-0.663
	Equal variances not assumed	-24.33	230.0	0.000	-0.720	0.030	-0.778	-0.662
d_sg20	Equal variances assumed	1.51	412.0	0.131	0.050	0.036	-0.016	0.125
	Equal variances not assumed	1.50	378.7	0.136	0.050	0.036	-0.017	0.126
d_job20	Equal variances assumed	-8.04	432.0	0.000	-0.330	0.041	-0.409	-0.248
	Equal variances not assumed	-8.06	380.8	0.000	-0.330	0.041	-0.409	-0.248

Annexe 3.14 : Perceptions des attributs de l'environnement construit

Group Statistics						Independent Samples Test			
	Quartier	N	Mean	Std. Deviation	Error Mean		Equality of Variances		
							F	Sig.	
n_alt	Witikon	237	3.87	1.094	0.071	n_alt	Equal variances assumed	6.691	0.010
	Seefeld	234	4.20	0.894	0.058		Equal variances not assumed		
n_dir	Witikon	237	3.88	0.888	0.058	n_dir	Equal variances assumed	0	0.997
	Seefeld	233	4.20	0.831	0.054		Equal variances not assumed		
n_sec	Witikon	240	4.15	0.848	0.055	n_sec	Equal variances assumed	1.896	0.169
	Seefeld	235	3.92	0.975	0.064		Equal variances not assumed		
n_chill	Witikon	235	3.92	0.953	0.062	n_chill	Equal variances assumed	3.182	0.075
	Seefeld	235	4.00	1.077	0.070		Equal variances not assumed		
n_green	Witikon	240	4.55	0.740	0.048	n_green	Equal variances assumed	10.911	0.001
	Seefeld	237	4.22	0.867	0.056		Equal variances not assumed		
n_var	Witikon	239	3.74	1.071	0.069	n_var	Equal variances assumed	18.772	0.000
	Seefeld	237	4.06	0.880	0.057		Equal variances not assumed		
n_park	Witikon	239	4.31	0.954	0.062	n_park	Equal variances assumed	8.946	0.003
	Seefeld	237	4.49	0.743	0.048		Equal variances not assumed		
n_arch	Witikon	238	3.20	1.102	0.071	n_arch	Equal variances assumed	9.5	0.002
	Seefeld	235	4.16	0.871	0.057		Equal variances not assumed		
n_amb	Witikon	239	2.70	0.990	0.064	n_amb	Equal variances assumed	4.982	0.026
	Seefeld	235	3.97	0.936	0.061		Equal variances not assumed		
n_traf1	Witikon	240	1.88	1.047	0.068	n_traf1	Equal variances assumed	3.392	0.066
	Seefeld	236	2.34	1.117	0.073		Equal variances not assumed		
n_traf2	Witikon	238	2.18	0.972	0.063	n_traf2	Equal variances assumed	2.345	0.126
	Seefeld	236	2.68	1.012	0.066		Equal variances not assumed		
n_ped_f	Witikon	240	4.05	0.963	0.062	n_ped_f	Equal variances assumed	1.553	0.213
	Seefeld	237	3.61	0.941	0.061		Equal variances not assumed		

Independent Samples Test

		t-test for Equality of Means			Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
		t	df	Sig. (2-tailed)			Lower	Upper
n_alt	Equal variances assumed	-3.52	469.0	0.000	-0.320	0.092	-0.505	-0.143
	Equal variances not assumed	-3.53	453.1	0.000	-0.320	0.092	-0.505	-0.144
n_dir	Equal variances assumed	-4.10	468.0	0.000	-0.330	0.079	-0.481	-0.170
	Equal variances not assumed	-4.11	467.1	0.000	-0.330	0.079	-0.481	-0.170
n_sec	Equal variances assumed	2.70	473.0	0.007	0.230	0.084	0.062	0.391
	Equal variances not assumed	2.70	462.0	0.007	0.230	0.084	0.062	0.391
n_chill	Equal variances assumed	-0.86	468.0	0.393	-0.080	0.094	-0.264	0.104
	Equal variances not assumed	-0.86	461.8	0.393	-0.080	0.094	-0.264	0.104
n_green	Equal variances assumed	4.43	475.0	0.000	0.330	0.074	0.182	0.472
	Equal variances not assumed	4.43	462.0	0.000	0.330	0.074	0.182	0.472
n_var	Equal variances assumed	-3.55	474.0	0.000	-0.320	0.090	-0.495	-0.142
	Equal variances not assumed	-3.55	458.1	0.000	-0.320	0.090	-0.495	-0.142
n_park	Equal variances assumed	-2.29	474.0	0.023	-0.180	0.078	-0.333	-0.025
	Equal variances not assumed	-2.29	448.6	0.023	-0.180	0.078	-0.333	-0.025
n_arch	Equal variances assumed	-10.49	470.0	0.000	-0.960	0.091	-1.139	-0.780
	Equal variances not assumed	-10.51	449.3	0.000	-0.960	0.091	-1.139	-0.780
n_amb	Equal variances assumed	-14.35	472.0	0.000	-1.270	0.089	-1.445	-1.097
	Equal variances not assumed	-14.36	471.2	0.000	-1.270	0.089	-1.445	-1.097
n_traf1	Equal variances assumed	-4.67	474.0	0.000	-0.460	0.099	-0.658	-0.269
	Equal variances not assumed	-4.67	471.2	0.000	-0.460	0.099	-0.659	-0.269
n_traf2	Equal variances assumed	-5.52	472.0	0.000	-0.500	0.091	-0.682	-0.324
	Equal variances not assumed	-5.52	471.2	0.000	-0.500	0.091	-0.682	-0.324
n_ped_f	Equal variances assumed	5.09	475.0	0.000	0.440	0.087	0.273	0.615
	Equal variances not assumed	5.09	474.9	0.000	0.440	0.087	0.273	0.615

Annexe 4 : Analyses en composantes principales

Annexe 4.1 : Attitudes en matière de transport

L'analyse en composantes principales sur les préférences et attitudes vis-à-vis des moyens de transport dans le cadre des déplacements quotidiens porte sur l'ensemble des items relatifs, à l'exception de l'item sur l'usage du vélo. Celui-ci représente une information secondaire et empêche la création d'un petit nombre de facteurs pertinents. L'ensemble des autres informations peut être résumé par deux facteurs qui expliquent conjointement 58,9% de la variance totale. Le choix de retenir deux facteurs se justifie d'un côté par le critère des valeurs propres supérieures à 1, et de l'autre côté par la présence d'un coude au niveau du troisième facteur sur le scree-plot. À part les variables P_M_PA et P_M_TI, les variables analysées présentent des communalités supérieures à 0,58 et sont donc bien représentées par les deux premiers facteurs. Une rotation de type VARIMAX permet de mieux représenter les variables par les facteurs et facilite ainsi leur interprétation. Les deux facteurs retenus sont décrits et nommés dans le texte.

Total Variance Explained

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	3.023	37.781	37.781	3.023	37.781	37.781	2.502	31.270	31.270
2	1.685	21.057	58.838	1.685	21.057	58.838	2.205	27.568	58.838
3	0.819	10.240	69.078						
4	0.703	8.786	77.864						
5	0.615	7.685	85.549						
6	0.430	5.374	90.923						
7	0.404	5.049	95.972						
8	0.322	4.028	100.000						

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Communalities

	Initial	Extraction
P_M_PT	1	0.609
P_M_ENV	1	0.703
P_M_CAR1	1	0.689
P_M_CAR2	1	0.588
P_M_IND	1	0.635
P_M_ATT	1	0.640
P_M_PA	1	0.487
P_M_TI	1	0.356

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Component Matrix

	Component	
	1	2
P_M_PT	0.719	-0.304
P_M_ENV	0.795	-0.268
P_M_CAR1	-0.669	0.491
P_M_CAR2	-0.583	0.498
P_M_IND	0.576	0.550
P_M_ATT	0.530	0.600
P_M_PA	0.500	0.487
P_M_TI	-0.474	-0.363

Extraction Method: Principal Component Analysis.

a 2 components extracted.

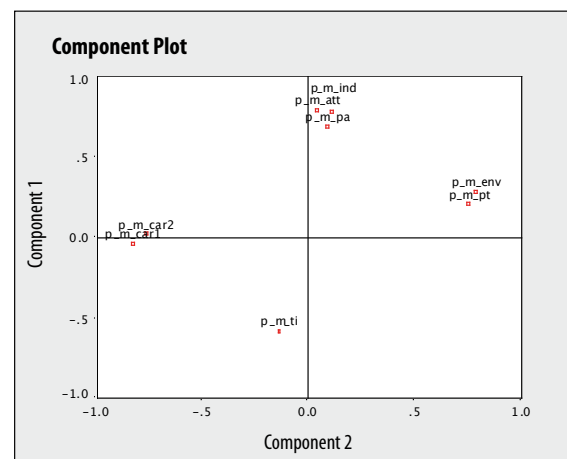
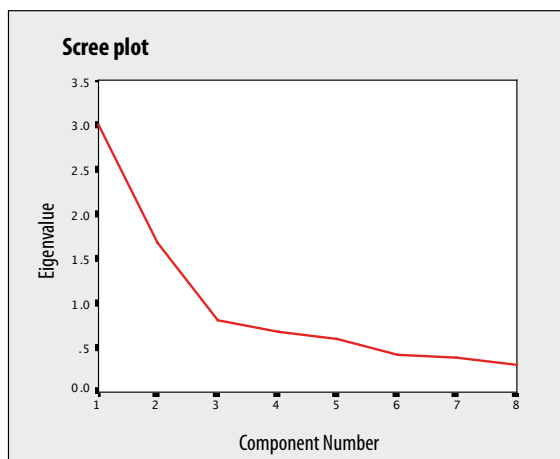
Rotated Component Matrix

	Component	
	1	2
P_M_PT	0.751	0.211
P_M_ENV	0.788	0.287
P_M_CAR1	-0.829	-0.033
P_M_CAR2	-0.766	0.025
P_M_IND	0.107	0.789
P_M_ATT	0.040	0.799
P_M_PA	0.086	0.693
P_M_TI	-0.144	-0.579

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.

a Rotation converged in 3 iterations.



Annexe 4.2 : Modes de vie

L'analyse en composantes principales des modes de vie se base sur les déclarations concernant la fréquence de certaines activités de loisirs dans la partie E du questionnaire. L'objectif de l'analyse était de retenir un nombre maximal de trois facteurs interprétables de manière pertinente. C'est la raison pour laquelle certains items, qui provoquaient l'émergence d'un grand nombre de facteurs ayant une importance comparable, ont été exclus de l'analyse. Nous estimons que cette démarche se justifie dans la mesure où le but de l'analyse est de créer des variables de contrôle qui jouent uniquement un rôle secondaire dans les modèles. Les variables exclues sont LS_SPORT, LS_EXC, LS_READ et LS_SHOP (voir descriptions annexe 2.6, page 146). Trois facteurs ont été retenus sur la base de l'analyse des 10 items restants. Ces trois facteurs, dont la sélection se légitime par les mêmes critères que lors de l'analyse précédente, prennent en compte 54,6% de la variance totale. Les variables LS_HIKE et LS_CULT sont assez mal expliquées par les trois premiers facteurs, tandis que les autres variables présentent des communalités médiocres à satisfaisantes. De nouveau, les saturations ont été ajustées par une rotation VARIMAX.

Total Variance Explained

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	2.085	20.855	20.855	2.085	20.855	20.855	2.001	20.015	20.015
2	1.971	19.706	40.561	1.971	19.706	40.561	1.991	19.908	39.922
3	1.408	14.077	54.638	1.408	14.077	54.638	1.472	14.716	54.638
4	0.858	8.58	63.218						
5	0.829	8.294	71.511						
6	0.764	7.638	79.15						
7	0.59	5.897	85.047						
8	0.568	5.678	90.725						
9	0.491	4.914	95.639						
10	0.436	4.361	100						

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Communalities

	Initial	Extraction
LS_HIKE	1	0.320
LS_CULT	1	0.400
LS_HOM	1	0.558
LS_GARD	1	0.498
LS_BARS	1	0.662
LS_TV	1	0.556
LS_FAM	1	0.608
LS_RLX	1	0.596
LS_CAFE	1	0.649
LS_FRND	1	0.615

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Component Matrix

	Component		
	1	2	3
LS_HIKE	-0.321	0.211	0.416
LS_CULT	0.123	0.607	0.130
LS_HOM	0.397	-0.625	0.100
LS_GARD	-0.070	-0.178	0.679
LS_BARS	0.559	0.591	-0.010
LS_TV	0.596	-0.395	-0.213
LS_FAM	0.127	-0.497	0.587
LS_RLX	0.698	-0.318	-0.088
LS_CAFE	0.690	0.415	0.016
LS_FRND	0.396	0.333	0.590

Extraction Method: Principal Component Analysis.

a 3 components extracted.

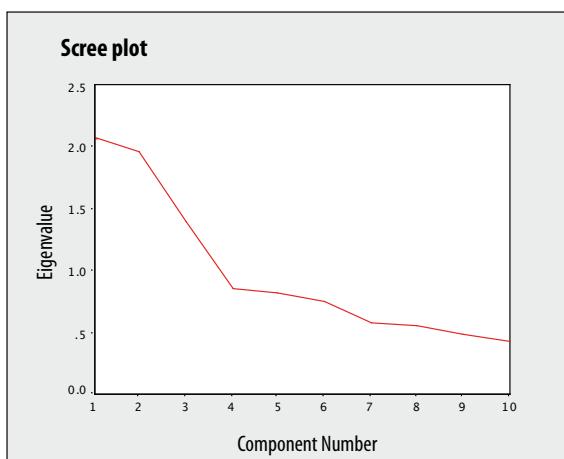
Rotated Component Matrix

	Component		
	1	2	3
LS_HIKE	-0.476	0.040	0.303
LS_CULT	-0.297	0.554	-0.070
LS_HOM	0.648	-0.184	0.324
LS_GARD	-0.121	-0.027	0.695
LS_BARS	0.082	0.791	-0.173
LS_TV	0.744	0.045	-0.035
LS_FAM	0.242	-0.156	0.725
LS_RLX	0.744	0.194	0.062
LS_CAFE	0.279	0.751	-0.082
LS_FRND	-0.044	0.627	0.469

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.

a Rotation converged in 5 iterations.



Annexe 4.3 : Perception des attributs particuliers de l'environnement construit

L'analyse en composantes principales des perceptions du voisinage porte sur l'ensemble des items D2 à D13 du questionnaire (voir annexe 2.6, page 146). Les deux premiers facteurs de l'analyse ont été retenus pour les modèles de régressions. La part de la variance totale expliquée par ceux-ci, on doit l'admettre, est à première vue assez médiocre. Elle s'élève seulement à 46%. Par contre, ce résultat semble assez satisfaisant par rapport au grand nombre de variables qui ont été traitées. Nous avons uniquement retenu deux facteurs malgré le fait que le troisième facteur présente également une valeur propre supérieure à un. Ce choix se justifie donc avant tout par la distribution des parts de variance expliquée. Le *scree plot* montre en effet bien l'écart de l'importance des deux premiers facteurs par rapport aux autres. Une prise en compte du troisième facteur sans retenir le quatrième (et les suivants) serait difficilement justifiable. L'examen des communalités montre que les deux premières variables N_ALT et N_DIR ainsi que la variable N_GREEN sont assez mal représentées par les facteurs retenus. La variance des autres variables est expliquée à plus de 40%. Les saturations associées ont été optimisées par une rotation de type VARIMAX.

Total Variance Explained

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	3.23	26.918	26.918	3.23	26.918	26.918	2.88	23.997	23.997
2	2.288	19.069	45.987	2.288	19.069	45.987	2.639	21.99	45.987
3	1.183	9.861	55.848						
4	0.935	7.789	63.637						
5	0.799	6.658	70.295						
6	0.665	5.542	75.837						
7	0.623	5.19	81.027						
8	0.56	4.669	85.696						
9	0.479	3.99	89.686						
10	0.476	3.964	93.65						
11	0.417	3.476	97.126						
12	0.345	2.874	100						

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Communalities

	Initial	Extraction
N_ALT	1	0.266
N_DIR	1	0.202
N_SEC	1	0.411
N_CHILL	1	0.447
N_GREEN	1	0.294
N_VAR	1	0.634
N_PARK	1	0.436
N_ARCH	1	0.572
N_AMB	1	0.461
N_TRAF1	1	0.598
N_TRAF2	1	0.535
N_PED_F	1	0.663

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Component Matrix

	Component	
	1	2
N_ALT	0.384	0.344
N_DIR	0.336	0.298
N_SEC	0.389	-0.509
N_CHILL	0.666	0.057
N_GREEN	0.526	-0.134
N_VAR	0.728	0.322
N_PARK	0.642	0.155
N_ARCH	0.554	0.515
N_AMB	0.432	0.524
N_TRAF1	-0.441	0.635
N_TRAF2	-0.376	0.628
N_PED_F	0.572	-0.580

Extraction Method: Principal Component Analysis.

a 2 components extracted.

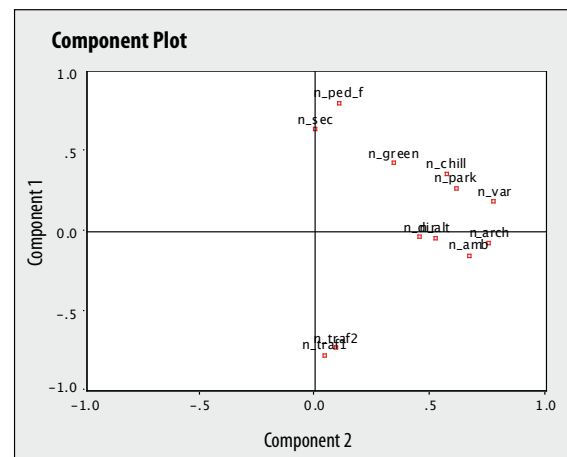
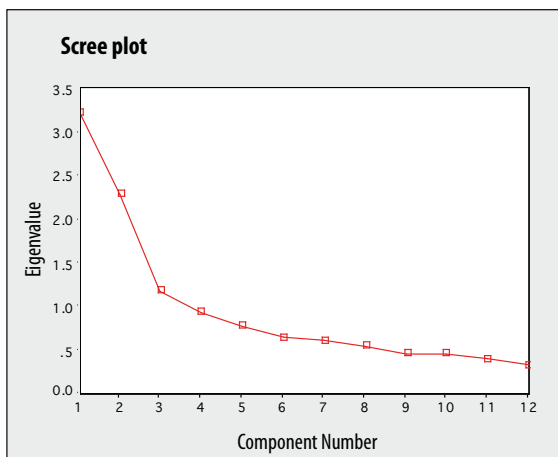
Rotated Component Matrix

	Component	
	1	2
N_ALT	0.514	-0.038
N_DIR	0.448	-0.032
N_SEC	-0.002	0.641
N_CHILL	0.563	0.361
N_GREEN	0.335	0.427
N_VAR	0.774	0.189
N_PARK	0.603	0.269
N_ARCH	0.753	-0.070
N_AMB	0.662	-0.152
N_TRAF1	0.038	-0.772
N_TRAF2	0.085	-0.727
N_PED_F	0.099	0.808

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.

a Rotation converged in 3 iterations.



Annexe 5 : Modèles de régression (effet quartier)

Annexe 5.1 : Matrice de corrélations des variables dépendantes et indépendantes

	HPM30	W_TOTAL4	WALKS30	BMI2	QUARTIER	SEX	AGE	ACT100	HGHEDU	CHILDO5	PROPT	PROWALK	LSHOME	LSURBA	LSFMLY	AV_CAR
Pearson Correlation	1	0.216	0.114	-0.114	0.110	0.041	-0.104	-0.075	-0.036	0.009	0.151	0.201	-0.097	0.122	0.071	-0.139
Sig. (2-tailed)		0.000	0.015	0.014	0.016	0.369	0.023	0.105	0.436	0.945	0.002	0.000	0.038	0.009	0.132	0.002
N	473	451	451	462	473	473	473	470	472	471	437	437	457	457	457	473
Pearson Correlation	0.216	1	0.761	0.050	0.157	0.113	0.169	-0.249	0.083	0.144	0.134	0.408	-0.041	0.023	0.228	-0.114
Sig. (2-tailed)	0.000		0.000	0.290	0.001	0.016	0.000	0.000	0.078	0.039	0.006	0.000	0.393	0.002	0.000	0.015
N	451	454	454	447	454	454	454	452	453	453	418	418	437	437	437	454
Pearson Correlation	0.114	0.761	1	0.034	0.139	0.104	0.183	-0.225	0.065	0.124	0.066	0.343	-0.078	0.011	0.158	-0.023
Sig. (2-tailed)	0.000			0.479	0.003	0.026	0.000	0.012	0.169	0.081	0.177	0.000	0.106	0.008	0.001	0.620
N	451	454	454	447	454	454	454	452	453	453	418	418	437	437	437	454
Pearson Correlation	-0.114	0.050	0.034	1	-0.098	-0.322	0.157	0.013	0.033	0.054	-0.121	-0.126	0.123	-0.150	-0.059	0.114
Sig. (2-tailed)	0.000			0.014	0.000	0.000	0.001	0.781	0.474	0.241	0.012	0.009	0.009	0.001	0.212	0.014
N	462	447	447	466	466	466	466	463	465	464	430	430	449	449	449	466
Pearson Correlation	0.110	0.157	0.139	-0.098	1	0.000	-0.010	0.091	0.134	-0.099	0.260	0.140	-0.035	0.235	-0.127	-0.205
Sig. (2-tailed)	0.001			0.035		0.994	0.833	0.048	0.003	0.031	0.000	0.003	0.459	0.000	0.006	0.000
N	473	454	454	466	477	477	477	474	476	475	439	439	460	460	460	477
Pearson Correlation	0.041	0.113	0.104	-0.322	0.000	1	-0.001	-0.284	-0.171	-0.073	0.053	0.203	-0.051	0.017	0.163	-0.105
Sig. (2-tailed)	0.369			0.000	0.994		0.983	0.000	0.000	0.113	0.264	0.000	0.275	0.724	0.000	0.022
N	473	454	454	466	477	477	477	474	476	475	439	439	460	460	460	477
Pearson Correlation	-0.104	0.169	0.183	0.157	-0.010	-0.001	1	-0.241	0.125	-0.033	0.050	0.180	-0.184	-0.402	0.118	0.059
Sig. (2-tailed)	0.023			0.001	0.833	0.983		0.000	0.006	0.477	0.292	0.000	0.000	0.000	0.011	0.202
N	473	454	454	466	477	477	477	474	476	475	439	439	460	460	460	477
Pearson Correlation	-0.075	-0.249	-0.225	0.013	0.091	-0.284	1	0.073	-0.165	-0.153	-0.153	-0.159	-0.001	0.237	-0.205	0.094
Sig. (2-tailed)	0.105			0.781	0.048	0.000		0.114	0.000	0.001	0.001	0.001	0.991	0.000	0.000	0.041
N	470	452	452	463	474	474	474	474	473	472	437	437	457	457	457	474
Pearson Correlation	-0.036	0.083	0.065	0.033	0.134	-0.171	0.125	0.073	1	0.115	0.049	-0.042	-0.132	-0.062	0.000	0.028
Sig. (2-tailed)	0.436			0.436	0.003	0.000	0.006	0.114		0.013	0.310	0.379	0.005	0.182	0.995	0.540
N	472	453	453	465	476	476	476	473	476	474	438	438	460	460	460	476
Pearson Correlation	0.009	0.144	0.124	0.054	-0.099	-0.073	-0.033	-0.165	0.115	1	-0.108	0.139	0.062	-0.197	0.248	0.195
Sig. (2-tailed)	0.845			0.241	0.031	0.113	0.477	0.000	0.013		0.025	0.004	0.183	0.000	0.000	0.000
N	471	453	453	464	475	475	475	472	474	475	437	437	458	458	458	475
Pearson Correlation	0.151	0.134	0.066	-0.121	0.260	0.053	0.050	-0.153	0.049	-0.108	1	0.010	-0.166	0.040	-0.015	-0.571
Sig. (2-tailed)	0.002			0.177	0.000	0.264	0.292	0.001	0.310	0.025		0.840	0.001	0.417	0.764	0.000
N	437	418	418	430	439	439	439	437	438	437	439	439	425	425	425	439
Pearson Correlation	0.201	0.408	0.343	-0.126	0.140	0.203	0.180	-0.159	-0.042	0.139	0.010	1	-0.091	-0.037	0.264	-0.049
Sig. (2-tailed)	0.000			0.009	0.003	0.000	0.000	0.001	0.379	0.004	0.840		0.062	0.447	0.000	0.308
N	437	418	418	430	439	439	439	437	438	437	439	439	425	425	425	439
Pearson Correlation	-0.097	-0.041	-0.078	0.123	-0.035	-0.051	-0.184	-0.001	-0.132	0.062	-0.166	-0.091	1	0.001	0.000	0.059
Sig. (2-tailed)	0.038			0.106	0.459	0.275	0.000	0.991	0.005	0.183	0.001	0.062		0.985	0.995	0.210
N	457	437	437	449	460	460	460	457	460	458	425	425	460	460	460	460
Pearson Correlation	0.122	0.023	0.011	-0.150	0.235	0.017	-0.402	0.237	-0.062	-0.197	0.040	-0.037	0.001	1	0.002	-0.065
Sig. (2-tailed)	0.009			0.638	0.000	0.724	0.000	0.000	0.182	0.000	0.417	0.447	0.985		0.968	0.166
N	457	437	437	449	460	460	460	457	460	458	425	425	460	460	460	460
Pearson Correlation	0.071	0.228	0.158	-0.059	-0.127	0.163	0.118	-0.205	0.000	0.248	-0.015	0.264	0.000	0.002	1	0.146
Sig. (2-tailed)	0.071			0.212	0.006	0.000	0.011	0.000	0.995	0.000	0.764	0.000	0.995	0.000		0.002
N	457	437	437	449	460	460	460	457	460	458	425	425	460	460	460	460
Pearson Correlation	-0.139	-0.114	-0.023	0.114	-0.205	-0.105	0.059	0.094	0.028	0.195	-0.571	-0.049	0.059	-0.065	0.146	1
Sig. (2-tailed)	0.002			0.014	0.000	0.022	0.202	0.041	0.540	0.000	0.000	0.308	0.210	0.166	0.002	
N	473	454	454	466	477	477	477	474	476	475	439	439	460	460	460	477

Annexe 5.2 : Régressions logistiques de HPM30 (premier et deuxième niveau)

Omnibus Tests of Model Coefficients

		Chi-square	df	Sig.
Step 1	Step	16.041	6	0.014
	Block	16.041	6	0.014
	Model	16.041	6	0.014

Classification Table

		Predicted HPM30		Percentage Correct
Observed		0	1	
Step 1	HPM30	0	95	0
		1	373	100
Overall Percentage				79.7

a The cut value is .500

Model Summary

Step	-2 Log likelihood	Cox & Snell R Square	Nagelkerke R Square
1	455.038	0.034	0.053

Variables in the Equation

		B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)	95% Confidence Interval for B	
								Lower Bound	Upper Bound
Step 1	QUARTIER	0.606	0.242	6.276	1	0.012	1.832	1.141	2.943
	SEX	0.021	0.251	0.007	1	0.933	1.021	0.625	1.669
	AGE	-0.028	0.011	6.145	1	0.013	0.972	0.950	0.994
	ACT100	-0.640	0.298	4.624	1	0.032	0.527	0.294	0.945
	HGHEDU	-0.092	0.255	0.131	1	0.717	0.912	0.554	1.502
	CHILD05	0.074	0.361	0.042	1	0.837	1.077	0.531	2.184
	Constant	2.721	0.620	19.258	1	0.000	15.198		

a Variable(s) entered on step 1: QUARTIER, SEX, AGE, ACT100, HGHEDU, CHILD05.

Omnibus Tests of Model Coefficients

		Chi-square	df	Sig.
Step 1	Step	44.956	12	0
	Block	44.956	12	0
	Model	44.956	12	0

Classification Table

		Predicted HPM30		Percentage Correct
Observed		0	1	
Step 1	HPM30	0	74	9
		1	335	99
Overall Percentage				81.7

a The cut value is .500

Model Summary

Step	-2 Log likelihood	Cox & Snell R Square	Nagelkerke R Square
1	365.869	0.102	0.163

Variables in the Equation

		B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)	95% Confidence Interval for B	
								Lower Bound	Upper Bound
Step 1	QUARTIER	0.296	0.304	0.949	1	0.330	1.345	0.741	2.440
	SEX	-0.082	0.294	0.078	1	0.781	0.921	0.518	1.639
	AGE	-0.035	0.014	5.845	1	0.016	0.966	0.939	0.993
	ACT100	-0.489	0.340	2.076	1	0.150	0.613	0.315	1.193
	HGHEDU	-0.365	0.305	1.433	1	0.231	0.694	0.382	1.262
	CHILD05	0.480	0.444	1.170	1	0.279	1.616	0.677	3.856
	PROPT	0.159	0.161	0.972	1	0.324	1.172	0.855	1.609
	PROWALK	0.487	0.147	10.970	1	0.001	1.628	1.220	2.173
	LSHOME	-0.288	0.140	4.218	1	0.040	0.750	0.570	0.987
	LSURBA	0.241	0.157	2.336	1	0.126	1.272	0.934	1.732
	LSFMLY	0.041	0.147	0.080	1	0.777	1.042	0.782	1.389
	AV_CAR	-0.394	0.358	1.213	1	0.271	0.674	0.334	1.360
	Constant	3.670	0.777	22.305	1	0.000	39.262		

a Variable(s) entered on step 1: QUARTIER, SEX, AGE, ACT100, HGHEDU, CHILD05, PROPT, PROWALK, LSHOME, LSURBA, LSFMLY, AV_CAR.

Annexe 5.3 : Régressions logistiques de WALKS30Q (premier et deuxième niveau)

Omnibus Tests of Model Coefficients			
		Chi-square	Sig.
Step 1	Step	51.965	0.000
	Block	51.965	0.000
	Model	51.965	0.000

Model Summary			
Step		-2 Log likelihood	Nagelkerke R Square
1		480.087	0.157

Classification Table				
		Predicted WALKS30Q		Percentage Correct
Observed		0	1	
Step 1	WALKS30Q	0	311 13	95.9
		1	99 26	21.1
Overall Percentage				75.0

a The cut value is .500

Variables in the Equation									
		B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)	95% Confidence Interval for B	
								Lower Bound	Upper Bound
Step 1	QUARTIER	0.797	0.234	11.648	1	0.001	2.219	1.404	3.507
	SEX	0.372	0.243	2.349	1	0.125	1.450	0.902	2.333
	AGE	0.037	0.011	10.375	1	0.001	1.038	1.015	1.061
	ACT100	-0.791	0.252	9.842	1	0.002	0.453	0.276	0.743
	HGHEDU	0.248	0.242	1.054	1	0.305	1.282	0.798	2.058
	CHILDO5	0.802	0.306	6.843	1	0.009	2.229	1.223	4.064
	Constant	-2.832	0.619	20.946	1	0.000	0.059		

a Variable(s) entered on step 1: QUARTIER, SEX, AGE, ACT100, HGHEDU, CHILDO5.

Omnibus Tests of Model Coefficients			
		Chi-square	Sig.
Step 1	Step	85.577	0.000
	Block	85.577	0.000
	Model	85.577	0.000

Model Summary			
Step		-2 Log likelihood	Nagelkerke R Square
1		386.413	0.278

Classification Table				
		Predicted WALKS30Q		Percentage Correct
Observed		0	1	
Step 1	WALKS30Q	0	7 74	9.0
		1	3 335	99.0
Overall Percentage				81.7

a The cut value is .500

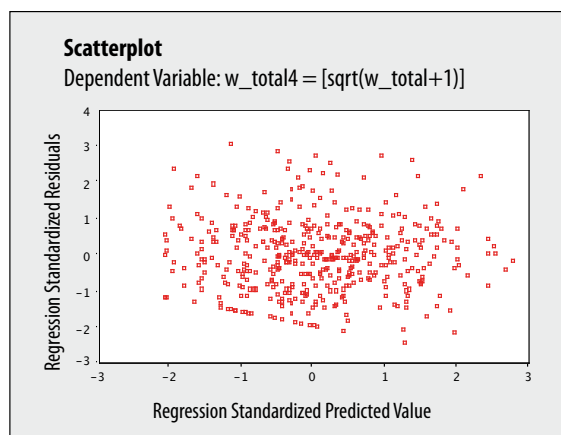
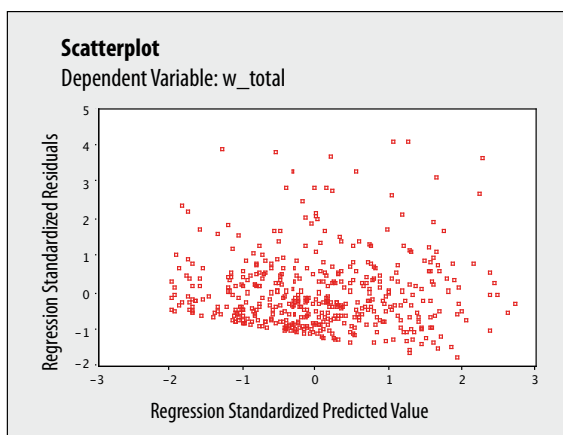
Variables in the Equation									
		B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)	95% Confidence Interval for B	
								Lower Bound	Upper Bound
Step 1	QUARTIER	0.495	0.284	3.038	1	0.081	1.640	0.940	2.862
	SEX	0.117	0.281	0.173	1	0.678	1.124	0.648	1.951
	AGE	0.038	0.015	6.429	1	0.011	1.039	1.009	1.070
	ACT100	-0.877	0.298	8.687	1	0.003	0.416	0.232	0.745
	HGHEDU	0.561	0.283	3.926	1	0.048	1.752	1.006	3.050
	CHILDO5	0.577	0.371	2.414	1	0.120	1.780	0.860	3.685
	PROPT	-0.002	0.166	0.000	1	0.991	0.998	0.721	1.381
	PROWALK	0.727	0.150	23.545	1	0.000	2.069	1.543	2.776
	LSHOME	-0.072	0.135	0.288	1	0.591	0.930	0.715	1.211
	LSURBA	0.353	0.156	5.102	1	0.024	1.423	1.048	1.932
	LSFMLY	0.082	0.133	0.383	1	0.536	1.086	0.837	1.409
	AV_CAR	0.031	0.327	0.009	1	0.925	1.031	0.543	1.958
	Constant	-2.873	0.789	13.273	1	0.000	0.057		

a Variable(s) entered on step 1: QUARTIER, SEX, AGE, ACT100, HGHEDU, CHILDO5, PROPT, PROWALK, LSHOME, LSURBA, LSFMLY, AV_CAR.

Annexe 5.4 : Régressions multiples de W_TOTAL (premier et deuxième niveau)

Les données soumises à la régression multiple doivent généralement satisfaire deux prérequis, faute desquels la validité des résultats est remise en cause : la relation linéaire entre la variable dépendante et ses prédicteurs ainsi que la distribution normale des résidus de la régression. D'éventuelles violations de ces prérequis peuvent être détectées dans le diagramme des résidus sur lequel celles-ci se traduisent par une structure qui diffère d'un nuage horizontal centré sur l'axe $e = 0$. Or, ce phénomène se

produit effectivement si l'on effectue une régression sur la variable W_TOTAL. Le diagramme montre une densité de points plus élevée au-dessous de l'axe e = 0, ce qui traduit une violation de l'hypothèse de la distribution normale des résidus. Ce problème semble notamment lié à la distribution non normale de la variable W_TOTAL, puisqu'il peut être fortement remédié par une transformation de celle-ci du type $X' = \sqrt{X+1}$ (voir *scatterplots*). L'alignement des points dans la partie inférieure du diagramme s'explique par la présence d'un certain nombre d'individus présentant une valeur 0 sur W_TOTAL, ce qui écarte la variable à ce niveau d'une distribution plus ou moins normale. Étant donné qu'à part cette observation divergente, l'hypothèse de la normalité du reste de la distribution est globalement vérifiée, nous ne nous attendons pas à un problème majeur d'application de la méthode en raison de violations de ses prérequis.



Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	0.36	0.132	0.12	5.35557

a Predictors: (Constant), CHILD05, AGE, SEX, QUARTIER, HGHEU, ACT100
b Dependent Variable: W_TOTAL4

ANOVA

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	1934.38	6	322.397	11.2	0.000
	Residual	12698.15	443	28.682		
	Total	14632.53	449			

a Predictors: (Constant), CHILD05, AGE, SEX, QUARTIER, HGHEU, ACT100
b Dependent Variable: W_TOTAL4

Coefficients

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		95% Confidence Interval for B			Correlations		
		B	Std. Error	Beta	t	Sig.	Lower Bound	Upper Bound	Zero-order	Partial	Part
1	(Constant)	8.113	1.282		6.330	0.000	5.594	10.632			
	QUARTIER	1.953	0.515	0.171	3.794	0.000	0.941	2.965	0.149	0.177	0.168
	SEX	0.924	0.539	0.081	1.715	0.087	-0.135	1.983	0.117	0.081	0.076
	AGE	0.070	0.025	0.131	2.834	0.005	0.021	0.118	0.181	0.133	0.125
	ACT100	-2.319	0.606	-0.188	-3.827	0.000	-3.510	-1.128	-0.247	-0.179	-0.169
	HGHEU	0.722	0.538	0.062	1.341	0.180	-0.336	1.780	0.089	0.064	0.059
	CHILD05	2.282	0.751	0.140	3.038	0.003	0.805	3.758	0.154	0.143	0.134

a Dependent Variable: W_TOTAL4

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	0.51	0.259	0.236	5.01698

a Predictors: (Constant), AV_CAR, HGHEU, PROWALK, LSURBA, LSHOME, SEX, CHLD05, LSFMLY, ACT100, AGE, PROPT; b Dependent Variable: W_TOTAL4

ANOVA

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	3398.267	12	283.19	11.3	0.000
	Residual	9729.234	387	25.17		
	Total	13127.501	399			

a Predictors: (Constant), AV_CAR, HGHEU, PROWALK, LSURBA, LSHOME, SEX, CHLD05, LSFMLY, ACT100, AGE, PROPT; b Dependent Variable: W_TOTAL4

Coefficients

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		95% Confidence Interval for B			Correlations		
		B	Std. Error	Beta	t	Sig.	Lower Bound	Upper Bound	Zero-order	Partial	Part
1	(Constant)	9.550	1.440		6.632	0.000	6.719	12.381			
	QUARTIER	1.153	0.562	0.101	2.053	0.041	0.049	2.258	0.177	0.104	0.090
	SEX	0.145	0.558	0.013	0.261	0.795	-0.952	1.243	0.126	0.013	0.011
	AGE	0.057	0.028	0.106	1.996	0.047	0.001	0.113	0.177	0.101	0.087
	ACT100	-1.913	0.623	-0.156	-3.071	0.002	-3.138	-0.688	-0.241	-0.154	-0.134
	HGHEU	1.231	0.548	0.105	2.245	0.025	0.153	2.309	0.112	0.113	0.098
	CHLD05	1.516	0.794	0.094	1.908	0.057	-0.046	3.077	0.153	0.097	0.084
	PROPT	0.103	0.322	0.018	0.320	0.749	-0.530	0.736	0.117	0.016	0.014
	PROWALK	1.755	0.281	0.307	6.243	0.000	1.202	2.308	0.411	0.303	0.273
	LSHOME	0.083	0.267	0.014	0.310	0.757	-0.442	0.607	-0.056	0.016	0.014
	LSURBA	0.619	0.297	0.108	2.085	0.038	0.035	1.203	0.021	0.105	0.091
	LSFMLY	0.476	0.275	0.085	1.730	0.084	-0.065	1.018	0.221	0.088	0.076
	AV_CAR	-0.966	0.658	-0.081	-1.469	0.143	-2.259	0.327	-0.107	-0.075	-0.064

a Dependent Variable: W_TOTAL4

Annexe 6 : Modélisation par équations structurelles

Annexe 6.1 : Matrices B, Γ, Ψ et Φ du modèle A

$$B = \begin{bmatrix} 0 & 0 & \beta_{13} & \beta_{14} & \beta_{15} & \beta_{16} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \beta_{23} & \beta_{24} & \beta_{25} & \beta_{26} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \beta_{61} & \beta_{62} & \beta_{63} & \beta_{64} & \beta_{65} & 0 & 0 & 0 \\ \beta_{71} & \beta_{72} & \beta_{73} & \beta_{74} & \beta_{75} & \beta_{76} & 0 & 0 \\ \beta_{81} & \beta_{82} & \beta_{83} & \beta_{84} & \beta_{85} & \beta_{86} & \beta_{87} & 0 \end{bmatrix}$$

$$\Gamma = \begin{bmatrix} 0 & 0 & \gamma_{13} & 0 & \gamma_{15} \\ \gamma_{21} & \gamma_{22} & \gamma_{23} & 0 & \gamma_{25} \\ 0 & \gamma_{32} & 0 & \gamma_{34} & 0 \\ 0 & \gamma_{42} & \gamma_{43} & 0 & \gamma_{45} \\ \gamma_{51} & \gamma_{52} & \gamma_{53} & 0 & \gamma_{55} \\ \gamma_{61} & \gamma_{62} & \gamma_{63} & 0 & \gamma_{65} \\ 0 & 0 & \gamma_{73} & \gamma_{74} & \gamma_{75} \\ \gamma_{81} & \gamma_{82} & \gamma_{83} & \gamma_{84} & \gamma_{85} \end{bmatrix}$$

Variables exogènes:
 SEX
 AGE
 ACT100
 HGHEDU
 CHLD05

$$\Psi = \begin{bmatrix} \psi_{11} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \psi_{22} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \psi_{33} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \psi_{44} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \psi_{54} & \psi_{55} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \psi_{66} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \psi_{77} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \psi_{88} \end{bmatrix}$$

$$\Phi = \begin{bmatrix} \phi_{11} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \phi_{22} & 0 & 0 & 0 \\ \phi_{31} & \phi_{32} & \phi_{33} & 0 & 0 \\ \phi_{41} & 0 & \phi_{43} & \phi_{44} & 0 \\ 0 & 0 & \phi_{53} & \phi_{54} & \phi_{55} \end{bmatrix}$$

Variables endogènes:
 PROPT
 PROWALK
 LSHOME
 LSRURBA
 LSFMLY
 AV_CAR
 QUARTIER
 W_TOTAL4

Annexe 6.2 : Commandes d'entrées logiciel LISREL (modèle A et B)

Modèle A

```

WALK TOTAL 13 VARIABLES
DA NI=13 NO=400 MA=CM
LA SEX AGE ACT100 HGHEDU CHLD05 PROPT PROWALK LSHOME LSRURBA LSFMLY AV_CAR QUARTIER W_TOTAL4
CM
0.25
-0.024 114.044
-0.072 -1.309 0.218
-0.04 0.622 0.02 0.237
-0.013 -0.104 -0.025 0.023 0.128
0.035 0.195 -0.064 0.026 -0.037 0.988
0.107 2.301 -0.084 -0.01 0.054 0.02 1.009
-0.031 -1.723 -0.008 -0.063 0.026 -0.148 -0.094 0.972
0.001 -4.465 0.113 -0.029 -0.066 0.038 -0.042 -0.028 1.01
0.093 1.227 -0.101 -0.005 0.097 -0.013 0.29 -0.023 0.01 1.059
-0.03 0.364 0.018 0.007 0.032 -0.273 -0.023 0.029 -0.034 0.063 0.233
-0.002 -0.106 0.019 0.038 -0.015 0.129 0.078 -0.028 0.116 -0.059 -0.047 0.251
0.363 10.845 -0.645 0.314 0.313 0.669 2.367 -0.315 0.12 1.303 -0.296 0.509 32.939
SE
PROPT PROWALK LSHOME LSRURBA LSFMLY AV_CAR QUARTIER W_TOTAL4 SEX AGE ACT100 HGHEDU CHLD05
MO NY=8 NX=5 LY=ID LX=ID BE=FU,FI GA=FU,FI PS=FU,FI TE=ZE TD=ZE
FR GA 1 3 GA 1 5 GA 2 1 GA 2 2 GA 2 3 GA 2 5 GA 3 2 GA 3 4 GA 4 2 GA 4 3 GA 4 5 GA 5 1 GA 5 2 GA 5 3 GA 5 5 GA 6 1 GA 6 2 GA 6 3 GA 6 5 GA 7 3 GA 7 4
GA 7 5 GA 8 1 GA 8 2 GA 8 3 GA 8 4 GA 8 5
FR BE 1 3 BE 1 4 BE 1 5 BE 1 6 BE 2 3 BE 2 4 BE 2 5 BE 2 6 BE 6 1 BE 6 2 BE 6 3 BE 6 4 BE 6 5 BE 6 5 BE 7 1 BE 7 2 BE 7 3 BE 7 4 BE 7 5 BE 7 6 BE 8 1 BE 8 2 BE 8 3
BE 8 4 BE 8 5 BE 8 6 BE 8 7
FI PH 2 1 PH 4 2 PH 5 1 PH 5 2
FR PS 1 1 PS 2 2 PS 3 3 PS 4 4 PS 5 4 PS 5 5 PS 6 6 PS 7 7 PS 8 8
OU ME=ML RS EF MI SS ND=3
END OF PROBLEM
    
```

Modèle B

```

WALK TOTAL 13 VARIABLES
DA NI=13 NO=400 MA=CM
LA SEX AGE ACT100 HGHEDU CHLD05 PROPT PROWALK LSHOME LSRURBA LSFMLY AV_CAR QUARTIER W_TOTAL4
CM
0.25
-0.024 114.044
-0.072 -1.309 0.218
-0.04 0.622 0.02 0.237
-0.013 -0.104 -0.025 0.023 0.128
0.035 0.195 -0.064 0.026 -0.037 0.988
0.107 2.301 -0.084 -0.01 0.054 0.02 1.009
-0.031 -1.723 -0.008 -0.063 0.026 -0.148 -0.094 0.972
0.001 -4.465 0.113 -0.029 -0.066 0.038 -0.042 -0.028 1.01
0.093 1.227 -0.101 -0.005 0.097 -0.013 0.29 -0.023 0.01 1.059
-0.03 0.364 0.018 0.007 0.032 -0.273 -0.023 0.029 -0.034 0.063 0.233
-0.002 -0.106 0.019 0.038 -0.015 0.129 0.078 -0.028 0.116 -0.059 -0.047 0.251
0.363 10.845 -0.645 0.314 0.313 0.669 2.367 -0.315 0.12 1.303 -0.296 0.509 32.939
SE
PROPT PROWALK LSHOME LSRURBA LSFMLY AV_CAR QUARTIER W_TOTAL4 SEX AGE ACT100 HGHEDU CHLD05
MO NY=8 NX=5 LY=ID LX=ID BE=FU,FI GA=FU,FI PS=FU,FI TE=ZE TD=ZE
FR GA 1 3 GA 1 5 GA 2 1 GA 2 2 GA 2 3 GA 2 5 GA 3 2 GA 3 4 GA 4 2 GA 4 3 GA 4 5 GA 5 1 GA 5 2 GA 5 3 GA 5 5 GA 6 1 GA 6 2 GA 6 3 GA 6 5 GA 7 3 GA 7 4
GA 7 5 GA 8 1 GA 8 2 GA 8 3 GA 8 4 GA 8 5
FR BE 1 3 BE 1 4 BE 1 5 BE 1 6 BE 1 8 BE 2 3 BE 2 4 BE 2 5 BE 2 6 BE 2 8 BE 2 8 BE 3 7 BE 4 7 BE 5 7 BE 6 1 BE 6 2 BE 6 3 BE 6 4 BE 6 5 BE 6 5 BE 6 7 BE 7 1 BE 7 2
BE 7 3 BE 7 4 BE 7 5 BE 7 6 BE 8 1 BE 8 2 BE 8 3 BE 8 4 BE 8 5 BE 8 6 BE 8 7
FI PH 2 1 PH 4 2 PH 5 1 PH 5 2
FR PS 1 1 PS 2 2 PS 3 3 PS 4 4 PS 5 4 PS 5 5 PS 6 6 PS 7 7 PS 8 8
OU ME=ML RS EF MI SS ND=3
END OF PROBLEM
    
```


Annexe 6.3 : Sorties LISREL (modèle A et B)

Modèle A

```

DATE: 10/18/2006
TIME: 20:18
L I S R E L 8.71
BY
Karl G. Jireskog & Dag Sirbom

This program is published exclusively by
Scientific Software International, Inc.
7383 N. Lincoln Avenue, Suite 100
Lincolnwood, IL 60712, U.S.A.
Phone: (800)247-6113, (847)675-0720, Fax: (847)675-2140
Copyright by Scientific Software International, Inc., 1981-2004
Use of this program is subject to the terms specified in the
Universal Copyright Convention.
Website: www.ssicentral.com

( )
Number of Input Variables 13
Number of Y - Variables 8
Number of X - Variables 5
Number of ETA - Variables 8
Number of KSI - Variables 5
Number of Observations 400

( )
Number of Iterations = 21
LISREL Estimates (Maximum Likelihood)
BETA
      PROPT  PROWALK  LSHOME  LSURBA  LSFMLY  AV_CAR
      -----  -----  -----  -----  -----  -----
PROPT      - -      - -      -0.137  0.043  -0.004  -0.384
            (0.048)  (0.053)  (0.062)  (0.756)
            -2.835  0.806  -0.070  -0.508

PROWALK     - -      - -      -0.056  0.076  0.173  0.057
            (0.049)  (0.053)  (0.053)  (0.335)
            -1.139  1.433  3.294  0.169

LSHOME      - -      - -      - -      - -      - -      - -
LSURBA      - -      - -      - -      - -      - -      - -
LSFMLY      - -      - -      - -      - -      - -      - -
AV_CAR      -0.199  -0.054  -0.003  -0.004  0.062  - -
            (0.149)  (0.070)  (0.028)  (0.023)  (0.026)
            -1.340  -0.774  -0.090  -0.170  2.413

QUARTIER    0.116  0.110  0.014  0.112  -0.075  -0.025
            (0.028)  (0.024)  (0.024)  (0.024)  (0.058)
            4.120  4.585  0.588  4.719  -3.094  -0.424

W_TOTAL4    0.104  1.757  0.081  0.620  0.473  -0.956
            (0.318)  (0.279)  (0.261)  (0.292)  (0.272)  (0.650)
            0.329  6.300  0.309  2.127  1.737  -1.470

BETA
      QUARTIER  W_TOTAL4
      -----  -----
PROPT      - -      - -
PROWALK     - -      - -
LSHOME      - -      - -
LSURBA      - -      - -
LSFMLY      - -      - -
AV_CAR      - -      - -
QUARTIER    - -      - -
W_TOTAL4    1.159  - -
            (0.555)
            2.089

GAMMA
      SEX  AGE  ACT100  HGHEU  CHILDO5
      -----  -----  -----  -----  -----
PROPT      - -      - -      -0.314  - -      -0.201
            (0.153)  (0.121)  (0.208)
            -2.058  -0.969

PROWALK     0.364  0.020  -0.070  - -      0.367
            (0.105)  (0.005)  (0.121)  (0.158)
            3.466  3.823  -0.574  2.317

LSHOME      - -      -0.014  - -      -0.229  - -
            (0.005)  (0.101)  (0.101)
            -3.018  -2.278

LSURBA      - -      -0.037  0.240  - -      -0.499
            (0.004)  (0.100)  (0.127)
            -8.485  2.388  -3.942

LSFMLY      0.346  0.009  -0.207  - -      0.760
            (0.102)  (0.005)  (0.115)  (0.138)
            3.395  1.936  -1.794  5.500

AV_CAR      -0.065  0.005  0.060  - -      0.176
            (0.048)  (0.003)  (0.070)  (0.087)
            -1.371  1.745  0.854  2.028

QUARTIER    - -      - -      0.054  0.167  -0.032
            (0.053)  (0.048)  (0.068)
            1.034  3.508  -0.460

W_TOTAL4    0.138  0.057  -1.926  1.227  1.517
            (0.552)  (0.028)  (0.614)  (0.541)  (0.782)
            0.249  2.029  -3.135  2.270  1.940

( )
Standardized Residuals
      PROPT  PROWALK  LSHOME  LSURBA  LSFMLY  AV_CAR
      -----  -----  -----  -----  -----  -----
PROPT      0.713
PROWALK    -0.264  0.297
LSHOME     -0.725  -0.607  - -
LSURBA     2.086  0.823  -2.154  0.000
LSFMLY     0.125  0.181  -0.096  0.340  0.175
AV_CAR     -1.173  0.054  1.387  -1.166  -0.168  0.733
QUARTIER   1.802  -0.497  -2.280  0.330  -0.287  -0.759
W_TOTAL4   0.635  -0.410  -0.268  0.379  -0.181  -0.337
SEX        0.029  0.482  -1.664  0.455  0.218  -0.026
AGE        -0.450  0.011  0.000  - -      - -      0.347
ACT100     0.956  0.282  -0.988  - -      - -      -0.637
HGHEU      1.513  -0.778  - -      0.025  -0.444  -0.505
CHILDO5    -1.493  -0.305  1.706  - -      - -      0.640
    
```


Annexe 6 : Modélisation par équations structurelles

BETA

	QUARTIER	W_TOTAL4
PROPT	- -	0.055 (0.035) 1.581
PROWALK	- -	0.045 (0.134) 0.334
LSHOME	-2.321 (1.325) -1.752	- -
LSURBA	0.289 (0.130) 2.222	- -
LSFMLY	-0.210 (0.128) -1.639	- -
AV_CAR	-0.233 (0.192) -1.213	- -
QUARTIER	- -	- -
W_TOTAL4	1.318 (0.693) 1.901	- -

Degrees of Freedom = 12
 Minimum Fit Function Chi-Square = 4.754 (P = 0.966)
 Normal Theory Weighted Least Squares Chi-Square = 4.752 (P = 0.966)
 Estimated Non-centrality Parameter (NCP) = 0.0
 90 Percent Confidence Interval for NCP = (0.0 ; 0.0)

Minimum Fit Function Value = 0.0119
 Population Discrepancy Function Value (F0) = 0.0
 90 Percent Confidence Interval for F0 = (0.0 ; 0.0)
 Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA) = 0.0
 90 Percent Confidence Interval for RMSEA = (0.0 ; 0.0)
 P-Value for Test of Close Fit (RMSEA < 0.05) = 0.999

Expected Cross-Validation Index (ECVI) = 0.431
 90 Percent Confidence Interval for ECVI = (0.431 ; 0.431)
 ECVI for Saturated Model = 0.462
 ECVI for Independence Model = 2.200

Chi-Square for Independence Model with 78 Degrees of Freedom = 840.987
 Independence AIC = 866.987
 Model AIC = 162.752
 Saturated AIC = 182.000
 Independence CAIC = 931.876
 Model CAIC = 557.078
 Saturated CAIC = 636.223

Normed Fit Index (NFI) = 0.994
 Non-Normed Fit Index (NNFI) = 1.062
 Parsimony Normed Fit Index (PNFI) = 0.153
 Comparative Fit Index (CFI) = 1.000
 Incremental Fit Index (IFI) = 1.009
 Relative Fit Index (RFI) = 0.963

Critical N (CN) = 2201.619

GAMMA

	SEX	AGE	ACT100	HGHEDU	CHILD05
PROPT	- -	- -	-0.050 (0.146) -0.343	- -	-0.198 (0.199) -0.998
PROWALK	0.522 (0.321) 1.626	0.013 (0.027) 0.489	-0.128 (0.332) -0.386	- -	-0.188 (1.109) -0.169
LSHOME	- -	-0.018 (0.008) -2.403	- -	0.154 (0.256) 0.601	- -
LSURBA	- -	-0.037 (0.004) -8.679	0.218 (0.098) 2.220	- -	-0.469 (0.124) -3.785
LSFMLY	0.347 (0.301) 3.425	0.009 (0.005) 1.936	-0.191 (0.115) -1.656	- -	0.738 (0.138) 5.353
AV_CAR	0.066 (0.295) 0.223	0.014 (0.018) 0.772	0.142 (0.084) 1.700	- -	0.309 (0.250) 1.238
QUARTIER	- -	- -	0.168 (0.108) 1.548	0.299 (0.100) 2.991	-0.306 (0.185) -1.655
W_TOTAL4	0.364 (1.013) 0.360	0.069 (0.040) 1.724	-2.548 (0.892) -2.856	1.629 (0.616) 2.644	1.063 (1.063) 1.000

Root Mean Square Residual (RMR) = 0.0422
 Standardized RMR = 0.00972
 Goodness of Fit Index (GFI) = 0.998
 Adjusted Goodness of Fit Index (AGFI) = 0.986
 Parsimony Goodness of Fit Index (PGFI) = 0.132

(...)

Standardized Residuals

	PROPT	PROWALK	LSHOME	LSURBA	LSFMLY	AV_CAR
PROPT	-0.399					
PROWALK	-1.572	-0.008				
LSHOME	-0.206	-0.915	0.526			
LSURBA	0.105	0.364	0.276	0.047		
LSFMLY	-0.546	0.091	-0.588	0.161	0.520	
AV_CAR	0.362	0.203	-0.148	-0.174	0.490	
QUARTIER	-0.034	-1.162	-0.687	0.161	-0.978	0.302
W_TOTAL4	-0.634	0.489	-0.925	-0.133	-0.146	0.602
SEX	-1.509	0.225	-0.634	0.330	0.454	0.462
AGE	-0.891	-0.169	-0.466	0.120	-0.050	-0.156
ACT100	0.278	0.148	0.310	0.137	-0.117	-0.247
HGHEDU	1.251	0.249	-0.923	-0.435	-0.113	0.567
CHILD05	-0.404	-0.189	-0.780	-0.138	0.212	0.332

PHI

	SEX	AGE	ACT100	HGHEDU	CHILD05
SEX	0.250 (0.018) 14.111				
AGE	-0.024	114.044 (7.993) 14.267			
ACT100	-0.072 (0.012) -6.095	-1.309 (0.244) -5.356	0.218 (0.015) 14.195		
HGHEDU	-0.040 (0.012) -3.277	0.622 (0.011) 1.798	0.020 (0.017) 14.245	0.237 (0.017) 14.245	
CHILD05	-0.013 (0.008) -3.190	-0.104 (0.008) -3.190	-0.025 (0.009) 2.657	0.023 (0.009) 14.121	0.128 (0.009) 14.121

Standardized Residuals

	QUARTIER	W_TOTAL4	SEX	AGE	ACT100	HGHEDU
QUARTIER	0.378					
W_TOTAL4	-0.680	-0.372				
SEX	-0.914	0.713				
AGE	0.459	0.395				
ACT100	0.311	0.202				
HGHEDU	1.163	-0.883			0.000	
CHILD05	-0.844	-0.327				

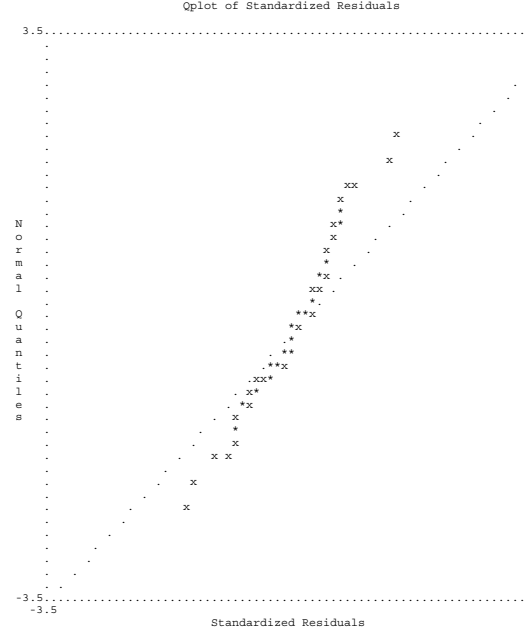
Summary Statistics for Standardized Residuals

Smallest Standardized Residual = -1.572
 Median Standardized Residual = 0.000
 Largest Standardized Residual = 1.251

Stemleaf Plot

```

- 1|65
- 1|20
- 0|999999887766655
- 0|4444322222211111111100000000000000000
0|11112222223333334444
0|5555555667
1|23
    
```



PSI

	PROPT	PROWALK	LSHOME	LSURBA	LSFMLY	AV_CAR
PROPT	0.735 (0.120) 6.142					
PROWALK	- -	1.600 (2.813) 0.569				
LSHOME	- -	- -	2.154 (1.457) 1.479			
LSURBA	- -	- -	- -	0.748 (0.054) 13.903		
LSFMLY	- -	- -	- -	0.142 (0.042) 3.347	0.914 (0.065) 14.024	
AV_CAR	- -	- -	- -	- -	- -	0.308 (0.502) 0.615
QUARTIER	- -	- -	- -	- -	- -	- -
W_TOTAL4	- -	- -	- -	- -	- -	- -

PSI

	QUARTIER	W_TOTAL4
QUARTIER	0.478 (0.290) 1.650	
W_TOTAL4	- -	28.139 (6.475) 4.346

(...)

Annexe 7 : Modèles de régression (attributs particuliers de l'environnement construit)

Standardized Solution

BETA						
	PROPT	PROWALK	LSHOME	LSURBA	LSFMLY	AV_CAR
PROPT	---	---	0.028	-0.026	0.007	-0.504
PROWALK	---	---	0.265	0.035	0.097	0.827
LSHOME	---	---	---	---	---	---
LSURBA	---	---	---	---	---	---
LSFMLY	---	---	---	---	---	---
AV_CAR	-0.064	-0.743	0.278	0.070	0.256	---
QUARTIER	0.479	0.747	1.005	0.124	-0.159	0.259
W_TOTAL4	-0.348	0.216	0.062	0.117	0.118	-0.165

BETA		QUARTIER	W_TOTAL4
PROPT	---	0.319	---
PROWALK	---	0.257	---
LSHOME	-1.180	---	---
LSURBA	0.144	---	---
LSFMLY	-0.103	---	---
AV_CAR	-0.241	---	---
QUARTIER	---	---	---
W_TOTAL4	0.115	---	---

GAMMA					
	SEX	AGE	ACT100	HGHEDU	CHILDO5
PROPT	---	---	-0.023	---	-0.071
PROWALK	0.260	0.142	-0.059	---	-0.067
LSHOME	---	-0.196	---	0.076	---
LSURBA	---	-0.391	0.101	---	-0.167
LSFMLY	0.169	0.095	-0.087	---	0.257
AV_CAR	0.068	0.315	0.137	---	0.229
QUARTIER	---	---	0.156	0.291	-0.219
W_TOTAL4	0.032	0.128	-0.207	0.138	0.066

Annexe 7 : Modèles de régression (attributs particuliers de l'environnement construit —

Annexe 7.1 : Matrice de corrélations des variables de l'environnement construit et de la marche

Correlations

		HPM30	WALKUT12	WALKREC2	ACCESS5	ACCESS10	ACCESS20	ATTRACT
HPM30	Pearson	1	.144(**)	.165(**)	0.083	.170(**)	0.118	.144(**)
	Sig. (2-tailed)		0.002	0.000	0.181	0.006	0.057	0.002
	N	473	458	463	260	260	260	454
WALKUT12	Pearson	.144(**)	1	.216(**)	0.086	.156(*)	.150(*)	.124(**)
	Sig. (2-tailed)	0.002		0.000	0.169	0.012	0.016	0.009
	N	458	462	457	256	256	256	443
WALKREC2	Pearson	.165(**)	.216(**)	1	-0.003	0.045	0.058	.268(**)
	Sig. (2-tailed)	0.000	0.000		0.964	0.475	0.357	0.000
	N	463	457	467	256	256	256	447
ACCESS5	Pearson	0.083	0.086	-0.003	1	.676(**)	.457(**)	.201(**)
	Sig. (2-tailed)	0.181	0.169	0.964		0.000	0.000	0.001
	N	260	256	256	261	261	261	253
ACCESS10	Pearson	.170(**)	.156(*)	0.045	.676(**)	1	.492(**)	.179(**)
	Sig. (2-tailed)	0.006	0.012	0.475	0.000		0.000	0.004
	N	260	256	256	261	261	261	253
ACCESS20	Pearson	0.118	.150(*)	0.058	.457(**)	.492(**)	1	.259(**)
	Sig. (2-tailed)	0.057	0.016	0.357	0.000	0.000		0.000
	N	260	256	256	261	261	261	253
ATTRACT	Pearson	.144(**)	.124(**)	.268(**)	.201(**)	.179(**)	.259(**)	1
	Sig. (2-tailed)	0.002	0.009	0.000	0.001	0.004	0.000	
	N	454	443	447	253	253	253	456
MODTRAF	Pearson	-0.022	-.129(**)	-0.010	-.160(*)	-.221(**)	-.158(*)	0.000
	Sig. (2-tailed)	0.633	0.006	0.834	0.011	0.000	0.012	1.000
	N	454	443	447	253	253	253	456

Annexe 7.2 : Régressions logistiques de HPM30

Omnibus Tests of Model Coefficients

		Chi-square	df	Sig.
Step 1	Step	14.544	3	0.002
	Block	14.544	3	0.002
	Model	14.544	3	0.002

Classification Table

		Predicted HPM30		Percentage Correct
Observed		0	1	
Step 1	HPM30	0	1 44	1.9
		1	1 207	99.5
Overall Percentage				82.2

a. The cut value is .500

Model Summary

Step	-2 Log likelihood	Cox & Snell R Square	Nagelkerke R Square
1	221.590(a)	0.056	0.092

a. Estimation terminated at iteration number 5 because parameter estimates changed by less than .001.

Variables in the Equation

		B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)	95% Confidence Interval for B	
								Lower Bound	Upper Bound
Step 1(a)	ACCESS10	0.134	0.054	6.153	1	0.013	1.143	1.028	1.271
	ATTRACT	0.407	0.167	5.966	1	0.015	1.502	1.084	2.083
	MODTRAF	0.165	0.170	0.952	1	0.329	1.180	0.846	1.645
	Constant	0.155	0.574	0.073	1	0.788	1.167		

a. Variable(s) entered on step 1: ACCESS10, ATTRACT, MODTRAF.

Omnibus Tests of Model Coefficients

		Chi-square	df	Sig.
Step 1	Step	36.311	14	0.001
	Block	36.311	14	0.001
	Model	36.311	14	0.001

Classification Table

		Predicted HPM30		Percentage Correct
Observed		0	1	
Step 1	HPM30	0	6 32	16.8
		1	4 186	97.7
Overall Percentage				84.1

a. The cut value is .500

Model Summary

Step	-2 Log likelihood	Cox & Snell R Square	Nagelkerke R Square
1	170.272(a)	0.147	0.247

a. Estimation terminated at iteration number 6 because parameter estimates changed by less than .001.

Variables in the Equation

		B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)	95% Confidence Interval for B	
								Lower Bound	Upper Bound
Step 1(a)	ACCESS10	0.125	0.065	3.662	1	0.056	1.133	0.997	1.288
	ATTRACT	0.184	0.220	0.703	1	0.402	1.203	0.781	1.851
	MODTRAF	0.168	0.215	0.609	1	0.435	1.183	0.776	1.804
	SEX	-0.039	0.461	0.007	1	0.933	0.962	0.390	2.376
	AGE	-0.024	0.021	1.199	1	0.273	0.977	0.937	1.019
	ACT100	-1.497	0.752	3.965	1	0.046	0.224	0.051	0.977
	HGHEDU	-0.962	0.518	3.444	1	0.063	0.382	0.138	1.055
	CHILDO5	1.070	0.762	1.970	1	0.160	2.915	0.654	12.985
	PROPT	-0.019	0.228	0.007	1	0.932	0.981	0.628	1.533
	PROWALK	0.550	0.226	5.897	1	0.015	1.733	1.112	2.700
	LSHOME	-0.335	0.211	2.522	1	0.112	0.716	0.474	1.081
	LSURBA	0.191	0.256	0.555	1	0.456	1.210	0.733	1.999
	LSFMLY	-0.121	0.229	0.280	1	0.597	0.886	0.565	1.388
	AV_CAR	-0.238	0.527	0.203	1	0.652	0.788	0.281	2.216
	Constant	3.365	1.456	5.341	1	0.021	28.945		

a. Variable(s) entered on step 1: ACCESS10, ATTRACT, MODTRAF, SEX, AGE, ACT100, HGHEDU, CHILDO5, PROPT, PROWALK, LSHOME, LSURBA, LSFMLY, AV_CAR.

Annexe 7.3 : Régressions multiples de WALKUTIL

Model Summary				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.263(a)	0.069	0.058	3.917

a. Predictors: (Constant), MODTRAF, ATTRACT, ACCESS10
b. Dependent Variable: WALKUT12

ANOVA						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	279.18	3	93.06	6.06	.001(a)
	Residual	3750.26	244	15.34		
	Total	4029.45	247			

a. Predictors: (Constant), MODTRAF, ATTRACT, ACCESS10
b. Dependent Variable: WALKUT12

Coefficients											
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		95% Confidence Interval for B				Correlations	
		B	Std. Error	Beta	t	Sig.	Lower Bound	Upper Bound	Zero-order	Partial	Part
1	(Constant)	6.293	0.987		6.377	0.000	4.349	8.237			
	ACCESS10	0.124	0.088	0.090	1.400	0.163	-0.050	0.298	0.152	0.089	0.086
	ATTRACT	0.582	0.250	0.146	2.325	0.021	0.089	1.075	0.164	0.147	0.143
	MODTRAF	-0.670	0.252	-0.168	-2.659	0.008	-1.166	-0.174	-0.189	-0.168	-0.164

a. Dependent Variable: WALKUT12

Model Summary				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.496(a)	0.246	0.195	3.520

a. Predictors: (Constant), AV_CAR, MODTRAF, LSHOME, SEX, LSURBA, LSFMLY, ACCESS10, HGHEDU, CHILDO5, PROWALK, ACT100, ATTRACT, PROPT, AGE; b. Dependent Variable: WALKUT12

ANOVA						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	841.01	14	60.07	4.85	.000(a)
	Residual	2580.88	208	12.39		
	Total	3421.89	222			

a. Predictors: (Constant), AV_CAR, MODTRAF, LSHOME, SEX, LSURBA, LSFMLY, ACCESS10, HGHEDU, CHILDO5, PROWALK, ACT100, ATTRACT, PROPT, AGE; b. Dependent Variable: WALKUT12

Coefficients											
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		95% Confidence Interval for B				Correlations	
		B	Std. Error	Beta	t	Sig.	Lower Bound	Upper Bound	Zero-order	Partial	Part
1	(Constant)	5.333	1.777		3.001	0.003	1.830	8.836			
	ACCESS10	0.129	0.086	0.098	1.511	0.132	-0.039	0.298	0.163	0.104	0.091
	ATTRACT	-0.129	0.272	-0.034	-0.474	0.636	-0.664	0.407	0.180	-0.033	-0.029
	MODTRAF	-0.394	0.250	-0.102	-1.576	0.117	-0.886	0.099	-0.195	-0.109	-0.095
	SEX	-0.255	0.551	-0.032	-0.463	0.644	-1.340	0.830	0.078	-0.032	-0.028
	AGE	0.042	0.028	0.114	1.512	0.132	-0.013	0.096	0.183	0.104	0.091
	ACT100	-0.902	0.669	-0.097	-1.348	0.179	-2.222	0.417	-0.202	-0.093	-0.081
	HGHEDU	0.359	0.541	0.044	0.664	0.507	-0.707	1.426	0.062	0.046	0.040
	CHILDO5	1.070	0.793	0.093	1.350	0.179	-0.493	2.633	0.140	0.093	0.081
	PROPT	0.540	0.299	0.137	1.806	0.072	-0.050	1.130	0.199	0.124	0.109
	PROWALK	1.039	0.267	0.277	3.890	0.000	0.513	1.566	0.358	0.260	0.234
	LSHOME	-0.019	0.253	-0.005	-0.073	0.942	-0.516	0.479	-0.041	-0.005	-0.004
	LSURBA	0.592	0.296	0.141	2.000	0.047	0.008	1.175	0.033	0.137	0.120
	LSFMLY	0.423	0.271	0.105	1.563	0.120	-0.111	0.957	0.217	0.108	0.094
	AV_CAR	-0.444	0.629	-0.054	-0.706	0.481	-1.684	0.796	-0.151	-0.049	-0.043

a. Dependent Variable: walkuti2

Annexe 7.4 : Régressions multiples de WALKREC

Model Summary					ANOVA						
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	
1	.344(a)	0.119	0.108	5.172	1	Regression	883.05	3	294.35	11	.000(a)
a. Predictors: (Constant), MODTRAF, ATTRACT, ACCESS10						Residual	6559.45	245	26.75		
b. Dependent Variable: WALKREC2						Total	7442.50	248			
					a. Predictors: (Constant), MODTRAF, ATTRACT, ACCESS10						
					b. Dependent Variable: WALKREC2						

Coefficients											
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		95% Confidence Interval for B				Correlations	
		B	Std. Error	Beta	t	Sig.	Lower Bound	Upper Bound	Zero-order	Partial	Part
1	(Constant)	7.302	1.334		5.472	0.000	4.674	9.930			
	ACCESS10	-0.054	0.119	-0.028	-0.452	0.652	-0.288	0.181	0.035	-0.029	-0.027
	ATTRACT	1.881	0.329	0.348	5.710	0.000	1.232	2.530	0.343	0.343	0.342
	MODTRAF	0.031	0.332	0.006	0.093	0.926	-0.624	0.686	0.008	0.006	0.006
b. Dependent Variable: WALKREC2											

Model Summary					ANOVA						
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	
1	.540(a)	0.291	0.244	4.881	1	Regression	2046.18	14	146.16	6.13	.000(a)
a. Predictors: (Constant), AV_CAR, MODTRAF, LSHOME, SEX, LSURBA, LSFMLY, ACCESS10, HGHEDU, CHILDO5, PROWALK, ACT100, ATTRACT, PROPT, AGE; b. Dependent Variable: WALKREC2						Residual	4981.82	209	23.82		
						Total	7028.00	223			
					a. Predictors: (Constant), AV_CAR, MODTRAF, LSHOME, SEX, LSURBA, LSFMLY, ACCESS10, HGHEDU, CHILDO5, PROWALK, ACT100, ATTRACT, PROPT, AGE; b. Dependent Variable: WALKREC2						

Coefficients											
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		95% Confidence Interval for B				Correlations	
		B	Std. Error	Beta	t	Sig.	Lower Bound	Upper Bound	Zero-order	Partial	Part
1	(Constant)	6.652	2.552		2.607	0.010	1.622	11.683			
	ACCESS10	-0.016	0.122	-0.008	-0.128	0.898	-0.256	0.225	0.030	-0.009	-0.007
	ATTRACT	1.088	0.376	0.199	2.895	0.004	0.347	1.828	0.341	0.196	0.169
	MODTRAF	0.425	0.346	0.077	1.230	0.220	-0.256	1.106	0.012	0.085	0.072
	SEX	-0.371	0.767	-0.033	-0.484	0.629	-1.883	1.140	0.126	-0.033	-0.028
	AGE	0.058	0.039	0.111	1.513	0.132	-0.018	0.135	0.198	0.104	0.088
	ACT100	-3.111	0.924	-0.235	-3.369	0.001	-4.932	-1.290	-0.312	-0.227	-0.196
	HGHEDU	0.609	0.755	0.052	0.807	0.421	-0.879	2.097	0.046	0.056	0.047
	CHILDO5	2.836	1.110	0.173	2.556	0.011	0.649	5.024	0.234	0.174	0.149
	PROPT	-0.530	0.409	-0.094	-1.297	0.196	-1.335	0.275	-0.003	-0.089	-0.076
	PROWALK	1.028	0.372	0.192	2.761	0.006	0.294	1.763	0.349	0.188	0.161
	LSHOME	0.196	0.347	0.035	0.565	0.572	-0.487	0.879	0.021	0.039	0.033
	LSURBA	0.617	0.412	0.102	1.496	0.136	-0.196	1.430	-0.009	0.103	0.087
	LSFMLY	0.468	0.375	0.081	1.246	0.214	-0.272	1.208	0.262	0.086	0.073
	AV_CAR	-0.330	0.859	-0.028	-0.385	0.701	-2.024	1.363	-0.014	-0.027	-0.022
a. Dependent Variable: WALKREC2											

Annexe 7.5 : Régressions multiples de TRIPUTIL

Model Summary					ANOVA						
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	
1	0.329	0.108	0.098	1.053	1	Regression	33.64	3	11.21	10.1	0.000
a. Predictors: (Constant), MODTRAF, ATTRACT, ACCESS10						Residual	276.61	249	1.11		
b. Dependent Variable: TRIPUTIL2						Total	310.24	252			
					a. Predictors: (Constant), MODTRAF, ATTRACT, ACCESS10						
					b. Dependent Variable: TRIPUTIL2						

Coefficients											
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		95% Confidence Interval for B				Correlations	
		B	Std. Error	Beta	t	Sig.	Lower Bound	Upper Bound	Zero-order	Partial	Part
1	(Constant)	2.051	0.262		7.816	0.000	1.534	2.568			
	ACCESS10	0.093	0.023	0.247	3.961	0.000	0.047	0.139	0.292	0.243	0.237
	ATTRACT	0.108	0.067	0.099	1.622	0.106	-0.023	0.240	0.144	0.102	0.097
	MODTRAF	-0.136	0.067	-0.124	-2.018	0.045	-0.269	-0.003	-0.179	-0.127	-0.121
a. Dependent Variable: TRIPUTIL2											

Model Summary					ANOVA						
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	
1	0.514	0.264	0.216	0.985	1	Regression	74.25	14	5.30	5.47	0.000
a. Predictors: (Constant), AV_CAR, MODTRAF, LSHOME, SEX, LSURBA, LSFMLY, ACCESS10, HGHEDU, CHILDO5, PROWALK, ACT100, ATTRACT, PROPT, AGE; b. Dependent Variable: TRIPUTIL2						Residual	206.98	213	0.97		
						Total	281.23	227			
					a. Predictors: (Constant), AV_CAR, MODTRAF, LSHOME, SEX, LSURBA, LSFMLY, ACCESS10, HGHEDU, CHILDO5, PROWALK, ACT100, ATTRACT, PROPT, AGE; b. Dependent Variable: TRIPUTIL2						

Coefficients											
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		95% Confidence Interval for B				Correlations	
		B	Std. Error	Beta	t	Sig.	Lower Bound	Upper Bound	Zero-order	Partial	Part
1	(Constant)	2.382	0.494		4.821	0.000	1.408	3.356			
	ACCESS10	0.067	0.024	0.180	2.854	0.005	0.021	0.114	0.289	0.192	0.168
	ATTRACT	-0.032	0.075	-0.029	-0.426	0.671	-0.180	0.116	0.152	-0.029	-0.025
	MODTRAF	-0.132	0.069	-0.121	-1.902	0.059	-0.269	0.005	-0.190	-0.129	-0.112
	SEX	-0.118	0.152	-0.053	-0.775	0.439	-0.418	0.182	0.022	-0.053	-0.045
	AGE	0.008	0.008	0.076	1.030	0.304	-0.007	0.023	-0.009	0.070	0.061
	ACT100	-0.143	0.186	-0.054	-0.766	0.444	-0.510	0.224	-0.088	-0.052	-0.045
	HGHEDU	0.044	0.150	0.019	0.291	0.771	-0.253	0.340	0.001	0.020	0.017
	CHILDO5	0.071	0.221	0.022	0.320	0.750	-0.366	0.507	-0.024	0.022	0.019
	PROPT	0.174	0.081	0.158	2.143	0.033	0.014	0.335	0.283	0.145	0.126
	PROWALK	0.139	0.074	0.131	1.875	0.062	-0.007	0.286	0.151	0.127	0.110
	LSHOME	0.100	0.070	0.089	1.435	0.153	-0.037	0.237	0.082	0.098	0.084
	LSURBA	0.316	0.082	0.263	3.848	0.000	0.154	0.478	0.236	0.255	0.226
	LSFMLY	-0.023	0.076	-0.020	-0.302	0.763	-0.172	0.126	-0.027	-0.021	-0.018
	AV_CAR	-0.412	0.173	-0.176	-2.387	0.018	-0.753	-0.072	-0.322	-0.161	-0.140
a. Dependent Variable: TRIPUTIL2											

Annexe 7.6 : Régressions logistiques de TRIPREC

		Chi-square	df	Sig.
Step 1	Step	48.528	3	0.000
	Block	48.528	3	0.000
	Model	48.528	3	0.000

Step	-2 Log likelihood	Cox & Snell R Square	Nagelkerke R Square
1	277.232	0.174	0.241

	Observed	Predicted TRIPREC		Percentage Correct
		0	1	
Step 1	TRIPREC	0	38 49	43.6
		1	18 149	89.4
Overall Percentage				73.7

a. The cut value is .500

		B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)	95% Confidence Interval for B	
								Lower Bound	Upper Bound
Step 1	ACCESS10	-0.026	0.052	0.252	1	0.616	0.974	0.880	1.079
	ATTRACT	1.015	0.164	38.175	1	0.000	2.760	2.000	3.808
	MODTRAF	0.066	0.147	0.205	1	0.651	1.069	0.802	1.424
	Constant	0.946	0.582	2.642	1	0.104	2.575		

a. Variable(s) entered on step 1: ACCESS10, ATTRACT, MODTRAF.

		Chi-square	df	Sig.
Step 1	Step	73.131	14	0.000
	Block	73.131	14	0.000
	Model	73.131	14	0.000

Step	-2 Log likelihood	Cox & Snell R Square	Nagelkerke R Square
1	220.896	0.274	0.378

	Observed	Predicted TRIPREC		Percentage Correct
		0	1	
Step 1	TRIPREC	0	43 36	54.4
		1	19 130	87.1
Overall Percentage				75.9

a. The cut value is .500

		B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)	95% Confidence Interval for B	
								Lower Bound	Upper Bound
Step 1	ACCESS10	-0.039	0.061	0.401	1	0.527	0.962	0.853	1.085
	ATTRACT	0.875	0.202	18.733	1	0.000	2.399	1.614	3.565
	MODTRAF	0.246	0.179	1.897	1	0.168	1.279	0.901	1.815
	SEX	-0.218	0.382	0.326	1	0.568	0.804	0.381	1.700
	AGE	0.028	0.019	2.071	1	0.150	1.028	0.990	1.068
	ACT100	-0.756	0.527	2.054	1	0.152	0.470	0.167	1.320
	HGHEDU	-0.165	0.390	0.179	1	0.672	0.848	0.395	1.820
	CHILD05	1.256	0.651	3.720	1	0.054	3.512	0.980	12.585
	PROPT	-0.012	0.203	0.004	1	0.952	0.988	0.664	1.470
	PROWALK	0.441	0.193	5.202	1	0.023	1.554	1.064	2.270
	LSHOME	-0.169	0.181	0.870	1	0.351	0.845	0.592	1.204
	LSURBA	0.265	0.206	1.659	1	0.198	1.303	0.871	1.951
	LSFMLY	0.238	0.203	1.373	1	0.241	1.269	0.852	1.889
	AV_CAR	-0.554	0.445	1.550	1	0.213	0.575	0.240	1.375
	Constant	1.050	1.302	0.650	1	0.420	2.857		

a. Variable(s) entered on step 1: ACCESS10, ATTRACT, MODTRAF, SEX, AGE ACT100, HGHEDU, CHILD05, PROPT, PROWALK, LSHOME, LSURBA, LSFMLY, AV_CAR.

